

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الجبلاي بونعامة خميس مليانة  
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Matière



**Mémoire de fin d'étude**  
En vue de l'obtention d'un diplôme de *Master en Chimie*  
*Spécialité: Chimie Pharmaceutique*

**Thème :**

Contribution a l'étude phytochimique de deux plants  
médicinales : *Borago officinalis* et *Pimpinella*  
anisume de l'Algérie.

**Devant le jury composé de :**

- Encadrant : K. Hachama
- Examinatrice.1 : M. Fizir
- Examineur.2 : R. Moumen

**Présenté par :**

Bokreta Nadjia  
Azizi Asma

*Année universitaire : 2020 / 2021*

## Table de matière

Introduction .....	1
--------------------	---

### Chapitre I : description des plantes d'étude

I.1. Description de la plante <i>Borago officinalis</i> :.....	2
I.1.1. Habitat et distribution : .....	2
I.1.2. Répartition géographiques :.....	4
I.1.3. Classification botanique : .....	4
I.1.4. Utilisation médicinale :.....	4
I.1.5. Arôme et propriétés organoleptiques :.....	5
I.1.6. Principaux constituants :.....	5
I.1.7. Partie à utiliser : .....	5
I.1.8. Période de récolte : .....	5
I.1.9. Propriétés thérapeutiques de bourache : .....	5
I.2. Description de la plante <i>Pimpinella anisum</i> :.....	6
I.2.1. Habitat et description : .....	6
I.2.2. Répartition géographiques :.....	7
I.2.3. Classification botanique : .....	7
I.2.4. Utilisation médicinale :.....	8
I.2.5. Arôme et propriétés organoleptiques :.....	9
I.2.6. Principaux constituants :.....	9
I.2.7. Partie à utiliser : .....	9
I.2.8. Période de récolte : .....	9
I.2.9. Propriétés thérapeutiques :.....	10
I.2.10. Toxicité de <i>pimpinella anisum</i> : .....	10

## Chapitre II : La phytochimie

II.1. La phytothérapie :.....	12
II.1.1. Définition :.....	12
II.1.2. Utilisation :.....	12
II.1.3. Historique.....	12
II.1.4. Parties utilisables en phytothérapie :.....	13
II. 2. Les plantes médicinales :.....	14
II. 3. L'huile essentielle :.....	14
II. 3.1. Définition :.....	14
II.3.2. Utilisation des huiles essentielles :.....	15
II.3.3. Méthode d'extractions des huiles essentielles :.....	15
II. 3.4. Parfumerie et cosmétologie :.....	21
II. 3.5. Toxicité des huiles essentielles :.....	21
II.4. Etude phytochimique de pimpinella anisumL :.....	22

## Chapitre III : Travaux antérieur

III.1. Borago officinalis :.....	24
III.2. Pimpinella anisum :.....	25
III.1.1. Les activités biologiques de Borago officinalis :.....	27
III.1.1.1. Activité antimicrobienne et souche bactérienne :.....	27
III.2.1. Les activités biologique de Pimpinella anisum : .....	27
III.2.1.1. activité antioxydant :.....	27
III.2.1.2. Activité antimicrobienne et souche bactérienne :.....	28
III.3. Résultats et discussion pour la plante Borago officinalis :.....	28
III.3.1. Analyses phytochimique de la plante Borago officinalis :.....	28
III.3.2. Rendements et propriété organoleptique de la plante Borago officinalis :.....	28
III.3.3. L'activité antioxydante de la plante Borago officinalis :.....	28
III.4. Résultats et discussion pour la plante Pimpinella anisum :.....	29
III.4.1. Analyses phytochimique de la plante pimpinella anisum L :.....	29

III.4.2. L'activité antioxydante de la plante pimpinella anisum L:..... 29

**Conclusion**.....30

**Références bibliographies**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des symboles abréviations**

## ملخص:

لسان الثور هو نبات من عائلة الحمحمية، و هو غني جدا بالمكونات الكيميائية مثل الأحماض الفينولية و الفلافونويد، القلوبات، (تتنمي هذه النبتة إلى نفس عائلة الجليكوزيدات، التانينات و الزيت العطري... اليانسون الأخضر هو ) تحتوي على حمض الفينول، الفلافونويد، التانينات، الزيت الأساسي على أساس الأنتول ...، و من هنا جاء الاهتمام بهذين النوعين، لإثبات ثراءهما بالبوليفينول بفضل دراسة كيميائية نباتية تعتمد على استخراج المركبات الفينولية و تحديد بتقنية الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء، الفلافونويد و الأحماض الفينولية من عمليين في مكان آخر لإجراء المقارنة بين DPPH أظهرت قوة مهمة مضادة للأكسدة في كلا النوعين. هذين النباتين.

نبات لسان الثور، نبات اليانسون الأخضر، نشاط مضاد للأكسدة، دراسة كيميائية نباتية: **الكلمات المفتاحية**

## Résumé

Borago officinalis (la bourache) est une plante de la famille des Borraginacées, assez riche en constituants chimique tels que les acides phénoliques, flavonoïdes, Alcaloïdes, Glycosides, tanins et huile essentiel... Pimpinella anisum (l'anis vert) est une plante de la famille Apiacées (Cette plante appartient à la même famille de carotte) contient des acide phénolique, flavonoïdes, tanins, huile essentiel à base d'anéthol...d'où l'intérêt porté à ces deux espèces, pour démontrer leur richesse en polyphénols grâce à une étude phytochimique basée sur l'extraction des composés phénoliques et une identification des flavonoïdes et acide phénoliques par la technique de chromatographie liquide à haute performance, suivi d'un test de DPPH pour étudier l'activité antioxydante qui a démontré un pouvoir antioxydant important chez les deux espèces. Nous avons extrait à partir de deux travaux ailleurs pour faire la comparaison entre ces deux plantes.

**Mots clés :** Borago officinalis, Pimpinella anisum, Etude phytochimique, Activité antioxydant.

## Abstract

Borago officinalis is a plant of the Borraginaceae family, quite rich in chemical constituents such as phenolic acids, flavonoids, alkaloids, glycosides, tannins and essential oil.... Pimpinella anisum (the green anise) is a plant of the Apiaceae family (This plant belongs to the same family of carrots) contains phenolic acid, flavonoids, tannins, essential oil based on anethol ..., hence the interest in these two species, to demonstrate their polyphenol richness through a phytochemical study based on the extraction of phenolic compounds and identification of flavonoids and phenolic acid by the technique of high performance liquid chromatography, followed by a DPPH test to study antioxidant activity which demonstrated significant antioxidant power in both species. We extracted from two works elsewhere to make the comparison between these two plants.

**Keywords:** Borago officinalis, Pimpinella anisum, Phytochemical study, Antioxidant activity.



## **Remerciements**

Nous remercions tout d'abord le bon Dieu, le tout puissant qui nous a donné le pouvoir, le courage et la patience pour élaborer ce mémoire.

Nous tenons à remercier vivement :

Notre promoteur : M HACHAMA, qu'il trouve ici l'expression de notre vive reconnaissance pour sa disponibilité, son aide, ses conseils, ainsi qu'à ses qualités relationnelles et humaines.

M Fizir, qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail

M MOUMEN, qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail

L'ensemble des enseignants qui ont participé de près ou de loin dans notre formation.

A la fin, nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont à tous ceux qui ont manifesté leur soutien de près ou de loin dans la réalisation de notre travail.

Merci à Tous...

## **Dédicace**

Nous dédions ce modeste travail à:

Nos très chers précieux Parents, qui nous ont donné un magnifique model de  
labeur et de persévérance, de l'amour et de la force.

Toute la famille BOKRETA et AZIZI

Nos chers Amies En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liées et des  
bons moments passés ensemble.

Nos collègues de la promotion 2020 chimie pharmaceutique.

Et A tous ceux que nous aimons.

ASMA& NADJIA

# **Introduction**

## Introduction générale

Depuis longtemps, les hommes récoltent les plantes, non seulement pour se nourrir, mais aussi dans le domaine médical pour les différents traitements et préventions.

La médecine traditionnelle est beaucoup utilisée actuellement grâce à leurs effets médicinales et la baisse des effets secondaires présente dans les médicaments chimiquement synthétisés.

L'objectif de notre travail vise à démontrer la richesse de nos plantes *Pimpinella anisum* et *Borago officinalis* en flavonoïdes à partir des études récentes qui démontrent que l'étude phytochimique basée principalement sur l'extraction des composés phénoliques et une identification des flavonoïdes, acide phénoliques et tanins contenus dans ces deux plantes par la technique de chromatographie liquide à haute performance.

Dans le premier chapitre les plantes *Pimpinella anisum* et *Borago officinalis* sont présentés et décrits.

Le deuxième chapitre la phytochimie et les plantes médicinales sont définis ainsi que leurs utilisations.

Pour le troisième chapitre la comparaison entre les résultats de deux travaux récents est entaminée.

## **Description des plantes d'étude**

## I.1. Description de la plante *Borago officinalis* :

La plante *Borago officinalis* est représentée dans la Figure. 1 :



**Figure I.1 :** photo de la plante *Borago officinalis*.

### I.1.1. Habitat et distribution :

Assez commune en Algérie, cette plante se trouve à l'état sauvage le long des haies, près des habitations, sur les tas de pierres et les décombres, et même dans les terres cultivées. Elle affectionne particulièrement les sols riches en azote [1].

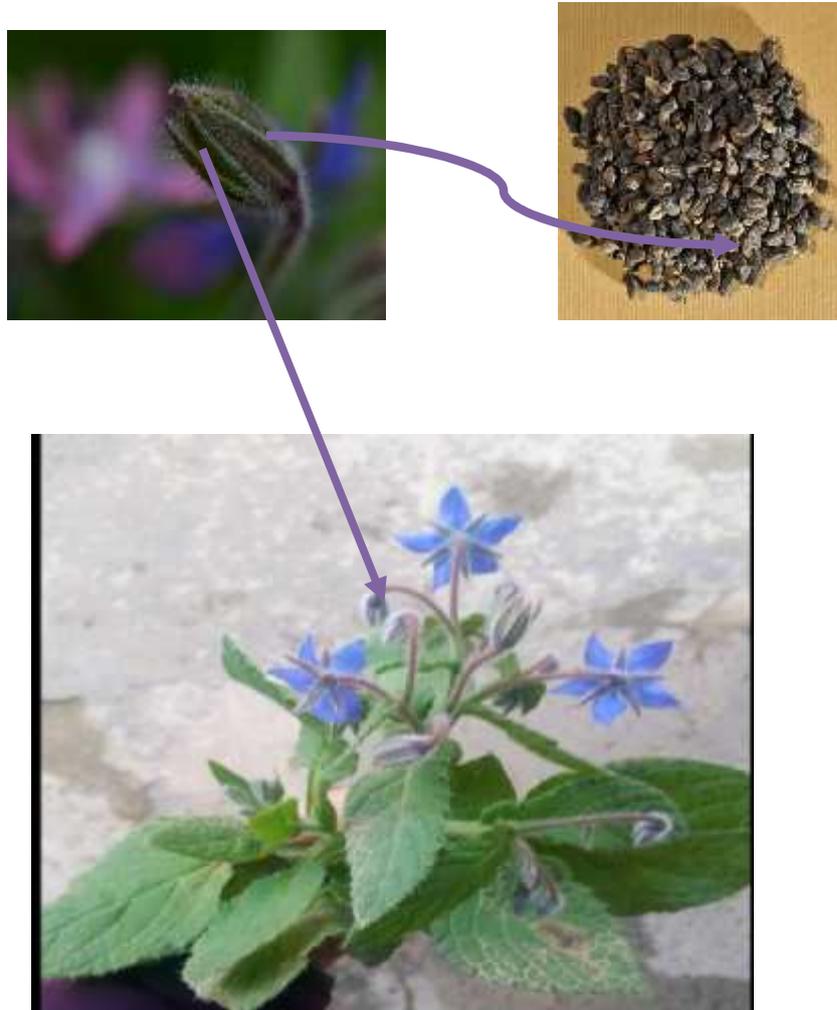
La bourrache est une jolie plante annuelle de 20 à 70 cm, à fleurs bleues ou roses en forme d'étoiles à cinq branches et regroupées en grappes. Les feuilles et les tiges sont couvertes de poils rudes. Le fruit est formé d'akènes verruqueux. Son odeur est herbacée, sa saveur est amère [1].

La bourrache, borage en anglais et lessan elthor en arabe, est une plante de la famille des Borraginacées, répandue dans tout le bassin méditerranéen [2]. Son nom vient de l'arabe abo rach (père de la sueur), qui fait référence à ses propriétés sudorifiques. En latin, burra signifie « étoffe à poils longs » et se rapporte à l'aspect velu de la plante. Son nom botanique borago vient du latin cor ago qui signifie « je stimule le cœur » [3].

Selon le [2,3] la bourrache est une :

Plante annuelle de 20 à 70 cm de hauteur, entièrement couverte de poils raides et piquants, ayant une tige épaisse, creuse, arrondie et striée longitudinalement. Les larges feuilles alternes portent de longs poils hérissés sur toute leur surface, ce qui est propre à la famille des borraginacées. Les parties vertes de la plante dégagent une forte odeur de concombre. Elle produit en abondance de petites fleurs en forme d'étoiles passant du violet au bleu ciel, puis au rose lorsqu'elles commencent à décliner. Celles-ci sont comestibles, mais doivent être détachées du calice velu à cinq sépales et des akènes regroupés en quatre graines au centre de la fleur. Le fruit est formé d'akènes verruqueux.

La floraison s'étale généralement de Mars à Mai. Les graines brunes noirâtres dépourvues d'albumen parviennent à maturité de façon graduelle. Les fleurs sont autostériles et la pollinisation doit être assurée par les insectes.



**Figure I.2 :** plante et graine de *Borago officinalis*.

*Borago officinalis* commune, endémique, est très répandue en lisière de forêt, sur les bords des chemins et dans les décombres. Elle peut même se trouver dans de nombreux jardins et jusqu'à 1500m d'altitude. Il s'agit d'une plante à comportement héliophile, mais appartenant à une espèce qui supporte un demi-ombrage. Elle « aime » les sols assez riches en bases au pH proche de la neutralité et ayant de bonnes réserves en eau [2, 3].

A notre connaissance, seule l'étude de [4] a rapporté qu'une dose 2g/kg d'extrait éthanolique de BO pouvait causer des effets secondaires et une mortalité chez des souris.

### **I.1.2. Répartition géographiques :**

Cette plante aux fleurs d'un bleu céleste est originaire des régions méditerranéennes, dont l'Espagne, l'Afrique du nord, la Turquie et la Syrie [1].

### **I.1.3. Classification botanique :**

**Noms communs :** langue de bœuf [1].

**Noms vernaculaires :** abu'araq (père de la sueur), harcha, lessane, ethour, lessane el ferd, bou chenla, bou cassla, boukaltem, foudleqqem, ach'naf [1].

D'après Gareth et al, (1996), la position systématique de la Bourrache est la suivante :

**Règne :** Plantae

**Super division :** Spermatophyta

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous classe :** Asteridae

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Boraginacée

**Genre :** Borago L.

**Espèce :** Borago officinalis L.

L'espèce est communément appelée comme suit :

**Nom français:** La Bourrache

**Nom anglais:** Borague

**Nom arabe:** El harcha, Chikh ibkoul

**Nom Kabyle:** Echikh vou levkoul

### **I.1.4. Utilisation médicinale :**

Vu ses vertus thérapeutiques, cette espèce se trouve citée dans la pharmacopée européenne 2007 et la pharmacopée britannique 2007. Son usage n'est pas exclusivement médicinal, mais aussi culinaire. Cette plante contient des alcaloïdes, des mucilages, des huiles essentielles, des

flavonoïdes et des acides organiques. En médecine populaire, elle est connue pour de nombreuses vertus thérapeutiques: expectorante, tonique, galactagogue, agissant aussi contre la toux, la fièvre et la dépression. De plus, la Bourrache a l'avantage d'être d'une grande innocuité à cause de sa faible teneur en alcaloïdes pyrrolizidiniques [6]. Par ailleurs, [7] ont révélé que cette plante médicinale possède un éventuel effet pharmacologique représenté par une activité spasmolytique importante, qui peut s'exercer au niveau des appareils cardiovasculaire, respiratoire et gastro-intestinale via un mécanisme antagoniste avec les ions de calcium.

De même, [8] ont montré par leur étude que l'extrait éthanoïque de la partie aérienne présente une grande affinité vis-à-vis du transporteur de la sérotonine, ce qui lui confère un effet antidépresseur. Enfin, [9] ont mis en évidence le potentiel de cette plante dans le traitement neurodégénératif, des troubles de mémoire et des troubles de comportement liés à la dégénérescence du système nerveux central. Cette multitude d'effets s'explique essentiellement par la richesse de cette plante en divers composés, en particulier en acide gras [10]. Cependant, comme toute plante, la Bourrache peut subir une forte influence du milieu extérieur modifiant ainsi sa composition chimique. En dehors des facteurs classiques comme l'humidité, la chaleur et l'altitude, un facteur particulier peut avoir une grande influence : c'est la salinité du milieu. Ainsi, l'augmentation de la salinité peut induire des changements morphologiques de composition notamment en acides gras insaturés [11].

### **I.1.5. Arôme et propriétés organoleptiques :**

Les feuilles et les tiges sont couvertes de poils rudes. Le fruit est formé d'akènes verruqueux. Son odeur est herbacée, sa saveur est amère [1].

### **I.1.6. Principaux constituants :**

Elle contient un suc sirupeux riche en nitrate de potassium, et du mucilage, du tanin, des sels et de l'allantoïne [1].

#### **I.1.1.7. Partie à utiliser :**

On pourrait utiliser toute la plante, mais on ramasse surtout les sommités fleuries ou les fleurs montées dès le début de la floraison et les grains pour l'huile [1].

#### **I.1.1.8. Période de récolte :**

Au printemps : avril, mai pour les sommités fleuries, l'automne pour les graines [1].

#### **I.1.1.9. Propriétés thérapeutiques de bourache :**

Quelques propriétés de la plante *Borago officinalis* est représentée dans la Figure. 3 :

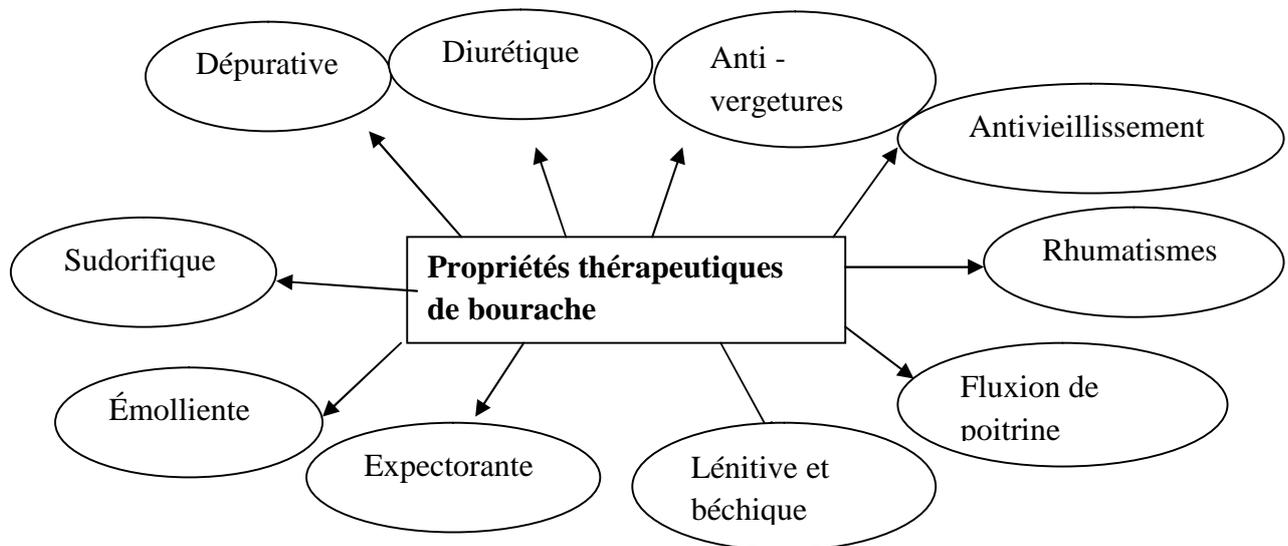


Figure I.3 : Propriétés thérapeutiques de bourache [1].

## I.2. Description de la plante *Pimpinella anisum* :

La plante *Pimpinella anisum* est représentée dans la Figure. 4 :



Figure I.4: photo de la plante *pimpinella anisum*.

**I.2.1. Habitat et description :**

Petite plante herbacée de 50 cm de hauteur à tiges droites, creuses, rameuses, cylindriques. Ses feuilles sont très découpées et peu nombreuses. Ses fleurs blanches, très petites, sont disposées en ombelles. Les fruits improprement appelés graines sont verdâtres, ovoïdes, petits, allongés de saveur aromatique et sucrée [1].



**Figure I.5 :** plante et graine d'anis vert

**I.2.2. Répartition géographiques :**

L'anis vert (*Pimpinella anisum* L) est une plante originaire du Moyen-Orient et elle est connue depuis l'Égypte ancienne [12]. Elle pousse dans la Turquie, l'Iran, l'Inde, l'Égypte et d'autres nombreuses régions chaudes du monde [13].

**I.2.3. Classification botanique :**

**Noms communs :** anis vert, boucage, pimpinelle [1].

**Noms vernaculaires :** cumin sucré, cumin blanc, hebet h'laoua1 [1].

Cette plante appartient à la même famille de carotte dont elle est classée comme suit [14] :

**Règne :** végétal

**Division :** Spermatophyte

**Subdivision :** Angiosperme

**Classe :** Magnoliopda

**Sub-classe :** Rosidae

**Ordre :** Apiale

**Famille :** Apiaceae (ombellifères)

**Genre :** Pimpinella

**Espèce :** Pimpinella anisum L

#### **I.2.4. Utilisation médicinale :**

L'anis est une plante aromatique connue et employée depuis l'antiquité par de nombreuses populations pour ses vertus, son goût et son saveur agréable. Les graines ont été utilisées comme un condiment pour aromatiser le pain, les cakes, les biscuits, les plats ainsi que la confiserie [14, 15].

D'après la littérature, les gaines d'anis possèdent une large utilisation par rapport aux autres parties de la plante mais ça n'empêche pas que les feuilles peuvent être employées pour préparer les assaisonnements, le thé et rentrent dans la garniture des plats cuisiniers [16, 17].

En dehors d'utilisation culinaire, l'anis était exploité depuis longtemps dans le cadre de la médecine traditionnelle par l'ancienne civilisation dont on trouve que les égyptiens avaient l'utiliser pour lutter contre les insectes et les parasites, ainsi que les infusions des graines constituaient un remède efficace pour soigner les troubles digestifs, les colique, les ballonnements, la toux et les rhumes [18, 19, 20, 21, 22, 23].

Pimpinella anisum est considérée comme une matière première naturelle et utilisée dans le domaine pharmaceutique, la parfumerie, les industries alimentaires et cosmétiques [24].

Pimpinella anisum est une des plus anciennes plantes à épices connue et elle a plusieurs effets thérapeutiques, en site parmi eux [13].

##### **- Propriétés digestifs :**

Apéritif : en augmentant la digestibilité des nutriments par l'augmentation de la sécrétion d'enzymes digestibles et développement de l'activité hépatique [25].

##### **- Gynécologique :**

Augmenter la sécrétion de lait [26].

##### **- Neurologique :**

L'épilepsie [27].

Tranquillisant [26].

Hypnotique.

**- Trouble respiratoire :**

Toux [28].

Anti-asthme [27].

Dyspnée (gêne respiratoire).

Expectorant [26].

**Utilisations cosmétiques :**

- La parfumerie

- Aromatisant des produits cosmétiques tels que : les crèmes hydratantes, les crèmes solaires ...

• **Autres utilisations :**

Industrie agro-alimentaire : L'anis vert est utilisé en tant qu'aromatisant et correcteur de goût pour les soupes, les gâteaux, les biscuits, en confiserie pour aromatiser les friandises et les sirops [29].

**I.2.5. Arôme et propriétés organoleptiques :**

Les fruits improprement appelés graines sont verdâtres, ovoïdes, petits, allongés de saveur aromatique et sucrée [1].

**I.2.6. Principaux constituants :**

Essence très aromatique, amidon, sucre, choline, acide malique, résine [1].

Les graines de *Pimpinella anisum* contiennent :

Sesquiterpènes, acides phénoliques, fur coumarines, huile essentielle à base d'anéthol, sucres, amidon, flavonoïdes, résine, acide malique [26].

**I.2.7. Partie à utiliser :**

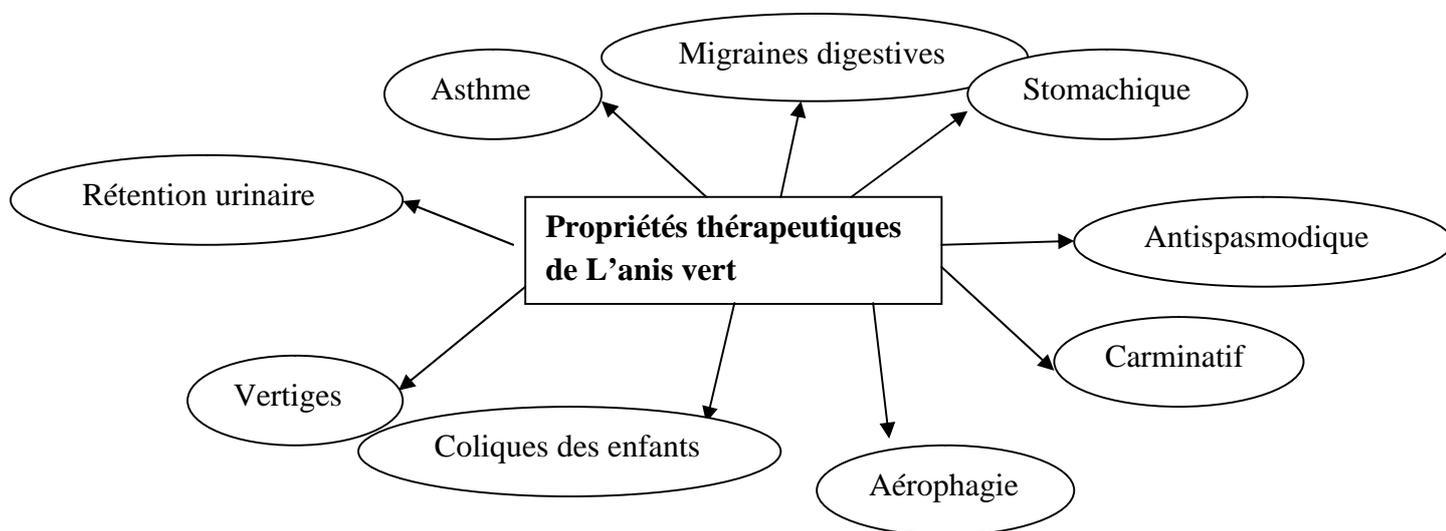
Les semences ou fruits [1].

**I.2.8. Période de récolte :**

Fin de l'été [1].

### I.2.9. Propriétés thérapeutiques :

Quelques propriétés de la plante *Pimpinella anisum* est représentée dans la Figure. 6 :



**Figure I.6 :** Propriétés thérapeutiques de l'anis vert [1].

### I.2.10. Toxicité de *pimpinella anisum* :

Selon la classification des produits toxiques, les substances avec une dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) entre 1 et 5 g/kg sont considérées comme faiblement toxiques, ainsi les composés avec une valeur de DL<sub>50</sub> supérieure à 5 g/kg sont pratiquement considérées comme non toxiques [30].

Cependant L'étude de [31] a bien démontré l'absence de mortalité après une administration de l'extrait aqueux de *pimpinella anisum* L à des doses de : 0.5 ,2.8 ,16 et 32 g/kg par voie orale .ainsi la DL<sub>50</sub> par voie intra péritonéale de l'extrait aqueux et éthanolique de l'anis vert est de 4.93 g/kg et 3.77 g/kg respectivement.

De plus, [32] a évalué la sécurité des espèces de *pimpinella* durant la gestation en utilisant des questionnaires [33]. Ont investigué le potentiel toxique de P.a L sur des rats femelles durant la gestation et la lactation (44 jours) et sur des lapins (333 jours) ainsi ils ont constaté que cette plante n'a aucun effet toxique lorsqu'elle a été administrée à des doses 10 fois plus grandes que celles connue chez l'homme.

En outre, [34] ont trouvé que la DL<sub>50</sub> de l'H.E des graines d'anis vert obtenue par hydrodistillation est de 0.847 ml/kg testée chez les souris albinos, ainsi la DL<sub>50</sub> de l'huile fixe de

cette même plante est de 3.152 ml/kg .la voie d'administration et l'espèce animale peuvent influencer le seuil de toxicité de l'H.E de P. a L dont la DL50 par voie orale est de 2.3 g/kg chez les rats et par voie cutanée est de 5 g/kg chez les lapins [35]. Le Trans anéthol, le composé majoritaire des graines d'anis vert, possède une DL<sub>50</sub> de 2.1-3.2g/kg par voie orale, et de 0.64-1.41g/kg par voie intra péritonéale chez le rat [36].

Aucun problème n'a été enregistré lors de la prise des graines d'anis vert pendant la gestation et la lactation [37]. Cependant, l'inhalation de la poudre de ces graines induites une certaine allergie chez le sujet asthmatique avec un test de peau positive ainsi qu'un patient a présenté un taux élevé de l'anti anise dans le sang.

A forte dose l'huile essentielle de *pimpinella anisum* L, peut induire des nausées, des vomissements, des convulsions, œdèmes pulmonaires et elle peut entraîner l'ivresse, la paralysie et même un coma profond [14]. Cette toxicité est attribuée aux : cis anéthol et Estragole [14, 38] qui sont similaires dans leurs structures avec le Safrole qui est un gent fortement hépatotoxique.

Certaines personnes peuvent être allergiques à l'anis vert ou à l'anéthol.

L'anis vert est contre-indiqué aux femmes enceintes et aux personnes asthmatiques. L'anéthol peut passer dans le lait, c'est pourquoi les femmes qui allaitent devront demander conseil à leur médecin. L'anis vert est également déconseillé chez les enfants de moins de douze ans. L'anis vert peut entraîner des réactions allergiques, cutanées ou respiratoires. Un surdosage d'huile essentielle peut causer des nausées, des vomissements, des convulsions, voire un oedème du poumon [39].

# **La phytochimie**

## **II.1. La phytothérapie :**

### **II.1.1. Définition :**

La phytothérapie du mot grec « phyto » : plantes ; « thérapie » : traitement qui signifie traitement par les plantes. Elle repose sur l'utilisation des plantes médicinales.

En générale la plupart des médicaments sont issus des plantes par l'extraction de la partie utilisée (racine, feuille, écorce, fruit...) et contenant le ou les principes actifs.

L'extrait est ensuite purifié par plusieurs techniques et protocoles pour obtenir un principe actif isolé [40].

La phytothérapie utilise sur les plantes par leur constituant chimiques y compris les oligoéléments, vitamines (par exemple : la prêle qui est très riche en silice, le chou qui est très riche en soufre et en vitamines C) [41].

La phytothérapie requiert une connaissance parfaite des composants chimiques contenus dans un organe végétale et une bonne connaissance des modes d'emploi par exemple : l'infusion décoction...

Selon quelques savants la phytothérapie est considérée comme une médecine douce, parce qu'elle a une toxicité très réduite [42].

### **II.1.2. Utilisation :**

La phytothérapie se donne un champ d'action sur de nombreux troubles, à titre préventif et curatif. Elle traite la cause du mal et non pas seulement ses symptômes. Son emploi s'appuie sur les connaissances traditionnelles, sur l'analyse des principes actifs des plantes et la compréhension de leur mode d'action, ainsi que sur les résultats constatés par les malades. Cependant, la phytothérapie n'a pas les mêmes bases scientifiques que la médecine moderne officielle, et il est impossible de la recommander pour des affections graves ni quand il existe un traitement moderne plus efficace [43].

### **II.1.3. Historique**

#### **Phytothérapie : petit point d'histoire**

L'homme n'a découvert les vertus bénéfiques des plantes que par une approche progressive, facilitée par l'organisation des rapports sociaux. L'observation liée à l'expérience et la

transmission des informations glanées au cours des temps font que certains hommes deviennent capables de poser un diagnostic, de retrouver la plante qui soigne et finalement de guérir le malade [44].

Les traces de l'utilisation des plantes médicinales existent dans des textes chinois datant de plus de 5000 ans avant J.C. Le papyrus égyptien d'Ebers, que l'on fait remonter à 1600 avant J.C, est le premier recueil consacré aux plantes médicinales [45, 46].

En Inde, les Veda, livres sacrés rédigés vers 1500 ans avant J.C, contiennent eux aussi des témoignages de la connaissance des plantes [46, 47]. Plus tard, la Grèce antique s'est distinguée avec les premiers thérapeutes du monde occidental [45]. Hippocrate (460-356 avant J.C), auquel on attribue la rédaction de l'ensemble des documents du Corpus Hippocraticum et Theophraste, auteur d'ouvrages considérables tels que

« Historia Plantarum » dans lesquels il réalise la première tentative de classification de plantes [47].

Au 1er siècle après J.C, Discoride, un herboriste grec, écrivit un recueil de plus de 500 plantes médicinales, sous le nom de «Materia medica » qui a eu une influence considérable sur la médecine occidentale. Il resta la référence principale en Europe jusqu'au XVIIe siècle et a été traduit dans plusieurs langues [45,46].

Excellent pharmaciens, les Arabes mélangeaient les plantes pour en accroître les effets [45].

ABU BAKR AL-RAZI ou RHAZES (865-925), qui fut l'un des grands médecins de son temps. Il fut suivi par IBN-SINA ou AVICENNE (980-1037) qui écrivit une œuvre qui s'intitule Canon de la médecine. Mais le plus grand d'entre eux fut sans aucun doute IBN AL-BAYTAR (1197-1248) qui rédigea le très complet Somme des Simples (livre qui contenait une liste de 1400 préparations et plantes médicinales) [48].

#### **II.1.4. Parties utilisables en phytothérapie :**

Les molécules actives utilisées en phytothérapie sont extraites et purifiées à partir des organes précis des plantes et non pas à partir de la plante entière [49].

Les divers organes (Feuilles, tiges, racines, fleurs, fruits, bourgeons, graines) peuvent avoir des activités très différentes (alimentaire, médicinales, toxique). Il faut donc toujours préciser l'organe qui est l'origine du médicament [50].

## **II. 2. Les plantes médicinales :**

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine etc.) peut être employée dans le but de se soigner. Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui sont autant de principes actifs différents.

En France, Il existe une définition officielle des plantes médicinales : celles inscrites à la Pharmacopée. Selon le Code de la santé publique, la pharmacopée est la nomenclature des drogues, des médicaments simples et composés, des articles officinaux... Il existe une pharmacopée dans chaque pays et aussi au niveau européen. Les plantes médicinales inscrites à la pharmacopée sont considérées comme des médicaments. Leur vente est exclusivement réservée aux pharmaciens et aux herboristes, et qui correspondent souvent aux plantes aromatiques utilisées dans les préparations culinaires. La phytothérapie est le traitement (médecine parallèle ou traditionnelle) par les plantes, c'est- à-dire par la consommation ou l'utilisation en voie externe, de produits préparés à partir de plantes, sans passer par une étape de sélection des molécules ; on ne consomme donc pas que le principe actif, mais tout ce que contient la plante. Remarque : à ne pas confondre avec la phytopharmacie qui désigne l'ensemble des substances utilisées pour traiter les plantes : pesticides, fongicides, herbicides, insecticides... [51].

## **II. 3. L'huile essentielle :**

### **II. 3.1. Définition :**

Selon la Commission de la Pharmacopée Européenne (01-2008 : 2098) : une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition » [52].

Selon AFNOR NF T 75-006 (février 1998) : huile essentielle: « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés

mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques pour les deux premiers modes d'obtention; elle peut subir des traitements physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition [par exemple, redistillation, aération, ...] » [53].

Le terme « huile » s'explique par la propriété que présentent ses composés de se solubiliser dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante et au fait qu'elles soient inflammables [53].

### **II.3.2. Utilisation des huiles essentielles :**

Ces HE agissent selon leur tropisme ; ce terme signifie que chaque huile exerce ses pouvoirs curatifs sur un organe ou une zone en particulier, ces substances volatiles pénètrent les tissus et l'organisme. Par exemple, l'HE de basilic est particulièrement actif au niveau de la digestion. Celle de cyprès améliore la circulation. Il est donc très important de se renseigner sur les effets thérapeutiques des ME car leur usage peut comporter des inconvénients. Par exemple, un ME de menthe des champs est indiquée pour stimuler les personnes fatiguées, elle soulage les douleurs névralgiques mais ne doit jamais être utilisée dans un bain, sous peine d'irritation sérieuse de la peau. Outre ces propriétés principales, elles ont toutes une vertu [54].

### **II.3.3. Méthode d'extractions des huiles essentielles :**

Les méthodes d'extraction des huiles essentielles sont très variées, elles s'étalent des plus traditionnelles à celles qui font appel aux techniques récentes. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physicochimiques du produit voulu et son utilisation ultérieure. Il existe plusieurs méthodes d'extraction dont voici les principales :

#### **II.3.3.1. Expression a froids :**

La technique d'extraction à froid est exclusivement utilisée pour l'extraction des huiles essentielles des agrumes (orange, pamplemousse, mandarine...). Elle consiste à soumettre la substance végétale à une forte pression à l'aide d'une presse hydraulique, ce qui nous permet

d'obtenir une émulsion d'eau et de l'huile essentielle qui est récupérée après centrifugation et filtration [55].

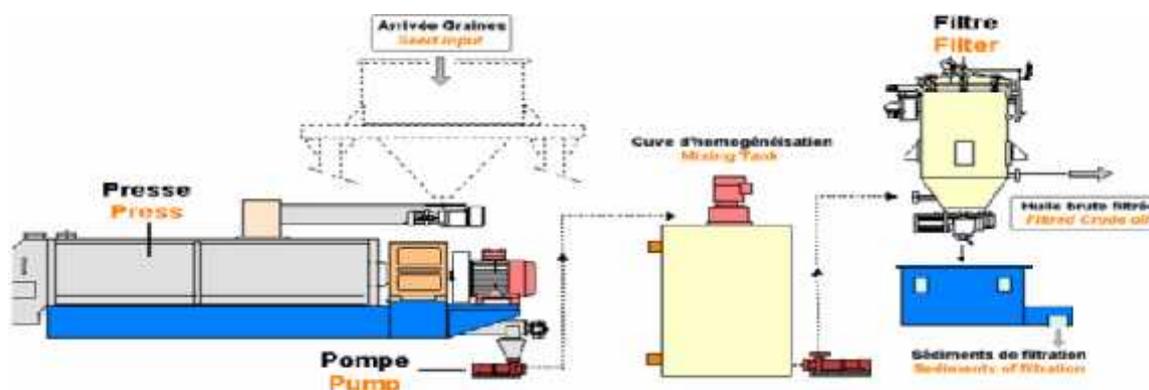


Figure II.1 : Montage d'extraction par expression à froid.

### II.3.3.2. Extraction par hydro distillation :

Elle consiste à immerger le végétale dans un alambic rempli d'eau, que l'on porte ensuite à l'ébullition. La vapeur d'eau et l'huile libérée par le matériel végétal formant un mélange non miscible. Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, à cause de l'eau, de l'acidité, de la température du milieu, il peut se produire des réactions d'hydrolyses, de réarrangements, d'arénisations, d'oxydations, d'isomérisations,...qui peuvent très sensiblement conduire à une dénaturation de l'huile essentielle.

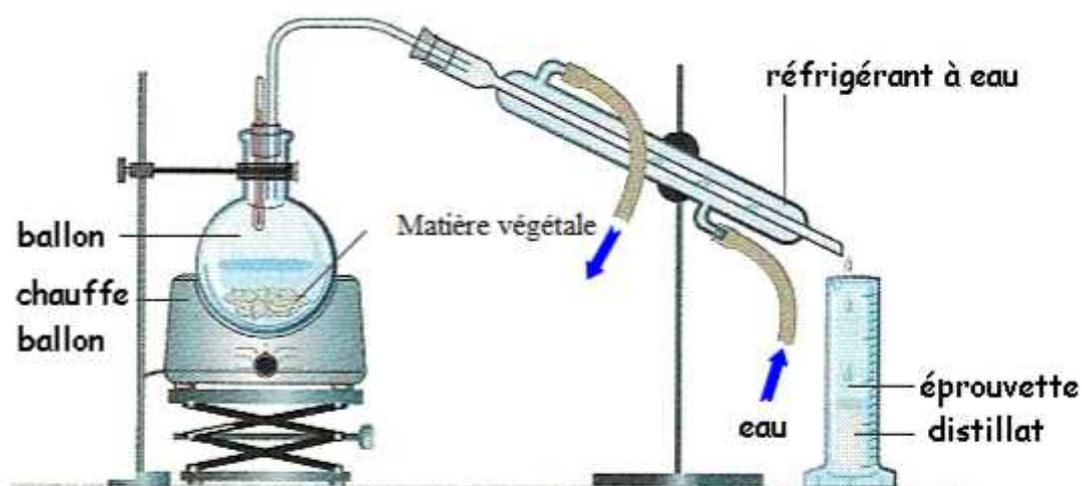


Figure II.2: Montage d'extraction par la technique d'hydrodistillation.

### II.3.3.3. Extraction par entrainement à la vapeur d'eau :

Les méthodes d'extraction par l'entrainement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entrainables par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement bas. Contrairement à l'hydrodistillation, la matière végétale dans ce cas n'est pas en contact de l'eau. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans l'extracteur, l'huile essentielle se libère du tissu végétal et se fait entrainer par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeur est condensé sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation.

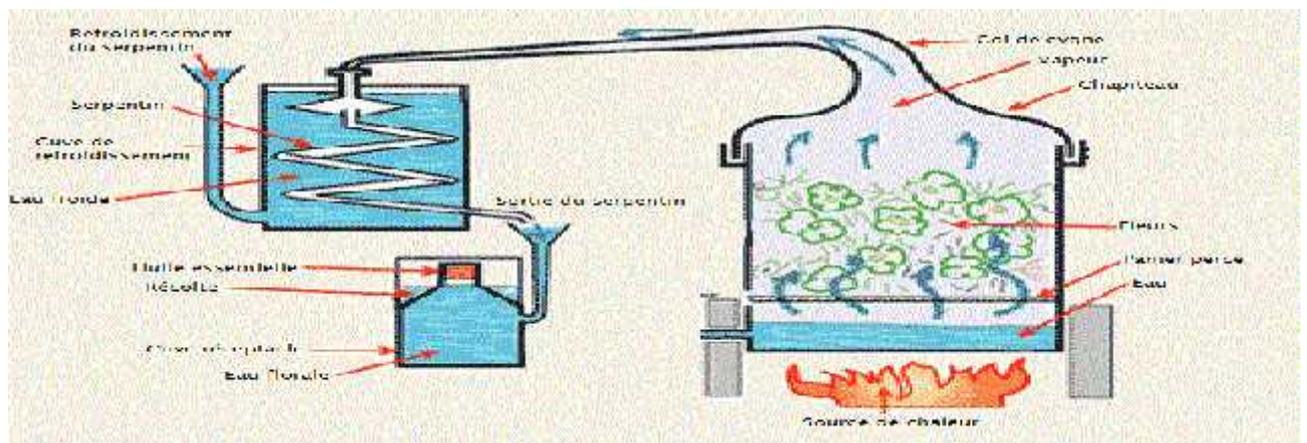


Figure II.3 : Montage d'extraction des H.E. par l'entrainement à la vapeur d'eau.

### II.3.3.4. Hydro diffusion :

Contrairement à la distillation à la vapeur, la vapeur injectée dans ce système est du haut de l'alambic vers le bas. Le mélange de vapeur-huile essentielle est condensé directement en dessous du support de la plante à travers un plateau perforé.

Ce procédé permet de réduire la consommation en vapeur, réduire le temps de distillation et d'obtenir un meilleur rendement en comparaison avec distillation à la vapeur.

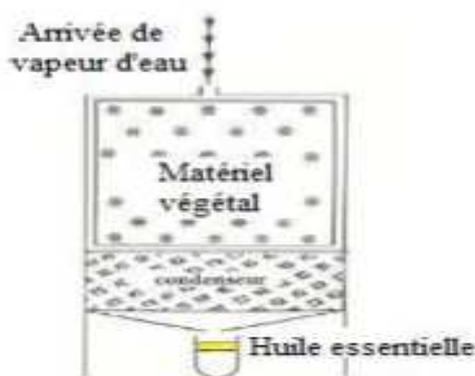


Figure II.4 : Schéma explicatif de l'hydro diffusion.

### II.3.3.5. Extraction par gaz supercritique :

La technique se base sur la solubilité des constituants dans le CO<sub>2</sub>. Il permet l'extraction dans le domaine supercritique et la séparation dans le domaine gazeux ; le CO<sub>2</sub> sous pression et à température supérieure à 31°C, le gaz carbonique se trouve dans un état "supercritique", la matière végétale est chargée dans l'extracteur puis le CO<sub>2</sub> est introduit sous pression. Le mélange est recueilli dans un vase d'expansion. La pression y étant réduite, le CO<sub>2</sub> reprend sa forme gazeuse et est complètement éliminé. L'extrait végétal est isolé, les matières premières ainsi obtenues sont proches du produit naturel d'origine sans trace résiduelle de solvant. Les fluides supercritiques comme le CO<sub>2</sub> sont de bons solvants à son point critique alors qu'ils ne le sont pas à l'état gazeux. Les avantages de ce procédé est que le CO<sub>2</sub> est inerte chimiquement, naturel, non toxique et bon marché et facilement séparable de l'extrait. L'extraction au CO<sub>2</sub> est supercritique, est une technique intéressante qui apporte de nouvelles notes olfactives, cependant son installation reste coûteuse et l'appareillage et encore envahissant [56].

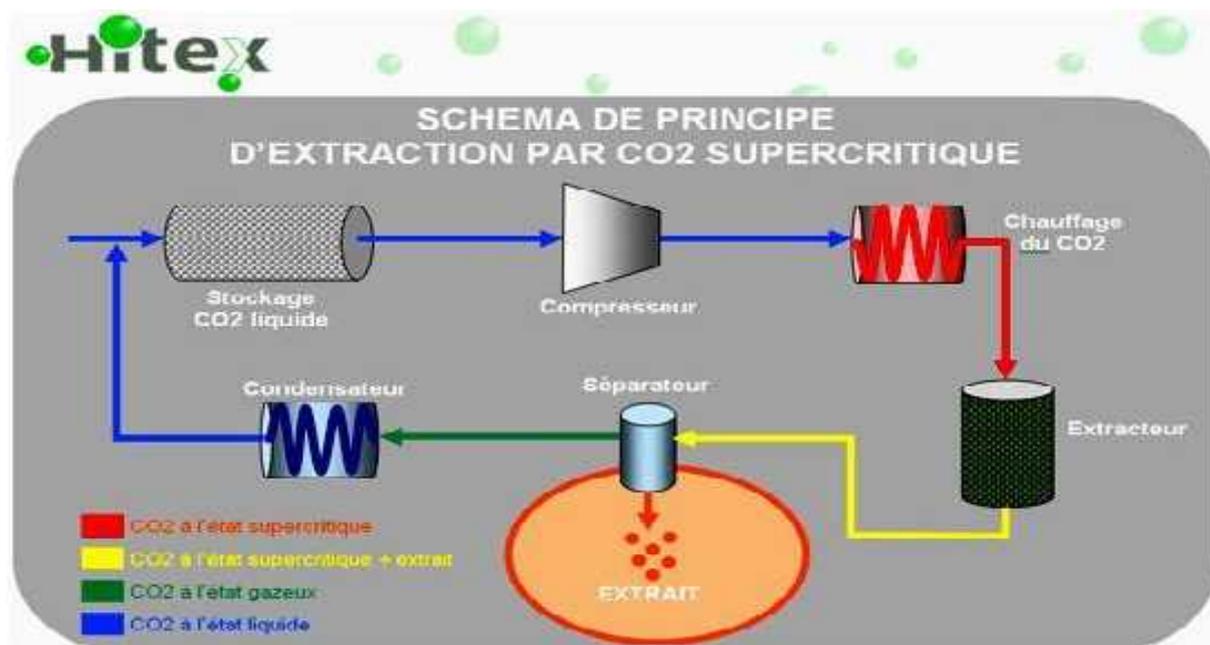


Figure II.5 : Schéma du principe d'extraction par CO2 supercritique.

### II.3.3.6. Extraction par les corps gras :

La méthode d'extraction par le corps est utilisée en fleurage dans le traitement des parties fragiles des plantes telles que les fleurs, qui sont très sensibles à l'action de la température. Elle met à profit la liposolubilité des composés odorants des végétaux dans les corps gras. Le principe consiste à mettre les fleurs en contact d'un corps gras pour le saturer en molécules odorantes. Le produit obtenu est une pommade florale qu'est ensuite épuisée par un solvant qu'on élimine sous pression réduite.

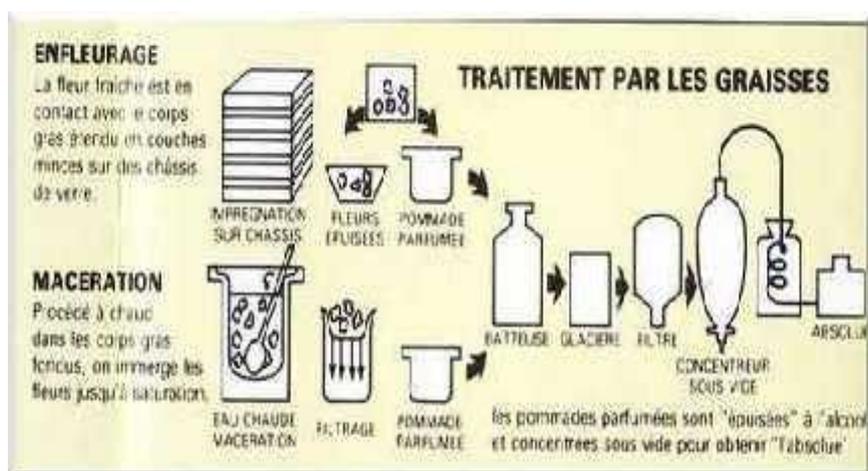


Figure II.6 : schéma explicatif d'extraction par les corps gras.

### II.3.3.7. Extraction par solvants volatils :

La méthode de cette extraction est basée sur le fait que les essences aromatiques sont solubles dans la plupart des solvants organiques. L'extraction se fait dans des extracteurs de construction variée. Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition qui par la suite, sera éliminé par distillation sous pression réduite. L'évaporation du solvant donne un mélange odorant de consistance pâteuse dont l'huile est extraite par l'alcool. L'extraction par les solvants est très coûteuse à cause du prix de l'équipement et de la grande consommation des solvants. Un autre inconvénient de cette méthode, est leur manque de sélectivité ; de ce fait, de nombreuses substances lipophile (huiles fixes, phospholipide, caroténoïdes, cires, coumarines, etc.) peuvent être extraites dans le mélange pâteux ce qui impose une purification ultérieure [56].

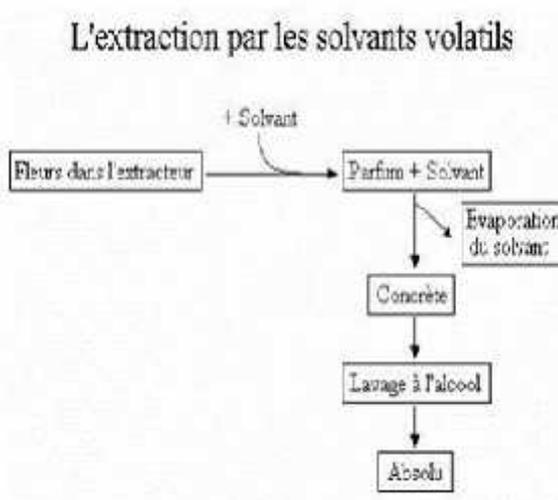
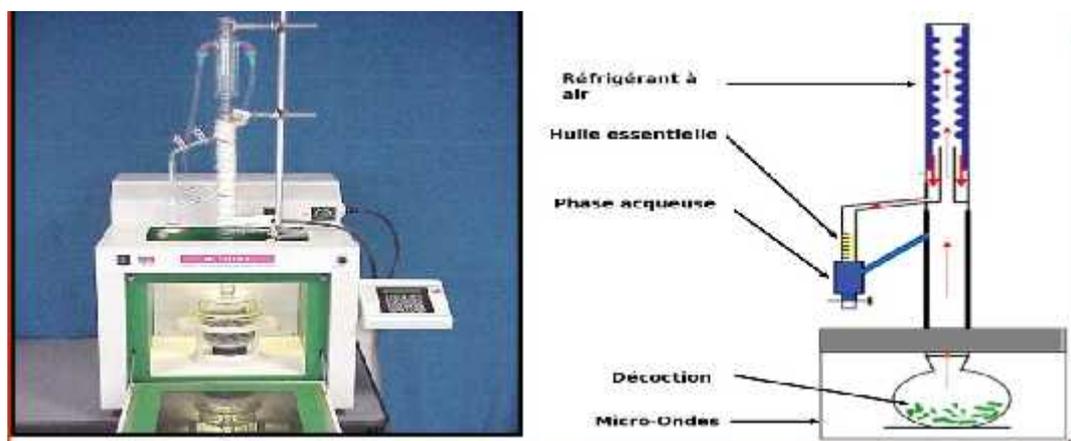


Figure II.7: photo et schéma explicatif d'extraction par les solvants volatils.

### II.3.3.8. Extraction assistée par micro-ondes :

La micro-onde agit sur certaines molécules, telles que l'eau, qui absorbent l'onde, et convertissent son énergie en chaleur. Dans une plante, les micro-ondes sont absorbées par les parties les plus riches en eau (les vacuoles, véritables réservoirs liquides des cellules), puis convertis en chaleur. Ils en résultent une soudaine augmentation de la température à l'intérieur du matériel, jusqu'à ce que la pression interne dépasse la capacité d'expansion des parois cellulaires. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, et les substances situées à l'intérieur des cellules peuvent alors s'écouler librement à l'extérieur du tissu biologique, et l'huile essentielle est entraînée par la vapeur d'eau.

L'avantage essentiel de ce procédé est de détruire, considérablement, la durée de distillation (ramenée à quelques minutes) et incrémente le rendement d'extrait [56].



**Figure II.8 :** Montage de l'extraction assistée par micro-ondes.

### II. 3.4. Parfumerie et cosmétologie :

Un grand nombre d'HE (400 à 500) est utilisé dans l'élaboration de la majorité des parfums et produits de toilette. Ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique tout en leur assurant une odeur agréable [58]. De même, certains constituants chimiques isolés à partir d'HE peuvent faire l'objet de transformations chimiques donnant naissance à de nouvelles odeurs; ainsi, à partir de l'eugénol tiré de l'essence de girofle, on aboutira à l'isogénol qui a une odeur d'œillet [58].

### II. 3.5. Toxicité des huiles essentielles :

Les études scientifiques montrent que les huiles essentielles peuvent présenter une certaine toxicité. Il faut cependant remarquer que celle-ci varie selon la voie d'exposition et la dose prise [59].

Les huiles essentielles semblent n'être toxiques par ingestion que si celle-ci est faite en de grandes quantités et en dehors du cadre classique d'utilisation. Les huiles ne seront toxiques par contact que si des concentrations importantes sont appliquées [59].

Selon [60], les huiles essentielles sont des substances très puissantes et très actives, c'est la puissance concentrée du plant aromatique, il ne faut donc jamais exagérer les doses, quelque soit la voie d'absorption, car toute substance est potentiellement toxique à dose élevée ou répétée. Paracelse a dit: "rien n'est poison, tout est poison, tout dépend de la dose "Il faut

également savoir qu'une période trop prolongée provoque l'inversion des effets et fou l'apparition d'effets secondaires indésirables.

#### II.4. Etude phytochimique de *pimpinella anisum L* :

Les graines de l'anis vert ont été investiguées pour leur composition phytochimique, ainsi les résultats ont révélé à travers plusieurs études, la présence des principaux composés bioactifs : polyphénols, flavonoïdes et tanins [61, 62, 63].

De plus, les graines de *pimpinella anisum L* sont constituées majoritairement de [64] :

- ✓ Polysaccharides, flavonoïdes, hétérosides de flavones.
- ✓ Lipides (15-29%).
- ✓ Acides phénols.
- ✓ Furcoumarines et hydroxycoumarines.
- ✓ Glucides de l'acide 4-Hydroxybenzoïque.
- ✓ Huile fixe (25-30%).
- ✓ Huile essentielle (105-6%) constituée majoritairement de Trans anéthol.

Une étude sur la composition des graines entières d'anis vert a démontré que le composé majoritaire le Trans anéthol est présent à un pourcentage de 57.4 % dans les graines et à 75.2 % dans l'huile essentielle [65]. Ainsi, l'huile essentielle de *pimpinella anisum L* est composée de divers constituants qui sont mentionnés dans le tableau 01 :

**Tableau II.1** : composition chimique de l'huile essentielle des graines d'anis vert [66] :

	Composé	Pourcentage (%)
<b>Hydrocarbures terpénique</b>	Alcool anisique	0.2-0.4
	-bisabolène	1.3
	-zingibérène	1.5
	-hémachalène	9.9
	B-caryophylène	8-23.7
<b>Phénols</b>	Méthyle-chavicol (estragol)	0.1-5
	(z)-anéthol	0.2-1.1
	(E)-anéthol	75.2-96.1
<b>Alcools</b>	Linalol	0-2.2

---

	Alcool anisique	0.2-0.4
<b>Aldéhyde</b>	Anis aldéhyde	0.5-2.5
<b>Ester</b>	Phényle	1-14

## **Travaux antérieurs**

**III.1. Borago officinalis :**

La composition phytochimique de deux travaux sur Borago officinalis par HPLC est présentée dans le Tableau.1 :

**Tableau III.1 :** composition phytochimique de deux travaux sur Borago officinalis par HPLC [67, 68].

<b>Composition phytochimique</b>		
<b>Composant</b>	<b>Travail 1</b>	<b>Travail 2</b>
<b>Flavonoïdes</b>	++	++
<b>Anthocyanes</b>	+	+
<b>Alcaloïdes</b>	++	-
<b>Saponines</b>	++	-
<b>Glycosides</b>	++	++
<b>Tannins totaux</b>	++	++
<b>Tannins catéchiques</b>	+	+
<b>Séco-iridoïdes</b>	-	+
<b>Aldéhyde phénolique</b>	-	+
<b>Stérol</b>	-	+
<b>Acides phénoliques</b>	++	++
<b>Coumarine</b>	-	-
<b>Acides gras</b>	-	-

++ Richesse

+ Présence

- Absence

A partir de ses deux travaux on note la présence avec richesse de matières suivantes dans la plante Borago officinalis : **Flavonoïdes, Glycosides, Tannins totaux, Acides phénoliques**

Et la présence avec un taux normale des matières suivants : **Anthocyanes, Tannins catéchiques.**

On note l'absence de matières suivantes dans la plante Borago officinalis pour les deux travaux : **Coumarine, Acides gras.**

La différence de la teneur en matières dans la plante Borago officinalis est notée dans les matières suivantes :

- **Alcaloïdes, Saponines** : ils existent dans le premier travail et absent dans le deuxième.
- **Séco-iridoïdes, Aldéhyde phénolique, Stérol** : il n'existe pas dans le premier travail mais ils sont présents dans le second.

Le rendement et propriété organoleptique de deux travaux sur *Borago officinalis* est présentée dans le Tableau.2 :

**Tableau III.2 :** Rendements et propriété organoleptique des travaux différentiels obtenus pour *Borago officinalis* [67, 68].

<b>Rendements, couleurs et odeurs des huiles essentielles <i>Borago officinalis</i></b>			
	<b>Rendement %</b>	<b>Couleur</b>	<b>Odeur</b>
<b>Travail 1</b>	0.054±0.009%	Transparente à blanchâtre	Spécifique
<b>Travail 2</b>	4.83±0.40%	Pâte marron foncé	Spécifique

On note que le rendement est plus élevé dans le deuxième travail par rapport au premier et la couleur différente pour les deux.

L'activité antioxydant de deux travaux sur *Borago officinalis* par la méthode DPPH est présentée dans le Tableau.3 :

**Tableau III.3 :** présentation de l'activité antioxydant des extraits de plantes, mesurées par la méthode DPPH [67, 68].

<b>IC<sub>50</sub> de l'extrait (µg/ml)</b>		
	<b>Travail 1</b>	<b>Travail 2</b>
<b>Borago officinalis</b>	92,85 ± 3,07	150,37 ± 0,99
<b>Vit C</b>	1,8 ± 0.009	3,14 ± 0,36

L'activité antioxydant pour la plante *Borago officinalis* est augmentée dans le premier travail parce que "une valeur faible d'IC<sub>50</sub> indique une activité antioxydante forte", et pour la vitamine c elle est presque la même.

### **III.2. Pimpinella anisum :**

La composition phytochimique de deux travaux sur *Pimpinella anisum* par HPLC est présentée dans le Tableau.4 :

**Tableau III.4** : composition phytochimique de deux travaux sur pimpinella anisume par HPLC [69, 70].

<b>Etude phytochimique</b>		
<b>Composante</b>	<b>Travail 1</b>	<b>Travail 2</b>
<b>polyphénols</b>	+++	+++
<b>Flavonoïdes</b>	++	++
<b>Alcaloïdes</b>	+	+
<b>Stéroïdes</b>	-	-
<b>Saponins</b>	-	-
<b>Résines</b>	-	-

+++ : Fortement présent ; ++: moyennement présent ; +: faiblement présent ; - : absent

A partir de ses deux travaux on note la présence avec richesse de matières suivantes dans la plante Pimpinella anisume : **polyphénols et Flavonoïdes**, pour les **Alcaloïdes** sont faiblement présents.

On note l'absence de matières suivantes dans les deux travaux : **Stéroïdes, Saponins et Résines**.

L'activité antioxydant de deux travaux sur Pimpinella anisum par la méthode DPPH est présentée dans le Tableau.5 :

**Tableau III.5** : activité antioxydant de différent travail, mesurées par la méthode DPPH [69, 70].

<b>Activité antioxydant</b>		
	<b>Travail 1</b>	<b>Travail 2</b>
<b>Concentration mg/ml</b>	<b>1mg/ml</b>	<b>1mg/ml</b>
<b>Activité Scavenger %</b>	<b>73.23%</b>	<b>40.47%</b>

L'activité antioxydant du premier travail elle est augmentée par rapport le deuxième dans la même concentration (1mg/ml). Cela pourrait être dû à la richesse de la graine en flavonoïdes et acides phénoliques notamment.

Enfin on a vu de l'étude comparative entre les plantes *Borago officinalis* et *Pimpinella anisum* on note que les compositions phytochimiques indiquent que les acides phénoliques et les flavonoïdes, ainsi que leurs dérivés respectifs représentent des familles majoritaires dans les deux plantes étudiées.

L'analyse par HPLC a révélé que les graines de l'anis vert (*Pimpinella anisum*) pourraient contenir les flavonoïdes suivants : l'esculetine, la rutine, la quercétine, et des acides phénoliques suivants : l'acide salicylique et la coumarine [69, 70].

L'analyse par HPLC a révélé que la plante de bourache (*Borago officinalis*) pourrait contenir les flavonoïdes suivants : Lutéoline, Quercétine, glucoside, et des acides phénoliques suivants : Acide Dihydrofêrulique, Acide caféique [67, 68].

Le test DPPH montre nous que les deux plantes (*Borago officinalis* et *Pimpinella anisum*) ont une activité antioxydante importante.

### **III.1.1. Les activités biologiques de *Borago officinalis* :**

#### **III.1.1.1. Activité antimicrobienne et souche bactérienne :**

L'effet le plus étudié pour les huiles essentielles est leur pouvoir antibactérien. Certaines huiles essentielles comme le géranium ou certains composés comme le géranol montrent une bonne activité antimicrobienne contre des germes résistants [71]. Il a été même suggéré d'utiliser l'effet antimicrobien des huiles essentielles dans l'industrie agroalimentaire et principalement dans la conservation des aliments et leur protection des phénomènes de dégradation liés à la présence des germes, et même en solution pour le lavage des fruits et légumes [72].

**Les souches bactériennes :** *Escherichia coli* E256, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* PI96, *Staphylococcus aureus* S1431, *Klebsiella pneumonia* K36, *Bacillus cereus* B43, *Bacillus subtilis* B145 en utilisant la méthode de diffusion sur disque comme décrit précédemment par Boussaada et al [73].

### **III.2.1. Les activités biologiques de *Pimpinella anisum*:**

#### **III.2.1.1. activité antioxydant :**

Certaines études établis suggèrent que l'H.E d'anis vert peut agir comme un antioxydant [74,13], ainsi les études de [75] sur l'ulcère gastrique chez le rat étaient suivis par celle de [76] qui ont conclu que l'effet anti ulcéreux d'H.E d'anis était du probablement à ses propriétés antioxydants. D'autre part, [77] ont trouvés une forte corrélation entre le potentiel antioxydant et les fractions flavonoïdes qui représentent l'une des composés actifs de cette huile essentielle.

#### **III.2.1.2. Activité antimicrobienne et souche bactérienne :**

Il a été démontré que l'H.E d'anis est active contre plusieurs bactéries [78], dont elle inhibe la croissance de nombreuses espèces y compris *Staphylococcus aureus*, *E .coli*, *Bacilles subtilis* et *pseudomonas aeruuginosa* [79, 80].

### **III.3. Résultats et discussion pour la plante *Borago officinalis* :**

#### **III.3.1. Analyses phytochimique de la plante *Borago officinalis* :**

Ces différences de composition phytochimique ne sont que le reflet de l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur la synthèse des métabolites secondaires par les plantes. En effet, il existe plusieurs facteurs externes pouvant influencer la composition chimique des métabolites secondaires: le sol, les agents pathogènes, la température, la lumière et le taux d'humidité [81].

#### **III.3.2. Rendements et propriété organoleptique de la plante *Borago officinalis* :**

Les rendements en huiles essentielles et les caractéristiques organoleptiques sont déférentes parce que les plantes ne sont pas prises de la même région donc les conditions de milieu déférent.

#### **III.3.3. L'activité antioxydante de la plante *Borago officinalis* :**

La richesse en polyphénols découle forcément une activité antioxydante parce que l'activité antioxydante des extraits de plantes est généralement liée à leur teneur en composés phénoliques.

Il serait donc intéressant d'identifier les composés phénoliques présents dans nos extraits pour pouvoir expliquer ces résultats, car [82] ont montré que l'augmentation du pouvoir réducteur dépend du nombre de groupements hydroxyles présents dans les molécules et de leurs positions (para ou ortho).

Cette déférence entre l'activité antioxydante sont probablement dues à l'influence du climat car la synthèse des polyphénols, bien que sous la dépendance de facteurs génétiques, elle est particulièrement sensible aux changements de conditions du milieu notamment l'état hydrique, la période de maturation, la température et le rayonnement [83].

### **III.4. Résultats et discussion pour la plante *Pimpinella anisum* :**

#### **III.4.1. Analyses phytochimique de la plante *pimpinella anisum* L :**

Les polyphénols représentent les composés majoritaires dans la plante puisqu'ils agissent comme des antioxydants primaires contre les radicaux libres [84], ces données sont en cohérence avec nos résultats. De plus, les composés phénoliques sont constitués par de nombreuses catégories, dont les plus abondants sont les flavonoïdes qui possèdent un potentiel antioxydant remarquable [85, 86]. Cependant, ces dernier sont naturellement présents dans la plante ainsi sont considérés d'avoir des effets positifs sur la santé humaine.

#### **III.4.2. L'activité antioxydante de la plante *pimpinella anisum* L:**

La capacité antioxydante des extraits de plante dépend de plusieurs paramètres tel que : la composition des extrais ainsi sue la manipulation des tests in vitro. Pour cela, l'évaluation de l'activité antioxydante nécessite au moins l'utilisation de deux tests au bien deux méthodes différentes puisque chaque composé possède un mécanisme d'action propre à lui [87].

Enfin, les conditions environnementales et la répartition géographique différentielle, Pouvant modifier la constitution des plantes en composés phénoliques et leurs dérivés (acides phénoliques, flavonoïdes... etc.), a aussi induit des différences dans leur pouvoir antioxydant [83].

Par exemple, les activités antioxydants des acides phénoliques et leurs dérivés, tels que les esters, dépendent du nombre de groupes hydroxyle dans les molécules [82].

## **Conclusion**

## **Conclusion :**

*Borago officinalis* (la bourache) et *Pimpinella anisum* (l'anis vert) sont deux plantes utilisées en phytothérapie.

D'après notre étude, ces deux espèces ont montré une richesse importante en composés polyphénols et un pouvoir antioxydant élevé.

L'analyse par HPLC a révélé que les graines de l'anis vert (*Pimpinella anisum*) pourraient contenir les compositions phytochimique indique que les acides phénoliques et les flavonoïdes, les tanins ainsi que leurs dérivés respectifs représentent des familles majoritaires.

L'analyse par HPLC a révélé que les graines de la bourache (*Borago officinalis*) pourraient contenir les compositions phytochimique indique que les acides phénoliques et les flavonoïdes, Glycosides ainsi que leurs dérivés respectifs représentent des familles majoritaires.

L'étude du pouvoir antioxydant par la méthode de réduction de radical libre DPPH a révélé que la plante de bourache (*Borago officinalis*) qui donné le pouvoir antioxydant pour une valeur faible d'IC<sub>50</sub> indique une activité antioxydante forte, et une concentration 1 mg/ml capable pour la plante de l'anis vert (*Pimpinella anisum*).

Notre modeste étude met en valeur l'importance de ses espèces utilisées en phytothérapie ainsi que leur richesse en polyphénols, mais cette étude doit être approfondie pour identifier les autres pics qui sont assez importants.

Utiliser d'autres techniques plus sophistiquées comme l'infra rouge et la spectroscopie de masse afin de mettre en évidence d'autres composés et métabolites.

Tester d'autres activités antimicrobiennes, antibactériennes et antifongiques.....

## **Référence bibliographique**

1. Delille Lucienne. Les plantes médicinales d'Algérie, Alger: édition Berti, (2007) [1].
2. Beloued, A. Plantes médicinales d'Algérie. Office Des Publications Universitaires. Alger. (1998) [2].
3. Dufresne et al. C., Ouellet, C., Beauregard, G. & Rioux, A. (2010). La bourrache. Guide de production sous régie biologique, Québec, 26. (2010) [3].
4. Giri et al. Giri, M., Swamy, V.B.M. & Jayaveera, K.N. Evaluation of Nootropic Activity of leaves of *Borago officinalis*. RJPBCS, 3: 405-414. (2012) [4].
5. Gareth G., Elizabeth Y., Brechany Frances M., Jackson William W., Christie Sten Stymne, Keith Stobart A. Distribution and biosynthèses of stearidonic acid in leaves of *Borago officinalis*. Phytochemistry. 43(2): 381-386. (1996) [5].
6. Barnes J., Anderson L.A., Phillipson J. D. Herbal Medicines: à guide for healthcare professionals. 2nd edition. Londres. Pharmaceutical Press. 530p. (2007) [6].
7. Gilani A.H., Bashir S., Khan A. Pharmacological basis for the use of *Borago officinalis* in gastrointestinal. Respiratory and cardiovascular disorders. Journal of Ethnopharmacologie. 114: 393–399. (2007) [7].
8. Jäger A. K., Lasse Saaby. Flavonoids and the CNS. Molecules. 16 (2): 1471-1485. (2013) [8].
9. Tan E. K., Amit K. Srivastava, David Arnold D., Mahendra P. Singh, Yiyang Zhang. Neurodegeneration: Etiologies and New Therapies. ID 272630. 2. (2015) [9].
10. Gupta Mayank, Singh Swati. *Borago officinalis* LINN. An important medicinal plant of mediterranean region: A review. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. 5(1): 27-34. (2010) [10].
11. Jouad H., Haloui M., Rhiouani H., El Hilaly J., Eddouks M. Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac and renal diseases in the North centre region of Morocco (Fez–Boulemane). Journal of Ethnopharmacology. 77: 175– 182. (2001) [11].
12. Arslan N., B. Gürbüz, E. O. Sarihan, A. Bayrak, and A. Gümü çü. "Variation in essential oil content and composition in Turkish anise (*Pimpinella anisum* L.) populations," Turkish J. Agric. For., vol. 28, no. 3, pp. 173–177. (2004) [12].
13. Gülçin I., M. Oktay, E. Kireççi, and Ö. I. Küfrevio lu. "Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts," Food Chem., vol. 83, no. 3, pp. 371–382. (2003) [13].
14. Peter, K.V. handbook of herbs and spice. Edition : wood head publishing limited, 325 pages. (2001) [14].

15. Small, E .top 100food plants. Edition : national research council of canada press. 620 pages. (2009) [15].
16. Rao, A.V .Herbal cure for common diseases. Edition : Diamond Pocket books (New Delhi), (1999) [16].
17. Hanlet, P. Buttner, R. et Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural corps (except ornamentals).Edition : springer (New York). 3643 pages. (2006) [17].
18. Bakhru, H.K.Indian spices and condiments as natural healers.Edition : jaico, Mumbai (india). 163 pages. (2001) [18].
19. Pierre et Lys M. Secrets des plantes. Edition : Artémis (France). 448 pages. (2007) [19].
20. Klusiewicz et Fonteneau, J.M.Travaux pratiques de préparation et de conditionnement des médicaments. Edition : Wolters Kluwer. 264 pages. (2008) [20].
21. Barddeau, F.les huiles essentielles-édition : lanore ; 330 pages. (2009) [21].
22. Garnier, C .Mes petites recette magiques aux super-épices.édition : Ledus. 203 pages. (2011) [22].
23. Watson R.R,Patel V.B et Preedy,V.R .Nuts and seeds in health and disease prevention-édition : Elsevier,1187 pages. (2001) [23].
24. Ullah H, A. Mahmood, M. Ijaz, B. Tadesse, and B. Honermeier, "Evaluation of anise (*Pimpinella anisum* L) accessions with regard to morphological characteristics , fruit yield , oil contents and composition," *J. Med. Plants Res.*, vol. 7, no. 29, pp. 2177–2186, (2013) [24].
25. Acimovic M, V. Tesevic, M. Todosijevic, J. Djisalov, and S. Oljaca, "Compositional characteristics of the essential oil of *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare* grown in Serbia," *Bot. SERBICA*, vol. 39, no. 1, pp. 9–14, (2015) [25].
26. Cengiz N, "Hepatoprotective Effects of *Pimpinella anisum* Seed Extract in Rats," *pharmacologyonline*, pp. 870–874, (2008) [26].
27. Janahmadi M, S. Farajnia, J. Vatanparast, H. Abbasipour, and M. Kamalinejad, "The fruit essential oil of *Pimpinella anisum* L . ( Umbelliferae ) induces neuronal hyperexcitability in snail partly through attenuation of after-hyperpolarization," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 120, pp. 360–365, (2008) [27].
28. Kadan S, M. Rayan, and A. Rayan, "Anticancer Activity of Anise (*Pimpinella anisum* L). Seed Extract," *Open Nutraceuticals J.*, vol. 6, pp. 1–5, (2013) [28].
29. Aurand and W. Leonard, *Food composition and analysis*, vol. 4. (1966) [29].
30. Loomis T.Essential of toxicology. Philladelphia : Lea and Febiger, (1968) [30].

31. Hosseini Behbahani M, Y. Ghasemi, M. J. Khoshnoud, P. Faridi, G. Moradli, and N. Montazeri Najafabady, "Volatile oil composition and antimicrobial activity of two *Thymus* species," *Pharmacogn. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 77–79, (2013) [31].
32. Al-Ramahi,R, Jaradat ,N. Adawi,D,2013.Use of herbal medicines during pregnancy in a group of palestinian women .*J.Ethnopharmacol.*150 ,97-84. (2013) [32].
33. De Mello, F.B, Langeloh, A, de Mello,J.R.B.Pre-clinic toxicological study of aphytoterapie containing *pimpinella anisum*, *Foeniculum foeniculum*, *Sambucusaustralis* and *Cassia angustifolia* .*Lat Am J .Pharm* ,26 :20-237. (2007) [33].
34. Ozbek H, Ozturk M, Ozturk A, Ceylan E, Yener Z .determination of lethal dose of volatile and fixed oils of several plants .*Eastem Journal of Medecine.* 9(1) :04-06. (2004) [34].
35. Lis–Balchin,M. Aromatherapy science : aguide for health care professionals.Edition :pharmaceutical press (London).451 pages. (2006) [35].
36. Eruopean Scientific Cooperative on Phytotherapy (ESCOP). Monographs : the scientific foundation for herbal medicinal products, 556 pages. (2003) [36].
37. Newall, A et al, in K-V.Peter (2001)-handbook of herbs and spice –edition : wood head publishing limited, 3250 pages. (1998) [37].
38. De Vincenzi, M et al, in I-A Khan et E-A Abourashed (2011)- Leung’s encyclopedia of common natural ingredients –edition : John billey and sons ,810 pages. (2000) [38].
39. Aouadhi S. Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle. à%otide de 57 plantes recommandées par les herboristes. Faculté de médecine de Tunis - Master, 104- 106. 15-166p. (2010) [39].
40. Sabin Mohamed, Boudali Mohamed. La phytothérapie entre la confiance et méfiance .thèse doctorat université baji mokhtare.annaba (2012) [40].
41. Moattir.R., Fauron.R, et Donadieny. Thérapeutique différante.Eddition de LIBRAIRIE MALOINES, Paris, 243p. (1983) [41].
42. Anonyme 1 ; Symposium international.sur les plantes médicinales et la phytothérapie. Ed .O.P.U .Constantine Algérie. Pp.113. (2007) [42].
43. Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deelesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. Larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. p10-12. (2001) [43].
44. Jammaledine M. Extraction et caractérisation de la composition des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* du Moyen Atlas [Mémoire]. Université sidi mohammed ben abdellah. Fès, (2010) [44].

45. Iserin P. Encyclopédie des plantes médicinales 2ème édition. Paris: Larousse. Edition (2001) [45].
46. Wicht M, Anton R. Plantes thérapeutiques. Tradition pratique officinales, science et thérapeutique. 2ème édition. Paris : Edition TEC et DOC [46].
47. Jorite S. La phytothérapie, une discipline entre passé et future : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. [Thèse]. Bordeaux, Université de Bordeaux, (2015) [47].
48. Abdelaziz M. Caractérisation activité antimicrobienne de trois espèces de Saugé [thèse]. Chleff. Université Hassiba Benbouali, (2013) [48].
49. Barka S.; Ben Attallah S. « L'effet de deux plantes médicinales sur quelques Bactéries pathogènes », Mémoire de fin d'étude d'ingénieur (université d'Ouargla), P3-P13. (2010) [49].
50. Baba Arbi H. « Importance relative d'exploitation des plantes médicinales dans la pharmacopée traditionnelle à l'Est du Sahara septentrional (cas de Ouargla et Touggourt », Mémoire de fin d'étude d'ingénieur (université de Ouargla). (2010) [50].
51. Axel Ghestem – Elisabeth Seguin –Michel paris, Anne\_Marie Orecchioni. Préparateur en pharmacie (dossier 2) botanique\_ pharmacognosie phytothérapie Homéopathie; Edition: Tec&doc paris (2000). Cité in SALHI, FAATIT et KAROUI, (2011) ; l'étude phytochimique et biologique du thapsia garganica. (2000) [51].
52. Benoit G. Etat des lieux sur l'aromathérapie dans les officines : enquête sectorielle dans le département de Vienne [Thèse]. Université de poitiers faculté de médecine et de pharmacie, (2015) [52].
53. Brunton J. Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3ème édition. Paris [53].
54. Maach A. et Jemali A. Etude des caractéristiques physico-chimiques des HE de deux plantes aromatiques cultivées au Maroc : Menthe Naa Naa Abdi, Coriandre. IAV Hassan II, Rabat, Maroc. (1986) [54].
55. GAUDA A, "Etude des principales huiles essentielles utilisées en rhumatologie," thèse doctorale, université Toulouse 3 Paul Sabatier Faculté des Sciences Pharmaceutiques, France (2013) [55].
56. Duval L, "Les huiles essentielles à l'officine," thèse du doctorat, Université de Rouen de médecine et de pharmacie de Rouen, (2012) [56].
57. Roulier G. les huiles essentielles pour votre santé ; traité pratique d'aromathérapie : propriétés et indication thérapeutiques des essences de plantes. Ed Dangles, France. (1992) [57].
58. Vigne P. la France et ses productions aromatiques végétales actuelles. Parfums, Cosmétiques, Aromes.78p.97-103. (1987) [58].

59. Degeyse A. Delpla I. Voinier M. risque et bénéfices possibles des huiles essentielles. Ingénieure du génie sanitaire, atelier santé environnement. (2008) [59].
60. Englebin M. Essences et huiles essentielles : précaution d'emplois et conseils d'utilisation. Centre de formation en aromathérapie. (2011) [60].
61. Al Daihan S, Al-Faham M, Al-shawi N, et al. Antibacterial activity and phytochemical screening of some medicinal plants commonly used in Saudi Arabia against selected pathogenic microorganisms. *Journal of King Saud University – Science*. (2013) [61].
62. Shobha RI, Rajeshwari CU, Andallu B. Anti-peroxidative and anti-diabetic activities of aniseeds (*Pimpinella anisum* L) and identification of bioactive compounds. *AJPCT*. 1(5) :516-527. (2013) [62].
63. Christova-Bagdassarian V.L, Bagdassarian K.S and Atanassova M.S. Phenolic profile, antioxidant and antimicrobial activities from the Apiaceae family (dry seeds). *Mintage Journal of Pharmacy and Medical Science*, 2(4) :26-31. (2013) [63].
64. Bruneton Jean. *Pharmacognosy, phytochemistry, Medicinal plants* (2<sup>e</sup> ed –retirage broch) Lavoisier, 1136 pages. (1 juil.2008) [64].
65. Embong M.B, Hadziyev D, Molnar S. Essential oil from species grown in Alberta. Caraway oil (*Carum carvi*). *Canadian Journal of Plant Science*. (1997) [65].
66. TNO. *Volatil compounds in food. Qualitative and quantitative data*, 7<sup>th</sup> edition, the Netherlands. (1996) [66].
67. Boumendjel A. *Etude des activités biologiques et effets comparatives de Borago officinalis* [thèse de doctorat]. Université Badji Mokhtar Annaba faculté des sciences, (2015) [67].
68. ARAB K. *Etude ethno-pharmacologique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante de quelques plantes médicinales de la région de Tizi Ouzou – Algérie* [thèse]. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen faculté des sciences de la nature et de la vie..., (2015) [68].
69. Y. KANDRI RODI et F. OUZZANI. *Etude phytochimique et évaluation de différentes activités des extraits de Pimpinella anisum* [thèse]. Université Sidi Mohammed ben Abdallah faculté des sciences technique, (2015) [69].
70. Ait Hamadouche N. *Evaluation de l'effet thérapeutique de l'extrait aqueux d'anis vert* [thèse]. Université d'Oran 1 (Ahmed ben Bella) faculté des sciences, (2017) [70].
71. Solorzano Santos F., Miranda Novales M. G. Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*. 23 (2): 136-141. (2012) [71].
72. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *International Journal of Food Microbiology*. 94(3): 223-253. (2004) [72].

73. Boussaada O, J. Chriaa, R. Nabli, S. Ammar, D. Saidana, M.A. Mahjoub, I. Chraeif, A.N. Helal, Z. Mighri, Antimicrobial and antioxidant activities of methanol extracts of *Evax pygmaea* (Asteraceae) growing wild in Tunisia. *World J. Microb. Bio- technol.* 24, 1289–1296 (2008) [73].
74. Farag et El- khawas in D-J. (2013)-Antioxidant properties spices,herbal and other sources-  
edition : Springer ( New York) 5899 pages. (1998) [74].
75. Al Mofleh, I, Abdulqader A Alhaider , Jaber S Mossa, Mohammed O Al-Soohaibani, Syed Rafatullah : Aqueous suspension of anise (*pimpinella anisum* ) protects rats against chemically induced gastric ulcers . *World J Gastroentero.* 21 ; 13 (7) :1112-1118. (2007) [75].
76. Topal et al, in D-J. Charles (2013). Antioxidant properties spices, herbal and other sources.Edition : Springer (New York) 589 pages. (2008) [76].
77. Nickavar et Abolhasani in D-J. Charles (2013). Antioxidant properties spices, herbal and other sources.Edition : Springer (New York) 589 pages. (2009) [77].
78. Friedman et al, in M. Lis-Balchin (2006)- aromatherapy science : a guide for health care professionals – edition : pharmaceutical press (London) 412 pages. (2002) [78].
79. Singh et al, in Watson R.R et al, (2011) – Nuts and seeds in health and diseases prevention –edition : Elsevier, 1187 pages. (2002) [79].
80. Robles-Zepeda et al, in D-J. Charles (2013). Antioxidant properties spices, herbal and other sources.Edition : Springer (New York) 589 pages. (2011) [80].
81. Bourgaud F. Plantes à parfum, aromatiques et médicinales. *Phytomedicine* 17: 548- 550. (2010) [81].
82. Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruoma, O.I. & Bahorun, T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions. *Mut Res.*, 579 : 200-213. (2005) [82].
83. Hossain, M. A. & Shah, M. D. A study on the total phenols content and antioxidant activity of essential oil and different solvent extracts of endemic plant *Merremia borneensis*. *Arab. J. Chem.* In press. (2011) [83].
84. Moussa A.M, Emam A.M, Diab Y.M, Mahmoud M.E and Mahmoud A.S. evaluation of antioxidant potential of 124 Egyptian plants with emphasis on the action of *punica granatum* leaf extract on rats, *International Food Research j.* (2011) [84].
85. Nunes P.X, Silva S.F, Guedes R.J, Almeida S. Biological oxidations and antioxidant activity of natural products, Phytochemicals as nutraceuticals-Global Approches to their role in Nutrition and Health. (2012) [85].
86. Saeed N, Khan M.R and Shabbir M. Antioxydant activity, total phenolic and flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla* L, *BMC Complementary and Alternative Medicine.*( 2012) [86].

87. Wong C.C, Li H.B, Cheng K.W. et Chen F. A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. Food Chemistry. (2006) [87].





## **Liste de tableau**

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>II.1</b>	composition chimique de l'huile essentielle des graines d'anis	<b>22-23</b>
<b>III.1</b>	composition phytochimique de deux travaux sur <i>Borago officinalis</i> par HPLC.	<b>24</b>
<b>III.2</b>	Rendements et propriété organoleptique des travaux différentiels obtenus pour <i>Borago officinalis</i> .	<b>25</b>
<b>III.3</b>	présentation de l'activité antioxydant des extraits de plantes, mesurées par la méthode DPPH.	<b>25</b>
<b>III.4</b>	composition phytochimique de deux travaux sur <i>pimpinella anisum</i> par HPLC	<b>25</b>
<b>III.5</b>	activité antioxydant de différent travail, mesurées par la méthode DPPH.	<b>26</b>

## **Liste de figure**

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.1</b>	Photo de la plante Borago officinalis	<b>2</b>
<b>I.2</b>	plante et graine de Borago officinalis	<b>3</b>
<b>I.3</b>	Propriétés thérapeutiques de bourache	<b>6</b>
<b>I.4</b>	Photo de la plante pimpinella anisume	<b>6</b>
<b>I.5</b>	plante et graine d'anis vert	<b>7</b>
<b>I.6</b>	propriétés thérapeutiques de l'anis vert	<b>10</b>
<b>II.1</b>	Montage d'extraction par expression à froid	<b>16</b>
<b>II.2</b>	Montage d'extraction par la technique d'hydrodistillation	<b>16</b>
<b>II.3</b>	Montage d'extraction des H.E. par l'entraînement à la vapeur d'eau	<b>17</b>
<b>II.4</b>	Schéma explicatif de l'hydro diffusion	<b>18</b>
<b>II.5</b>	Schéma du principe d'extraction par CO2 supercritique	<b>19</b>
<b>II.6</b>	schéma explicatif d'extraction par les corps gras	<b>19</b>
<b>II.7</b>	Photo et schéma explicatif d'extraction par les solvants volatils	<b>20</b>
<b>II.8</b>	Montage de l'extraction assistée par micro-ondes	<b>21</b>

## **Liste des symboles et abréviation**

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

**DL50** : dose létale 50

**H.E** : huile essentiel

**P. a L** : pimpinella anisum L

**BO** : Borago officinalis

**E .coli** : Escherichia coli

**ME** : matière extrait

**IC<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice à 50%

**mg/ml** : milligramme par millilitre

**µg/ml** : microgramme par millilitre

**g/kg** : gramme par kilogramme

**ml/kg** : millilitre par kilo gramme

**Vit C** : vitamine c, acide ascorbique

**cm** : centimètre

**AFNOR** : Agence Française de Normalisation

**NF** : Normes Françaises