

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Génétique et améliorations des plantes

Présenté par :

Mekadim Abdelaziz

Kharroubi Naceur

*Thème*

Valorisation du *Thymelaea hirsuta* de la région de Tiaret : étude de  
l'activité antibactérienne et du rendement en huile essentielle

Soutenu publiquement le 26 / 07 / 2023

Jury:			Grade
Président:	Mr.	BOUFARES KHALED	MCB
Encadrant:	Mr .	MAGHNI BENCHOHRA	MCA
Examineur :	Mme .	BOUZID ASSIA	MCA

Année universitaire 2022-2023

## *Remerciements*

Nous remercions Allah, notre Dieu qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre promoteur monsieur MAGHNI Benchohra Qui a mis toute sa compétence à notre disposition et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce Modeste travail.

Nous désirons exprimer notre profonde et vive reconnaissance à BOUFFARES Khaled D'avoir accepté de présider le jury de Soutenance et à Mme. BOUZID .A d'avoir examiné notre travail.

Nos remerciements vont aussi aux :

Madam Semmar, Mademoiselle Henni Asma, Mr BENHLIMA Ahmed, pour leur soutien et leurs conseils.

Nos derniers remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour L'aboutissement de ce travail



# *Dédicace*

*Je dédie cet acte humble à ma mère, cette femme inspirante, et à mon cher père, qui m'a encouragé et soutenu dans mon parcours éducatif.*

*Aussi à ma chère sœur Souhila, à mon frère Karim, et sa femme, à mes jumeaux, Ahmed, et les petit enfants, djawad et Adam*

*Je tiens également à féliciter le Club d'innovation universitaire et ses membres à part entière qui, je l'espère, suivront les traces*



*MK.Abdelaziz*

# *Dédicace*

*Je dédie cette humble œuvre à ma mère, à mon cher père, qui m'a encouragé et soutenu dans mon parcours éducatif.*

*À mes frères, à mes sœurs, à leurs enfants et à la famille kharroubi*



*Kh.Naceur*

## Résumé

Lors de cette étude le matériel végétal de *Thymelaea hirsuta* (tiges, feuilles et fleurs) a été récolté à partir de deux sites de la région de Tiaret ( Ouled boughadou et Tousnina) dont l'objectif était l'extraction des polyphénols et de tester leur activité bactéricide.

L'extraction par macération des extraits aqueux et des extraits acétoniques a donné respectivement des rendements 1.84% , 6.15% (site oueld- boughadou) et 3.30 %, 5%( site de Tousnina)

L'étude du pouvoir inhibiteur bactérien a démontré que les extraits acétoniques(75µL) de *Thymelaea hirsuta* de deux sites ( Ouled boughadou et Tousnina) ont présenté une activité inhibitrice bactérienne très forte contre *Staphylococcus aureus* que contre *Echerichia coli* . Cette activité est traduite par des halos d'inhibition de diamètres 26 mm et 17 mm de la première bactérie et 22mm , 15 mm pour la deuxième bactérie .Selon ces diamètres d'inhibition on classe *Staphylococcus aureus* comme extrêmement sensible et *Echerichia coli* parmi les bactéries sensibles ou intermédiaires.

**Mots clés :** *Thymelaea hirsuta*, extraits acétoniques, activité antibactérienne, rendement, Tiaret .Ouled boughadou.Tousnina

## Abstract

During this study, plant material from *Thymelaea hirsuta* (stems, leaves, and flowers) was collected from two sites in the Tiaret region (Ouled Boughadou and Tousnina) with the objective of extracting polyphenols and testing their bactericidal activity.

The extraction of aqueous and acetic extracts through maceration resulted in yields of 1.84% and 6.15% (Ouled Boughadou site), and 3.30% and 5% (Tousnina site), respectively.

The study of the antibacterial inhibitory power demonstrated that the acetic extracts (75µL) of *Thymelaea hirsuta* from both sites (Ouled Boughadou and Tousnina) exhibited a very strong inhibitory activity against *Staphylococcus aureus* compared to *Echerichia coli*. This activity is reflected by inhibition zones with diameters of 26 mm and 17 mm for the first bacterium, and 22 mm and 15 mm for the second bacterium. Based on these inhibition

diameters, *Staphylococcus aureus* is classified as extremely sensitive, while *Echerichia coli* falls among the sensitive or intermediate bacteria.

**Keywords:** *Thymelaea hirsuta*, acetonc extracts, antibacterial activity, yield, Tiaret.ouled boughadou.tiaret

### ملخص :

أثناء هذه الدراسة، تم جمع المواد النباتية لنبات *Thymelaea hirsuta* (السيقان والأوراق والزهور) من موقعين في منطقة تيارت (أولاد بوغدوا وتوسنينة)، والهدف من ذلك كان استخراج البوليفينولات واختبار نشاطها المضاد للبكتيريا. تم استخراج المستخلصات المائية والأسيتونية بواسطة عملية المنقع، حيث أعطت نسب استخلاص تبلغ 1.84% و 6.15% (لموقع أولاد بوغدوا) و 3.30% و 5% (لموقع توسنينة) على التوالي.

أظهرت دراسة قدرة المستخلصات على تثبيط البكتيريا أن المستخلصات الأسيتونية (75 ميكرو لتر) لنبات

*Thymelaea hirsuta* من الموقعين (أولاد بوغدوا وتوسنينة) تظهر نشاطاً قوياً للغاية في تثبيط نمو بكتيريا *Staphylococcus aureus* بالمقارنة مع *Echerichia coli*. ويتجلى هذا النشاط من خلال دوائر التثبيط ذات القطر 26 مم و 17 مم للبكتيريا الأولى، و 22 مم و 15 مم للبكتيريا الثانية. وبناءً على هذه الأقطار للتثبيط، يصنف

بكتيريا حساسة أو متوسطة *Echerichia coli*، و على أنه حساس بشكل محايد *Staphylococcus aureus* الحساسية

**الكلمات المفتاحية :** مستخلصات الأسيتون، الفعالية المضادة *Thymelaea hirsuta* أولاد بوغدوا توسنينة للبكتيريا، المحصول،

## **Liste de figures :**

<b>Figure01</b> : cart répartition géographique de <i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.....	5
<b>Figure02</b> : photo <i>Thymelaea hirsute</i> .....	6
<b>Figure03</b> : Photo <i>Thymelaea hirsute</i> .....	7
<b>Figure04</b> : Schéma du dispositif d'hydrodistillation.....	15
<b>Figure05</b> : Schéma de l'appareil d'entraînement à la vapeur d'eau.....	16
<b>Figure06</b> : Schéma Montage de l'hydrodiffusion.....	17
<b>Figure07</b> : Schéma représentatif de l'extraction par pression.....	18
<b>Figure08</b> : Localisation des deux sites d'étude ( ouled boughadou et tousnina) .....	21
<b>Figure09</b> : Tableaux du mensuel et annuel statistiques climatique(Températures) .....	23
<b>Figure10</b> : Climatographe des moyennes mensuelles des données climatiques.....	24
<b>Figure11</b> : Agétation du melange <i>T.hursita</i> en poudre et solvant photo (mekadim-kharroubi)..	25
<b>Figure12</b> : Filtration du melange photo(mekadim-kharroubi).....	25
<b>Figure13</b> : Extrait aqueux sec (mekadim/kharroubi).....	26
<b>Figure14</b> : Rendement en L'extrait aqueux des deux site Oueld-boughadou et Tousnina...	29
<b>Figure15</b> : Rendement en L'extrait acétone des deux régions Ouled-boughadou et Tousnina.	30
<b>Figure16</b> : photo d'huile essential (extrait aqueux) .....	31
<b>Figure17</b> : photo d'huile essential (extrait acitonique) .....	31
<b>Figure18</b> : Diamètres des halos d'inhibition de <i>Echerichia coli</i> et <i>Staphylocoqus aureus</i> ( <i>thymelea hirsute</i> ) de Ouled boughadou.....	33
<b>Figure 19</b> : Diamètres des halos d'inhibition de <i>Echerichia coli</i> et <i>Staphylocoqus aureus</i> ( <i>thymelea hirsute</i> ) de Tousnina.....	33
<b>Figure20</b> : Diamètres des halos d'inhibition de deux souches bactériennes étudiées des deux sites Oueld-boughadou et Tousnina.....	34
<b>Figure21</b> :Un témoin de culture bactérienne sans huile essentielle.....	34
<b>Figure22</b> : Diamètres des zones d'inhibitions de <i>staph-aureus</i> (Gram- ).....	35
<b>Figure23</b> : Diamètres des zones d'inhibitionsde <i>E-coli</i> (Gram+ ).....	35

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Propriétés physiques de quelques Huiles Essentielle.....	11
<b>Tableau02</b> : Rendement en huile essentielle des deux régions Ouled-bouhadou et Tousnina.....	29
<b>Tableau 03</b> : : Diamètres des halos d'inhibition des deux souches bactériennes testées Ouled-bouhadou.....	29
<b>Tableau 04</b> : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles obtenues .....	30
<b>Tableau05</b> : Diamètres des halos d'inhibition des deux souches bactériennes testées.....	32



## **Liste des abréviations**

**APG** : Angiosperm Phylogeny Group

**GBIF** : Global Biodiversity Information Facility

**HE** : huile essentielle

**DL50** :Dose l'étal

**G+** :Gram+

**G-** :Gram-

***E. coli***: *Escherichia coli*

***Staph.aureus***: *Staphylocoqus aureus*

## **Table de matières**

### **Chapitre I: Aperçu bibliographique**

Résumé.....	I
Introduction.....	I
I.1. Nomenclature . .....	4
I.2. Systématique.....	4
I.3 Répartition géographique de .....	4
I.4. Classification phylogénétique (APG).....	5
I.5. Caractères botaniques.....	6
I.5.1. Les feuilles.....	6
I.5.2. Les fleurs.....	6
I.5.3. Le fruit .....	7
I.5. Caractères écologiques .....	7
I.6. Intérêts et utilisations.....	8

### **Chapitre II : Généralités sur les huiles essentielles**

II.1. Introduction.....	10
II.1. Définition d'huiles essentielles.....	10
II.2. Localisation des huiles essentielles .....	10
II.3. Propriétés physiques des huiles essentielles.....	11
II.4. Composition chimique.....	12

II.5. Toxicocité des huiles essentielles .....	12
II.6. Classification des huiles essentielles .....	12
II.7. Rôles des huiles essentielles .....	13
II.8. Propriétés et activités biologiques de huiles essentielles.....	13
II.9. domaine d'application des huiles essentielles.....	14
II.10. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	15
II.11. Conservation d'huile essentielle.....	19

## **Partie II: Partie expérimentale**

### **Chapitre III: matériel et méthodes**

III.1. Présentation des sites d'études.....	21
III.1.1.1. Localisation .....	21
III.1.1.2. Caractéristiques édaphiques et topographiques.....	22
III.1.1.3. Caractéristiques Climatiques .....	23
III.2. Matériel Végétal.....	24
III.3. Méthode d'extraction d'huile essentielle.....	24
III.4. Conservation d'huile essentielle .....	26
III.4.1. Calcul du rendement en huile essentielle.....	26
III.5. Étude d'activité antibactérienne.....	27
III.5.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé.....	27
III.5.2. Préparation de l'inoculum .....	27
III.5.3. Mesure de halos d'inhibition .....	27

### **Chapitre IV : Résultats et discussions**

IV.1. Rendement en huile essentielle.....	29
IV.2. Caractéristiques organoleptiques .....	30

IV.4. L'activité antibactérienne des huiles essentielles .....	32
IV.5.Sensibilité des souches bactérienne .....	36
Conclusion Générale .....	39
Références Bibliographiques.....	41

# *Introduction*



## Introduction

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS); les plantes médicinales seraient la source idéale pour l'obtention de divers médicaments. Ces plantes sont considérées comme une bénédiction pour l'humanité et contiennent un grand nombre de composés bioactifs ou phytochimiques qui sont utilisés pour lutter contre plusieurs maladies. **(Abirami et al., 2017)**

Historiquement l'utilisation des plantes médicinales est encore aujourd'hui la forme de médecine la plus répandue à travers le monde. Cependant, vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, elle a connu un rapide déclin en Occident avec l'avènement de la médecine scientifique et l'apparition des médicaments modernes (aspirine, antibiotiques, cortisone, etc.). Toutefois, depuis les années 1970, entre autres à cause des effets indésirables des médicaments de synthèse, les gens se tournent de nouveau vers les plantes médicinales. Leur popularité grandissante a amené les scientifiques à entreprendre de nouvelles recherches **(Blanchet, 2010)**.

Actuellement, dans le monde près de 25% des prescriptions sont à base de plantes, et selon les estimations de l'OMS en 2002, plus de 80 % de la population en Afrique, utilisent encore les plantes médicinales pour répondre à leurs besoins de soins et de santé. **(Adouani et Merghadi, 2021)**

Parmi les plantes médicinales riches en biomolécules actives, on compte *Thymelaea hirsuta* qu'est connue pour sa richesse en produits du métabolisme secondaire et particulièrement en polyphénols.

Le genre de *Thymelaea* comportant environ 30 espèces d'arbustes et d'herbes à feuilles persistantes, dont *Thymelaea hirsuta* qui constitue l'espèce la plus typique du genre **(Ressigle et al., 1987)**

L'étude de **Kadi et al., 2017** a montré que la partie aérienne de *Thymelaea hirsuta* contient presque tous les métabolites secondaires. L'analyse quantitative de ces extraits basée sur le dosage des polyphénols et des flavonoïdes dans les extraits polaires qui sont les plus riches en ces molécules, où la teneur en composés phénoliques est (11,87mg EAG/g) pour l'extrait butanolique, par contre ces extraits ont présenté une très faible teneur en flavonoïdes <2,7 (mg EC/g) pour l'hexane.

Ce modeste travail a été réalisé aussi pour valoriser *Thymelaea hirsuta* de la région de Tiaret grâce à la détermination de rendement en extrais phénoliques et l'étude de l'efficacité de ces extrais contre les bactéries.

Notre manuscrit est structuré en deux parties . Une synthèse bibliographique comportant deux chapitres, un premier chapitre sur la monographie de *Thymelaea hirsuta* et un second qui donne un aperçu bibliographique sur les huiles essentielles .Une partie expérimentale dérivant la méthodologie de travail au laboratoire et présente les différents résultats obtenus et leurs discussions



***Chapitre I:***  
***Aperçu bibliographique***

## I.1. Nomenclature

Tout au long de l'histoire, *T. hirsuta*, famille des *Thymelaeaceae*, a été reconnue comme une plante médicinale importante. De nombreuses recherches ont été menées sur les applications médicales de Methnane Le choix de la plante était basé sur la bonne étude biologique antérieure de *T. hirsuta* extrait de la plante à utiliser comme anticancéreux, hépatoprotecteur et anti-diapète ( **Badawy, 2019**).

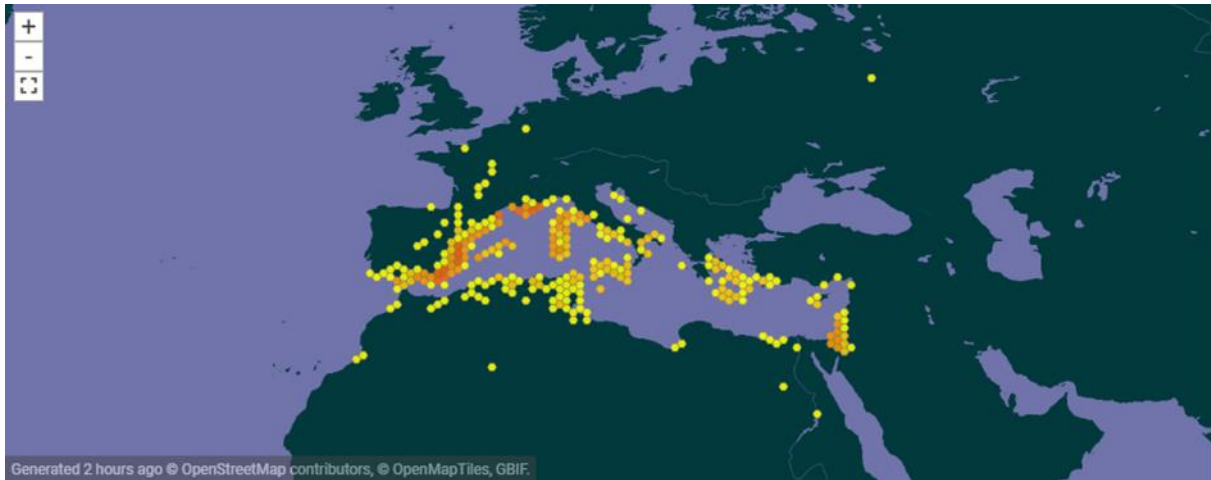
- **Nom français :** *Passerine hérissée, Passerine hirsute, Thymélée hirsute*
- **Nom anglais :** *Hairy Thymelaea*
- **Nom arabe :** *Mitnan, Metenan, Methnane, Matnan el akhdar* (**Mohammedi, 2012**)

## . I.2. Systématique

- **Règne :** Végétal
- **Embranchement :** Phanérogames
- **Sous Embranchement :** Angiospermes
- **Classe :** Eudicots
- **Ordre :** Malvales
- **Famille :** Thymelaeaceae
- **Genre :** Thymelaea
- **Nom Latin:** *Thymelaea hirsuta Endel* (Mohammedi, 2012)

## I.3. Répartition géographique de *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl

*T. hirsuta* pousse dans les plaines côtières méditerranéennes, la péninsule du Sinaï et d'autres déserts saharo-arabes. Régional : Du Maroc à l'Egypte. Global : La Méditerranée : de l'Espagne à la Grèce et à la Turquie ; versant sud du Maroc à l'Egypte (**Kupchan et al., 1976**), (**Borris et Cordell, 1984**), (**Badawi et al., 1983**), (**Kupchan et al., 1975**).



**Figure01:** cart répartition géographique de *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl

( GBIF | Global Biodiversity Information Facility)

#### . I.4. Classification phylogénétique (APG)

La dernière décennie a vu se développer la cladistique moderne, ou systématique moléculaire, basée sur l'analyse des séquences de gène ou d'ADN (**Van der bank et al., 2002 ; Herbada, 2006**) dont le principe fondamental est que la preuve d'une parenté phylogénétique entre différents taxons n'est fournie que s'ils partagent les mêmes caractères dérivés (**synapomorphies**). Ainsi, la délimitation de l'ordre des Malvales par Alverson et al. (1998), reprise par l'APG (1998) (**Angiosperm Phylogeny Group**), où s'y trouve les Thymelaeaceae, qui étaient jusque-là souvent associées aux Myrtales. La classification des Thymelaeaceae dans l'ordre des Malvales « étendu » est d'ailleurs confortée par d'autres caractères, comme par exemple la présence d'acides gras cyclopropaniques (**Vickery, 1980 ; 1981**), de cellules mucilagineuses et d'écorces fibreuses robustes dans cette famille (**Dahlgren et Thorne, 1984**).

#### I.5. Caractères botaniques

*Thymelaea hirsuta* est une plante vivace ne mesurant pas plus d'un mètre de hauteur (**Batanouny, 2005**). Sa souche est ligneuse, forte et porte de nombreux rameaux tombants (Pausas *et al.*, 2006) garnis de nombreuses petites feuilles de 6mm environ, ovales presque imbriquées, épaisses, luisantes au-dessus et cotonneuses en dessous (**Jeanmonod et Gamisans, 2007**). La plante porte sur des pieds différents, soit des fleurs unisexuées, soit des fleurs hermaphrodites (**Jeanmonod et Gamisans, 2007 ; Shaltout et Elkeblawy, 1992 ; Dommée et al., 1995, 1990 ; Renner, 2001**). Les fleurs de cette plante sont groupées entre 2 et 5 périanthes jaunâtres à l'intérieure,

## **Chapitre I :Aperçu bibliographique**

blanches, soyeuses et pubescentes à l'extérieur (**Beniston, 1984**), (**Somon, 1987**). Les petites fleurs de 5mm polygames et sans bractées se trouvent sur les rameaux ou sur les ramifications naissantes.



**Figure02:** photo *Thymelaea hirsuta* ( photo ,Mekadim et Kharroubi,2023)

### **I.5.1. Les feuilles**

Elle se compose de minuscules morceaux robustes et elliptiques mesurant 5 mm de long, disposés selon un motif superposé ressemblant aux tuiles d'un toit à deux versants

-La partie supérieure du visage apparaît lisse et brillante, comme recouverte d'un vernis

- Le côté inférieur affiche une couche de coton blanc et duveteux. (**Rameau, et al., 2008**) .

### **I.5.2. Les fleurs**

Au sommet des branches, on distingue 2 à 5 fleurs sessiles jaunâtres, abondantes en 4-périanthes cotonneux également jaunâtres. Aucune bractée n'est présente dans cette flore.

(**Rameau, et al., 2008**) .



**Figure03:** Photo *thymelaea hirsuta* (photo,mekadim et kharroubi,2023)

### **I.5.3. Le fruit**

Fruits lisses en forme d'oeuf qui deviennent nus en mûrissant. (Rameau, et al., 2008) .

### **I.6 Caractères écologiques**

Le large éventail de formations végétales dans la région peut être attribué à diverses conditions climatiques et situations édaphiques, telles que des substrats, des types de sol et des pentes variés. ( Shaltout et Ayyad 1988), (Shaltout et al.1989), (Shaltout 1992) et (El keblawy et al.1996) ont mené des recherches sur ce sujet. Les niveaux de nutriments dans *Thymelaea hirsuta* diffèrent considérablement entre le printemps et l'été, et cela est étroitement lié aux variations des nutriments du sol, de la salinité du sol et de la quantité de roches exposées. Ces facteurs ont un impact crucial sur la teneur en phytomasse et en minéraux de la plante, comme le note (Shaltout ,1992). De plus, les activités phénologiques de *Thymelaea hirsuta* sont positivement influencées par des facteurs tels que la salinité du sol, une faible teneur en humidité et des températures extrêmes (Shaltout, 1987).

### **I.7.Intérêts et utilisations**

Les huiles essentielles sont aujourd’hui omniprésentes dans les savons, les crèmes, les détergents, lessives et dans l’industrie agro-alimentaire. Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d’activités biologiques reconnues (**Makhloufi, 2010**).

Elles sont appréciées pour leurs propriétés odorantes et antiseptiques dans le domaine de la parfumerie, de la cosmétologie et de l’industrie alimentaire. Leur intérêt en médecine humaine et vétérinaire est aussi grandissant. Elles sont utilisées par voie orale (diluée dans du lait, yaourt, miel..etc), rectale, ou par inhalation directe (**Degryse et al., 2008**). A l’heure actuelle, en France, la phytothérapie est reconnue par le Ministère de la Santé Publique comme thérapie officielle depuis 1986. L’aromathérapie, se soigner par les HEs, fait partie de cette médecine est donc, en développement (**Zhiri et al., 2010**). Les HEs sont également utilisées comme biopesticides efficaces (**Chiasson et Beloin, 2007**)

***Chapitre II :***  
***Généralités sur les huiles***  
***essentiels***

## **II.1. Introduction :**

### **II.1. Définition d'huiles essentielles :**

Les huiles essentielles désignent les composants liquides, odorants et hautement volatiles des plantes. Elles sont obtenues à partir de toutes les parties de la plante (feuilles, graines, bourgeons, fleurs, écorces, racine et fruits), mais aussi, à partir des gommés qui s'écoulent du tronc des arbres et parfois des troncs même (**Kone., 2001**).

Ce sont des métabolites secondaires composés d'environ 90 % de terpènes. Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés peu complexes, contenant plusieurs familles biochimiques incluant les alcools, les phénols, les esters, les oxydes, les coumarines, les sesquiterpènes, les terpénols, les cétones, les aldéhydes,...etc. Mais ne contenant aucun acide gras, ni aucun autres corps gras (**Bastien., 2008**).

Les "huiles" essentielles ne sont pas des lipides et n'ont de commun avec les huiles fixes ou végétales que leur aspect physique et leur comportement apolaire. De plus, les huiles essentielles sont volatiles et solubles dans les solvants organiques polaires, à l'inverse des huiles fixes (**Bastien., 2008**).

Les huiles essentielles sont employées aussi bien pour leurs propriétés pharmacologiques qu'aromatique, mais elles jouent aussi le rôle de conservateurs alimentaires (**Burt., 2004**).

### **II.2. localisation des huiles essentielles :**

Elles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante. Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules ou se rassemblent sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (**Gonzalez-Trujano et al ., 2007**).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence des structures histologique spécialisés, souvent localisée sur ou à proximité de la surface de la plante qui sont : cellules à huiles essentielles de Lauraceae, les poils sécréteurs des laminaceae, poches sécrétrices des Myrtaceae, des Rutaceae, et les canaux sécréteurs qui existent dans des nombreuses familles. Il est intéressant de remarquer que les organes d'une même espèce peuvent renfermer des huiles essentielles de composition différente selon la localisation dans la plante (**Degryse et al ., 2008**).



### II.3. Propriétés physiques des huiles essentielles

Les HEs sont liquides à température ambiante, elles sont volatiles ce qui les différencie des huiles dites « fixes ». Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau. Elles sont liposolubles, en revanche solubles dans les solvants organiques usuels (Cohen., 2013). La liposolubilité des HEs est une propriété majeure qui leur confère une grande diffusibilité dans l'organisme quelque soit la voie d'administration utilisée.

Les HEs sont composées de molécules à squelette carboné, le nombre d'atomes de carbone étant compris entre 5 et 22 (le plus souvent 10 ou 15).

Ce sont des mélanges complexes de constituants variés en concentration variable. Ces constituants appartiennent principalement mais pas exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes: les terpenoides et les substances biosynthétisées à partir de l'acide shikimique (donnant naissance aux dérivés du phénylpropane) (Da Silva., 2010).

Tableau01: Propriétés physiques de quelques HEs (Smadja., 2009)

Densité: en général inférieure à 1	Cannelle: 1,052-1,070 Girofle: 1,044-1,057 <i>E. cineria</i> : -fruit: 0,908 -feuilles: 0,909
Indice de réfraction	Coriandre: 1,4620-1,4700 Vetyver Bourbon: 1,5220-1,5300 <i>E. cineria</i> :-fruit: 1,463 -feuilles: 1,458
Pouvoir rotatoire	Cannelle: feuilles: +7 à +13° Vetyver Bourbon: +19° à +30°

#### **II.4. Composition chimique**

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes, les terpénoïdes et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

D'après (**Guenter.,1975**). La structure des composés des huiles essentielles est constituée d'un squelette hydrocarboné, constituant une chaîne plus ou moins longue. Sur ce squelette de base est souvent présent un ou plusieurs sites fonctionnels semblables ou différents. La majorité des sites fonctionnels sont des sites oxygénés avec un ou plusieurs atomes d'oxygène, pour quelques groupes fonctionnels azotés ou soufrés.

Selon (**Bruneton .,1999**). Cette structure varie en fonction du nombre d'atomes de carbone qui les constitue.

#### **II.5. Toxicité des huiles essentielles**

##### **II.5.1. Toxicité aiguë**

Par voie orale les HEs ont une toxicité aiguë très faible. La DL50 de la cannelle, de l'eucalyptus, du thym et du girofle est comprise entre 2 et 5 g/kg.

La toxicité des huiles est souvent due aux produits phénoliques à l'origine d'atteintes nerveuses et de nécroses hépatiques (**Bruneton., 1999**).

##### **II.5.2 Toxicité chronique**

Elle est rarement rencontrée, en raison même des protocoles phytothérapeutiques appliqués. Les doses journalières administrées sont très faibles, mais leurs accumulations hépatiques, rénales et pulmonaires peuvent provoquer une toxicité au niveau de ces organes (**Bruneton., 1999**).

##### **II.5.3. Toxicité cosméto-dermique**

Le large usage que la parfumerie et l'industrie des cosmétiques font de ces huiles essentielles, a suscité de très nombreux travaux sur leur éventuelle toxicité (aiguë, chronique) par application locale, leur pouvoir irritant (Cannelle, thym, etc.), sensibilisant (cinnamaldéhyde) ou photo toxique. Les résultats ont confirmé qu'elles sont irritantes pour la peau et les muqueuses (**Hilan et al., 2009**).

#### **II.6. Classification des huiles essentielles**

Selon la composition chimique On distingue deux types de classification des huiles essentielles (**Bekhechi et al.,2010**)

## **Chapitre II : Généralités sur les huiles essentielles**

-Selon la composition chimique

Les HEs hydrocarburées qui sont les plus nombreuses.

Les HEs oxygénées qui présentent toutes les HEs solides (HEs du camphre).

Les HEs sulfurées retrouvées chez les Liliaceae et les Brassiaceae.

- Selon la couleur de l'huile on trouve :

Les incolores qui sont dépourvues de résines et d'azulène.

Les jaunes qui renferment des résines.

Les bleues qui contiennent de l'azulène.

Les jaunes, vert et vert-brun qui contiennent de l'azulène mais aussi d'autres colorants.

### **II.7. Rôles des huiles essentielles**

Les HEs émises par les plantes sous forme de vapeur ont des fonctions multiples dans la nature (**Elabed et Kambouche., 2003**) . est. toute fois vraisemblable qu'ils ont un rôle écologique, a Pappui de cette hypothèse., on remarquera que le rôle de certains entre eux a été établi expérimentalement aussi bien dans le domaine des interactions végétales que dans celui des interactions végétal-animal : protection contre les prédateurs (insectes, champignons) et attraction des pollinisateurs. Pour quelques auteurs, ils pourraient constituer des supports à une «communication » et ce d'autant mieux que leur variété structurale autorise le transfert de «message biologique » sélectifs (**Bruneton.,1999**) . Elles peuvent paralyser les muscles masticateurs. des agresseurs par les propriétés toxiques et inappétantes des substances qu'elles contiennent. Elles protègent les cultures en inhibant la multiplication des bactéries et des champignons, de même qu'elles inhibent la germination et la croissance en outre, elles exhalent une variété de goût et d'odeur dans l'atmosphère. C'est pourquoi, beaucoup d'entre elles sont employées comme saveurs et condiments en cuisine. Il convient enfin de signaler que pour les plantes des régions désertiques, les vapeurs de l'huile saturée aient autour de la plante et permettent de maintenir une certaine humidité qui empêche la température d'augmenter d'une manière excessive pendant le jour et de baisser au cours de la nuit. Toute fois, la fonction des HEs au sein de la plante reste encore un phénomène assez obscur. Les effets d'attraction, de répulsion et de dégagement observés sont dus à la complexité et la variété structurale des substances présentées dans l'essence (**Elabed et Kambouche., 2003**)

#### **II.8.1. Propriétés des huiles essentielles**

Les huiles essentielles ont des propriétés pharmacologiques nombreuses et variées. Elles peuvent être: anti-infectieuses, anti-inflammatoires, antispasmodiques, antimicrobiennes, anti-

## **Chapitre II : Généralités sur les huiles essentielles**

oxydantes, cytotoxiques, acaricides et anticancéreuses (Abe et Inouye, 2007; Abou Fatima et al., 2007; Atmani, 2018 ; Bardeau., 2009 ; Brossard et al., 2009 ; Steflitsch .,2008).

### **II.8.2 Activités biologiques des huiles essentielles**

Les plantes aromatiques possèdent plusieurs activités biologiques, parmi lesquelles on peut citer les activités Fongicide, Insecticide, Herbicide, Bactéricide, ...etc.

Les huiles essentielles sont connues pour être données des propriétés antiseptiques et antimicrobiennes. Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales, anti-oxydantes, et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses (Lahlou., 2004).

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants. Sa valeur tient à l'intégralité de ses constituants et non seulement à ses composés majoritaires.

### **II.9. Domaine d'application des huiles essentielles**

En raison de leurs diverses propriétés, les huiles essentielles sont devenues une matière d'importance économique considérable avec un marché en constante croissance. En effet, elles sont commercialisées et présentent un grand intérêt dans divers secteurs industriels comme en pharmacie par leurs pouvoirs antiseptique, analgésique, antispasmodique, apéritif, antidiabétique..., en alimentation par leur activité anti-oxydante et leur effet aromatisant, en parfumerie et en cosmétique par leur propriété odoriférante (Ouis., 2015)

#### **II.9.1.Aromathérapie**

L'aromathérapie est une forme de médecine alternative dans laquelle les HEs ont une grande importance car elles induisent de nombreux effets curatifs. Ainsi elles s'utilisent de plus en plus dans diverses spécialités médicales telles que : la podologie, l'acupuncture, la masso-kinésithérapie, l'ostéopathie, la rhumatologie ainsi que dans l'esthétique (Ouis., 2015).

#### **II.9.2Agro-alimentaire**

En vertu de leurs propriétés antiseptiques et aromatisants, les HEs sont employées quotidiennement dans les préparations culinaires (ail, laurier, thym,...). Elles sont également très prisées en liquoristerie (boissons anisées, kummel) et en confiserie (bonbons, chocolat,...). Leur pouvoir antioxydant leur permet de conserver les aliments en évitant les moisissures, conservation du smen par exemple par le thym et le romarin. (Ouis., 2015).

#### **II.9.3.Cosmétologie et parfumerie**

## Chapitre II : Généralités sur les huiles essentielles

Les HES sont recherchées dans l'industrie des parfumes et des cosmétiques en raison de leur propriétés odoriférantes. L'industrie de la parfumerie consomme d'importants tonnages d'essences (60%) en particulier celles de rose, de jasmin, de violette, de verveine. Les HES sont aussi consommées en cosmétologie pour parfumer les produits cosmétiques : les dentifrices, les shampoings, les crèmes solaires, les rouges à lèvres, les savons, etc. ... (Ouis., 2015).

### II.9.4. Pharmacie

Les essences issues des plantes sont utilisées en grande partie dans la préparation d'infusion (menthe, verveine, thym, ...) et sous forme de préparations galéniques. Plus de 40% de médicaments sont à base de composants actifs de plantes, par exemplees gastralgineest un digestif anti-acide qui se compose d'HES de carvi.

De même, elles permettent par leurs propriétés aromatisants de masquer l'odeur désagréable de médicaments absorbés par voie orale. Aussi beaucoup de médicaments vendus en pharmacie sont à base d'HES comme par exemple les collyres, les crèmes, lesélixirs,..(Ouis.,2015)

### II.10. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

#### II.10.1. Extraction par hydrodistillation

Au cours de l'hydrodistillation, le matériel végétal est immergé dans l'eau, le mélange hétérogène est bouilli, et l'huile essentielle est volatilisée puis condensée. Etant donné l'insolubilisation dans l'eau de ses principaux composés volatils, l'HE peut être séparée par décantation après refroidissement dans un séparateur de phases (Penchev., 2010).

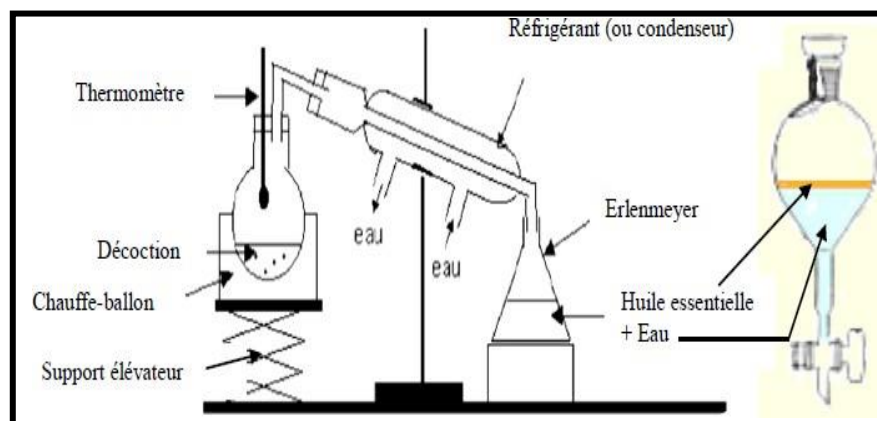
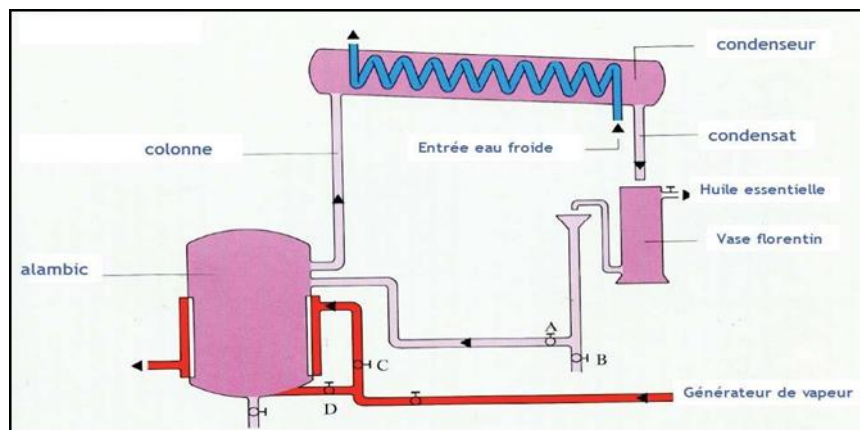


Figure 04: Schéma du dispositif d'hydrodistillation (Penchev., 2010).

### II.10.2. Extraction par la vapeur d'eau

C'est la seule distillation préconisée par la Pharmacopée française, car elle minimise les altérations hydrolytiques (notamment des esters). Les plantes entières, ou broyées (lorsqu'il s'agit d'organes durs: racine, écorce), sont disposées dans un alambic traversé par un courant de vapeur d'eau produit par la chaudière. La vapeur d'eau injectée à travers la masse végétale, disposée sur des plaques perforées, entraîne l'HE. Elle se condense ensuite dans le serpentin du réfrigérant. A la sortie de l'alambic, le vase florentin (essencier) permet de séparer l'eau de l'HE grâce à la différence de densité des deux liquides (**Da Silva., 2010**).



**Figure05** : Schéma de l'appareil d'entraînement à la vapeur d'eau (**Bousbia., 2011**).

### II.10.3. Extraction par L'Hydrodiffusion

Ce procédé a été breveté par SCHMIDT SA (**Schmidt.,1981**). Le principe de l'hydrodiffusion est similaire à celui de l'entraînement à la vapeur à la différence que la vapeur envoyée n'est pas ascendante mais descendante, c'est par le haut qu'elle est introduite pour passer à travers la matière végétale. La condensation du mélange « eau – huile » se produit sous la grille retenant la matière végétale. Cette technique présente l'avantage d'effectuer des économies dans la quantité de vapeur d'eau utilisée, un temps d'extraction plus court et un meilleur rendement.

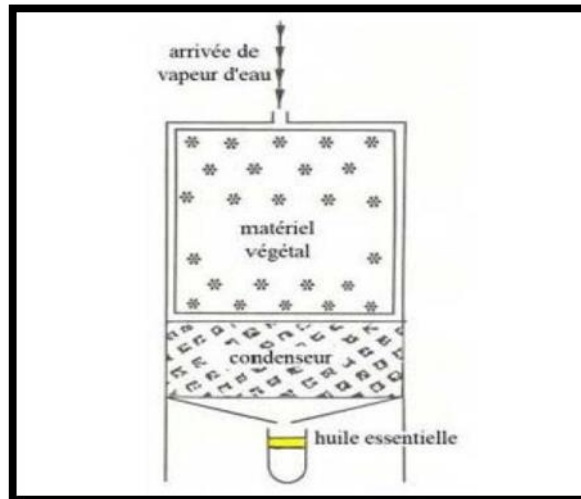


Figure 06: Schéma Montage de l'hydrodiffusion (Lucchesie., 2005)

#### II.10.4.Extraction à froid ou Expression mécanique

Ce procédé est dédié à divers fruits ou plantes, comme les agrumes (oranges, citrons, mandarines...). Les huiles essentielles de ces fruits sont contenues dans les petites glandes de la peau (l'écorce). La méthode peut se faire sans chauffage : elle implique l'utilisation d'une presse hydraulique pour placer le matériel végétal sous haute pression. Cela se fait à l'aide de machines complexes.

L'extraction par pression à froid de fruits entiers (c'est-à-dire jus et pulpe) consiste à classer les plantes selon leur taille, puis à les presser à froid sans chauffage pour libérer les huiles essentielles des plantes. Celui-ci remonte à la surface du jus qui est séparé par centrifugation. L'extraction de l'écorce consiste à retirer l'écorce et à la broyer, puis à la froter sur un appareil équipé d'un embout métallique pour briser le sac d'huile contenant l'essence végétale (Boudilmi.,2019)

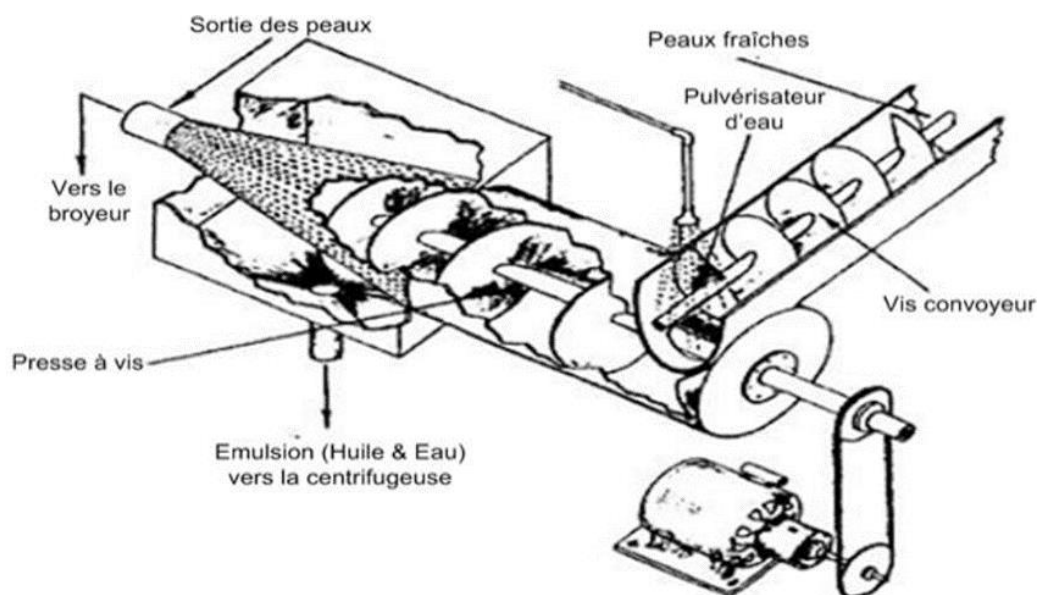


Figure 07: Schéma représentatif de l'extraction par pression (Bousbia.,2011)

### II.10.5.Extraction par solvants

C'est un procédé qui conduit à l'obtention des concrètes, des résinoïdes et des absolues; le matériel végétal frais est par la suite épuisé par des solvants organiques volatils (Da Silva., 2010). Ces extraits sont très utilisés en parfumerie (Benabdelkader., 2012).

### II.10.6 .Extraction par les corps gras

La méthode d'extraction par les corps gras est utilisée en fleurage dans le traitement des parties fragiles de plantes telles que les fleurs, qui sont très sensibles à l'action de la température. Elle met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Le principe consiste à mettre les fleurs en contact d'un corps gras pour le saturer en essence végétale. Le produit obtenu est une pommade florale qui est ensuite épuisée par un solvant qu'on élimine sous pression réduite. Dans cette technique, on peut distinguer l'enfleurage où la saturation se fait par diffusion à la température ambiante des arômes vers le corps gras et la digestion qui se pratique à chaud, par immersion des organes végétaux dans le corps gras ( Lawrence.,1995).

### II.10.7. Extraction par micro-ondes

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelée Solvent Free Microwaves Extraction ou SFME consiste à extraire l'huile essentielle à l'aide d'un rayonnement micro-ondes d'énergie constante et d'une séquence de mise sous vide.

L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes a été conçue pour des applications en laboratoire pour l'extraction d'huiles essentielles de plantes aromatiques. Cette technologie est une combinaison de chauffage micro-ondes et d'une distillation à la pression atmosphérique. Basée sur un principe relativement simple, cette méthode consiste à placer le matériel végétal



## ***Chapitre II : Généralités sur les huiles essentielles***

dans un réacteur micro-ondes, sans ajout de solvant organique ou d'eau. Le chauffage de l'eau contenue dans la plante, permet la rupture des glandes renfermant l'huile essentielle. Cette étape libère l'huile essentielle qui est ensuite entraînée par la vapeur d'eau produite par le végétal. Un système de refroidissement à l'extérieur du four micro-ondes permet la condensation du distillat, composé d'eau et d'huile essentielle, par la suite facilement séparable par simple décantation. D'un point de vue qualitatif et quantitatif, le procédé SFME semble être plus compétitif et économique que les méthodes classiques telles que l'hydrodistillation ou l'entraînement à la vapeur ( **Lucchesi,et al.,2004**)

### **II.11.Conservation d'huile essentielle**

L'instabilité relative de molécules qui constituent les HEs rend leur conservation délicate. Trois facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles :

**La température** : obligation de stockage à basse température (entre 8° et 25°C).

**La lumière** : stockée dans l'obscurité et dans un récipient opaque, brune de préférence.

**L'oxygène** : les flacons doivent être entièrement remplis et fermés de façon étanche, il est possible de recouvrir à l'adjonction d'antioxydants. La durée de conservation admise est de 2 à 5 ans (**Bruneton., 1993**).

***Chapitre III:***  
***Matériel et méthodes***

### Chapitre III: Matériel et méthodes

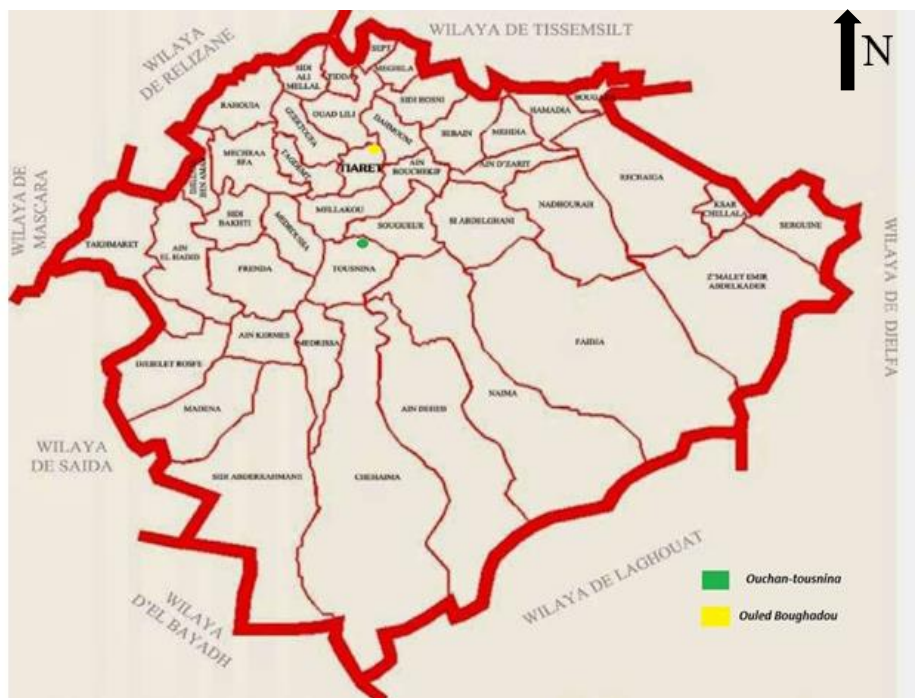
#### III.1.Présentation des sites d'études

##### III.1.1.1. Localisation (Ouled Boughadou)

Le premier arrondissement est situé au nord-est de la wilaya de Tiaret, à une distance d'environ 15 km (google-mape), Cette zone est située à une altitude de 1028 km du niveau de la mer. (Direction des forêts.Tiaret)

##### III.1.1.2.( Oouchan-Tousnina)

Le deuxième district est situé dans le sud-ouest de la wilaya de Tiaret, à une distance d'env 27 km .Cette zone est située à une altitude de 1096 km du niveau de la mer. (**Direction des forêts.Tiaret.2023**)



**Figure08** : Localisation des deux sites d'étude ( Ouled boughadou et Tousnina) (<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/09/monographie-de-la-wilaya-de-tiaret.html>)

##### III.1.3. Caractéristiques édaphiques et topographiques (Direction des forets Tiaret ,2023)

### **Chapitre III: Matériel et méthodes**

Tiaret est une ville située dans le nord-ouest de l'Algérie. Les caractéristiques édaphiques et topographiques de Tiaret sont influencées par la région montagneuse dans laquelle elle se trouve. Voici quelques-unes de ces caractéristiques:

#### **III.1.3.1. Sol**

Le sol dans la région de Tiaret est principalement constitué de calcaire et d'argile. Cela signifie que le sol est souvent fertile et adapté à l'agriculture.

**Sol alluvionnaire :** Ce type de sol se trouve dans les vallées et les plaines à proximité des cours d'eau tels que l'Oued Mina, l'Oued Guir, et l'Oued Mellah. Les sols alluvionnaires sont généralement fertiles en raison de l'accumulation de matériaux transportés par les cours d'eau.

**Sol sableux :** Les sols sableux sont composés de particules de sable et ont une texture grossière. Ils ont une excellente perméabilité à l'eau, mais ils retiennent moins les nutriments, ce qui peut rendre la culture plus difficile

**Sol argileux :** Les sols argileux sont assez répandus dans la wilaya de Tiaret. Ils sont caractérisés par leur forte teneur en argile, ce qui leur confère une bonne rétention d'eau et une capacité de rétention des éléments nutritifs. Ces sols sont souvent utilisés pour l'agriculture.

**Sol calcaire :** Les sols calcaires se trouvent également dans certaines zones de la wilaya de Tiaret. Ils sont formés par la décomposition de roches calcaires et peuvent être riches en calcium. Ces sols peuvent être alcalins et nécessitent parfois des ajustements pour être adaptés à certaines cultures.

#### **III.1.3.2. Topographie**

La région de Tiaret est principalement montagneuse, avec des collines et des vallées. Les montagnes sont principalement constituées de roches sédimentaires, de schistes et de gneiss.

#### **III.1.3.3. Végétation**

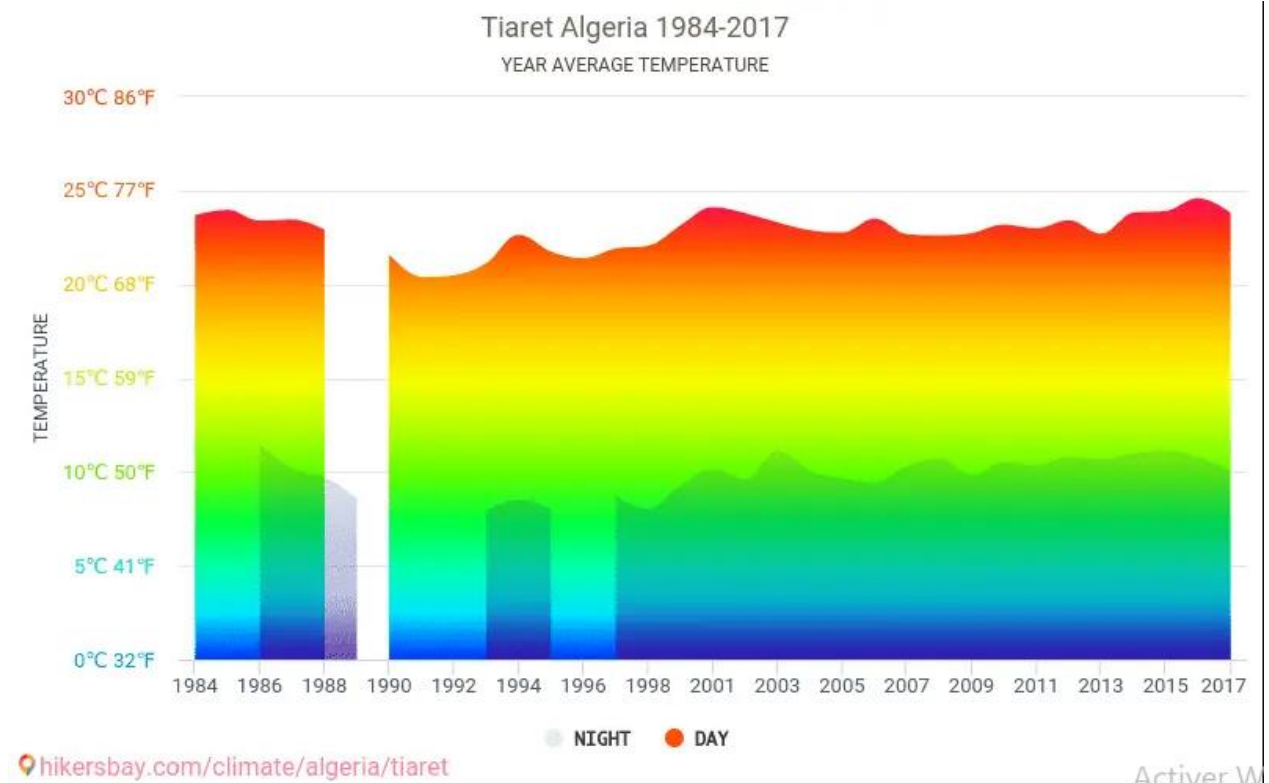
La région de Tiaret est principalement couverte de broussailles, de forêts de pins et de chênes. Les cultures sont principalement des céréales, des légumineuses, des fruits et des légumes.

### III.1.4. Caractéristiques Climatiques

La Wilaya de Tiaret est située dans le nord-ouest de l'Algérie et a un climat semi-aride méditerranéen.

#### III.1.4.1 Températures

Tiaret - Changement climatique 1984 - 2017 La température moyenne à Tiaret au fil des ans. Météo moyenne à Tiaret, Algérie. Informations climatiques sur les changements de température au fil des ans à Tiart.



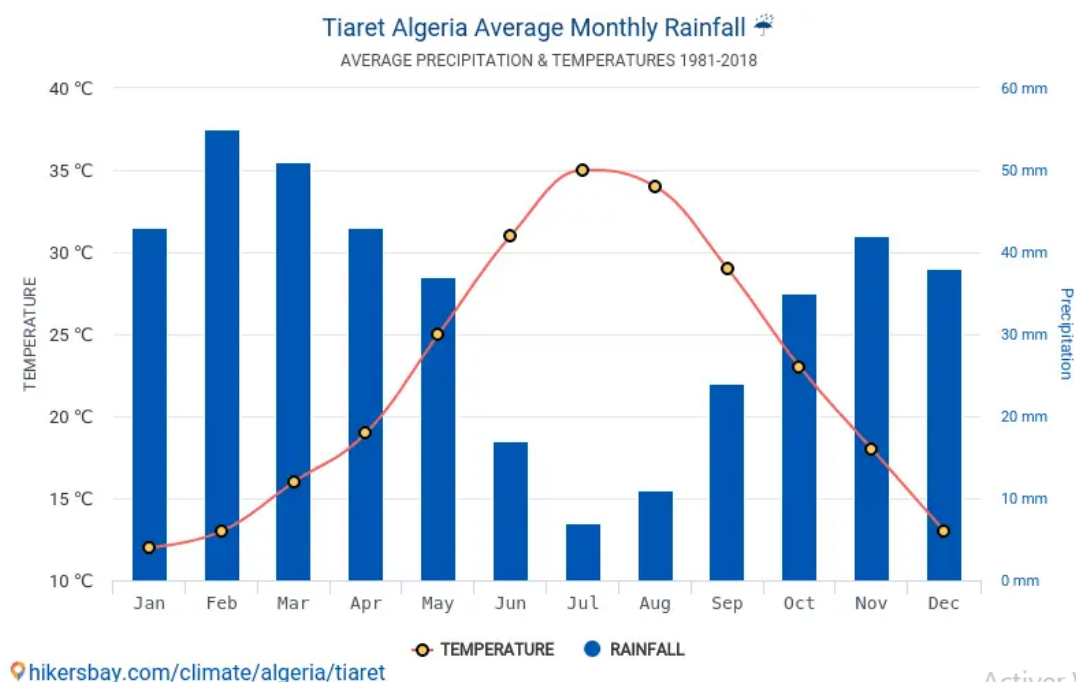
**Figure09** :Tableaux du mensuel et annuel statistiques climatique(Températures) (<http://hikersbay.com/climate-conditions/algeria/tiaret>).

#### III.1.4.2. Précipitations

Les précipitations sont modérées et irrégulières, avec une moyenne annuelle de 400 mm. Les mois les plus pluvieux sont de Mars, janvier avec 149 mm .

### Chapitre III: Matériel et méthodes

En résumé, la région de Tiaret a un climat semi-aride avec des étés chauds et secs, des hivers frais et des précipitations modérées et irrégulières tout au long de l'année.



**Figure 10 :** Climatogramme des moyennes mensuelles des données climatiques - températures et précipitations à Tiaret. Un ensemble de données climatiques de base 1981-2018 pour Tiaret (<http://hikersbay.com/climate-conditions/algeria/tiaret>)

#### III.2. Matériel Végétal

Les échantillons de *Thymelaea hirsuta* ont été prélevés à partir de deux sites, Tousnina et Ouled-Boughadou en 21 février 2023 qui accompagne la période de floraison dans les deux sites.

Le matériel végétal récolté, a été débarrassé des mauvaises herbes et séché à l'abri de la lumière dans un endroit aéré pendant 15 jours.

Après l'étape de séchage de la plante, nous avons broyé automatiquement (feuilles, fleurs et tige) afin d'obtenir une poudre fine

#### III.3. Méthode d'extraction d'huile essentielle

L'extraction est effectuée au niveau de laboratoire biochimie de la faculté de sciences de la nature et de la vie à l'université IBN KHALDOUN de Tiaret. La méthode d'extraction suivie est celle de Macération.

## Chapitre III: Matériel et méthodes

### III.3.1.Extraction des polyphénols.

#### III.3.1.1.Préparation de l'extrait aqueux

À partir de la matière végétale en poudre 20grs est mise à macération dans 160 ml d'eau distillée pendant 24 heures à température ambiante le tout par la suite est filtré sur papier wathman(fig.12) . L'opération est répéter deux fois avec renouvellement de l'eau distillée . L'extrait aqueux concentré obtenue est séché par évaporation dans l'étuve à 40 C . L'extrait sec obtenu est pesé pour calculer ultérieurement le rendement .



**Figure11** :Agitation du mélange *T.hursita* ( poudre et solvant) (Photo,Mekadim et Kharroubi.,2023)



**Figure12** : Filtration du mélange (Photo ,Mekadim et Kharroubi.,2023)

### **Chapitre III: Matériel et méthodes**

#### **III.3.2.Préparation de l'extrait acétonique**

A partir, de la matière végétale en poudre, 20 grs est mise à macération dans un mélange (solvant/ d'eau distillée) (volume 168/32) pendant 24heures à température ambiante, le tout par la suite est filtré sur papier Whathman, l'opération est refaite deux fois avec renouvellement du mélange (solvant-eau distillée). L'extrait acétonique concentré obtenu est séché par évaporation dans l'étuve à 40°C.



**Figure13 : Extrait sec (acitonique) (Photo,Mekadim et Kharroubi.,2023)**

#### **III.4.Conservationd'huiles essentielles**

Après la macération nous avons recouvré les boites de pétri contenant l'extrait sec par un papier d'aluminium pour préserver ces extraits contre la lumière à une température de 5C°.

##### **III.4.1.Calcul du rendement en huile essentielle**

Le résultat de l'extrait sec obtenu est pesé pour calculer ultérieurement le rendement  
Le rendement est calculé comme étant le rapporte entre la masse de l'extraction obtenu et la masse de matière végétale à traiter (**Belyagoubi.,2006in Abderrahmane et al .,2018**)

$$R=(m/m_0)*100$$

R :Rendment en extrait fixe (en gr/100gr)



### **Chapitre III: Matériel et méthodes**

m :Quantité d'extrait récupéré en gr

M0 :Quantité de la matière végétale utilisée pour l'extraction en gr

#### **III.5. Étude d'activité antibactérienne**

##### **III.5.1.Méthode de diffusion en milieu gélosé**

La méthode de diffusion est très utilisée en microbiologie (antibiogramme), repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide. L'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, (**Broadasky et al., 1976**).

##### **III.5.2. Préparation de l'inoculum**

À partir des boîtes contenant des bactéries, *Staphylococcus aureus* ou *Escherichia coli*, on a préparé séparément des suspensions microbiennes pour chaque espèce. À l'aide d'une pipette pasteur on prélève aseptiquement deux ou trois colonies pures et bien isolées qu'on décharge dans un tube contenant 9 ml de Milieu Muller hinton agar

##### **III.5.3.Mesure de halos d'inhibition**

Le diamètre d'inhibition est mesuré en millimètre à l'aide d'une règle .La sensibilité des bactéries cibles envers les différents extraits est classée selon les diamètres des halos d'inhibition déterminés par (**Ponce.,2003**).

- $\emptyset < 8$  mm: bactérie non sensible ou résistante.
- $9 < \emptyset < 14$  mm: bactérie sensible ou intermédiaire.
- $15 < \emptyset < 19$  mm: bactérie très sensible .
- $\emptyset > 20$  mm: bactérie extrêmement sensible.

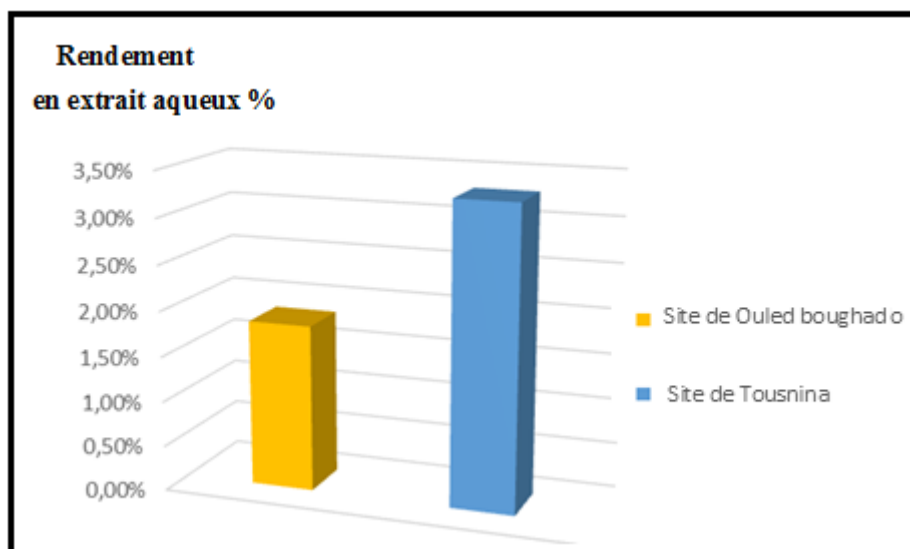
***Chapitre IV :***  
***Résultats et discussion***

**IV.1.Rendement en extrait (aqueux et acétonique) des deux sites Ouled-boughadou et Tousnina**

Le résultat de calcul du rendement des extraits aqueux à partir des ( feuilles ;tiges et racines) de *thymelaea hirsuta* a donné 1.84% pour le site de oueld- boughadou et 3.30 % pour celui de site de Tousnina (fig14,tab02). Le rendement en extraits acétonique obtenu à partir de *thymelaea hirsuta* de deux sites oueld- boughadou et Tousnina est respectivement 6.15% et 5%..(fig15,tab03)

**Tableau 02 :** Rendement en L'extrait aqueux des deux sites Ouled-boughadou et Tousnina

Site	Ouled-boughadou	Tousnina
Rendement en extrait aqueux de <i>Thymelaea hirsuta</i>	<b>3.30%</b>	<b>1.8%</b>



**Figure14 :** Rendement en extrait aqueux des deux sites Ouled-boughadou et Tousnina

**Tableau 03 :** Rendement en L'extrait acétone des deux site Ouled-boughadou et Tousnina

Site	Ouled-boughadou	Tousnina
Rendement en extrait acétonique du <i>Thymelaea hirsuta</i>	<b>6.15%</b>	<b>5%</b>

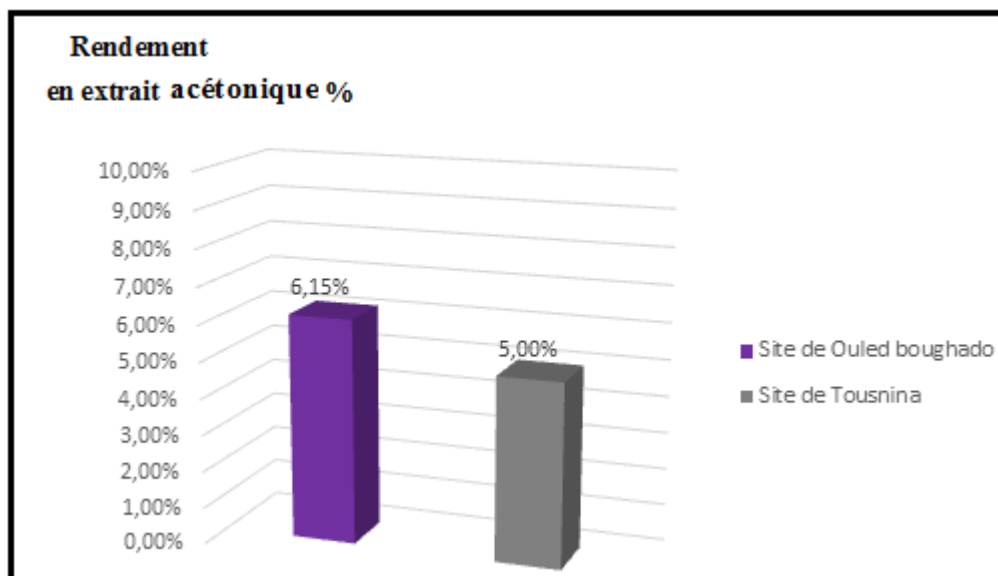


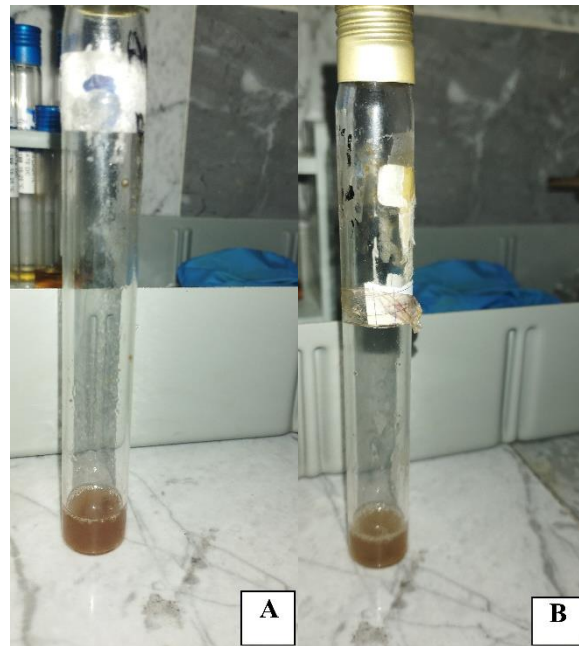
Figure15 : Rendement en extrait acétonique des deux sites Ouled-boughadou et Tousnina

#### IV.2.Caractéristiques organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques des extraits acétoniques de *Thymelaea hirsuta* de chaque site à savoir l'aspect, la couleur et l'odeur sont représentées en comparaison avec les normes AFNOR au niveau du tableau 04

Tableau 04 : Caractéristiques organoleptiques des extraits acétoniques obtenues

	Aspect	Couleur	Odeur
<b>AFNOR</b>	Liquide mobile, limpide	Presque incolore à jaune pâle	Caractéristique fraîche, plus ou moins camphrée selon l'origine
Huile essentielle de <i>Thymelaea hirsuta</i> de site de ouled-boughadou	Limpide	Marron claire	Très Camphrée
Huile essentielle <i>Thymelaea hirsuta</i> de site de Tousnina	Liquide mobile	Jaune pâle	Camphrée



**Figure16** : Photo d'extrait aqueux: **A-** site Ouled boughadou **B-** site Tousnina

**(Photo,Mekadim et Kharroubi.,2023)**



**Figure17** : Photo des extraits acitoniques : **A-** site Ouled boughadou **B-** site Tousnina**(Photo,Mekadim et kharroubi.,2023)**

#### Chapitre IV :Résultats et discussion

Les différences enregistrées pour le rendement en extraits aqueux et acétoniques ainsi que pour les caractères organoleptiques des deux sites étudiés sont dus principalement aux différences des conditions climatiques, édaphiques et topographiques caractérisant les deux sites d'étude. Ainsi, l'altitude de site de Tousnina est 1096m et 1028m pour le site de Oueld-boughadou. D'autre part, le sol du site de Oueld-boughadou est de type argileux calcaire. Cependant que le sol rencontré au niveau du de Tousnina est de type sableux calcaire.

Lee et al, (2003) ont mentionné aussi que les méthodes d'extraction peuvent également influencer sur l'estimation de teneurs des polyphénols totaux.

Selon d'autres auteurs le rendement est en fonction de plusieurs facteurs tels que : le patrimoine génétique, la période de la récolte et le stade de développement de plante (Milauskas et al, 2004), le type de polyphénol, et la méthode de récolte et de stockage (Stratil et al, 2007).

#### IV .4.Activité antibactérienne

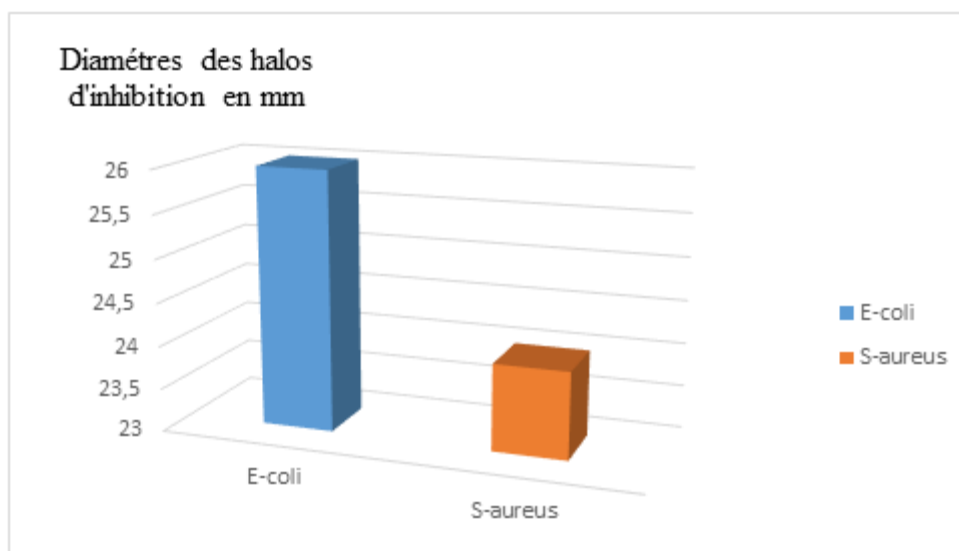
L'étude de l'activité antibactérienne des extraits acétoniques de *Thymelaea hirsuta* a montré que l'huile essentielle *Thymelaea hirsuta* de site de Oueld-boughadou a généré des halos d'inhibition des bactéries plus importants que ceux mesurés pour les échantillons de la même plante du deuxième site étudié (Tousnina). Les deux extraits acétoniques ont révélé une activité bactéricide différente vis à vis les deux bactéries utilisées (fig,20).En effet, les moyennes des halos d'inhibition des bactéries *Echerichia coli* (Gram-) issus de l'effet de 75µL d'huile essentielle de fenouil de e Oueld-boughadou etTousnina étaient respectivement 26mm, 15 mm et pour les bactéries *Staphylococcus aureus*( Gram+) les diamètres sont 24 mm et17 mm (tab 05,fig 20).

**Tableau05:** Diamètres des halos d'inhibition des deux souches bactériennes testées

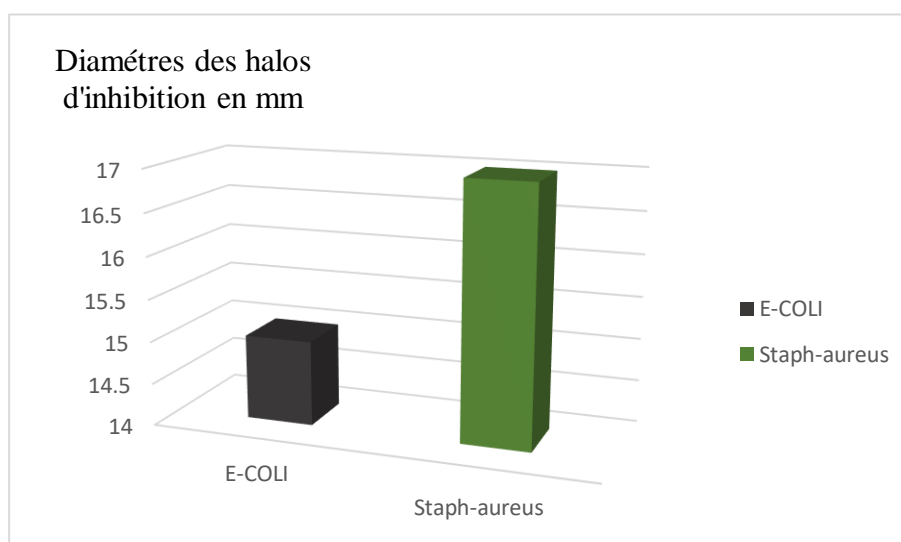
Site	Ouled boughadou		Tousnina	
	<i>Echerichia coli</i>	<i>Staphylocoqus aureus</i>	<i>Echerichia coli</i>	<i>Staphylocoqus aureus</i>
Quantité des HES	50µL	50µL	50 µL	50µL
Diamètres des HI	21mm	22mm	0	1.8mm
Quantité des HES	75µL	75µL	75µL	75µL
Diamètres	24mm	26mm	15mm	17mm

**Chapitre IV : Résultats et discussion**

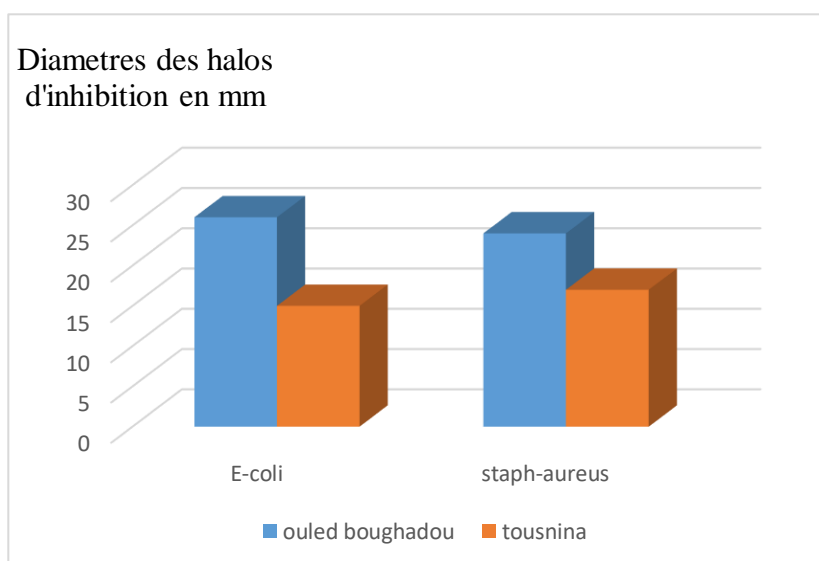
des HI				
Quantité des HES	100µL	100µL	100µL	100µL
Diamètres des HI	20mm	27mm	14mm	18mm



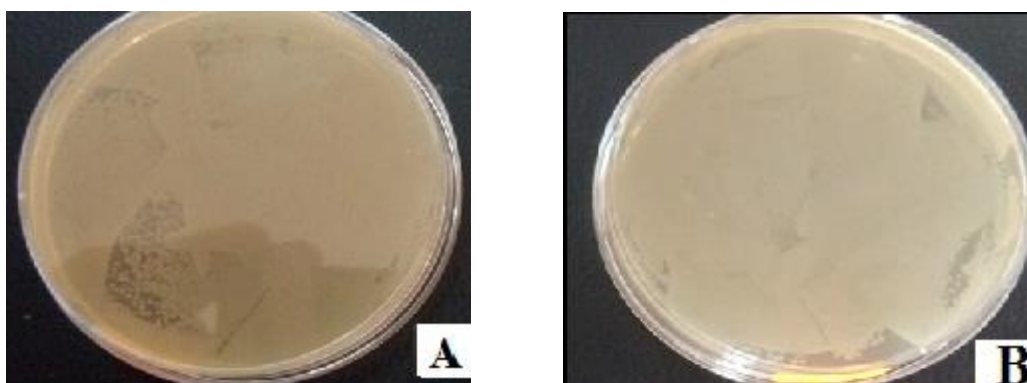
**Figure18 :** Diamètres des halos d'inhibition de *Echerichia coli* et *Staphylocoqus aureus* sous l'effet de *Thymelea hirsuta* de Ouled boughadou



**Figure 19 :** Diamètres des halos d'inhibition de *Echerichia coli* et *Staphylocoqus aureus* sous l'effet de *Thymelea hirsuta* de Tousnina

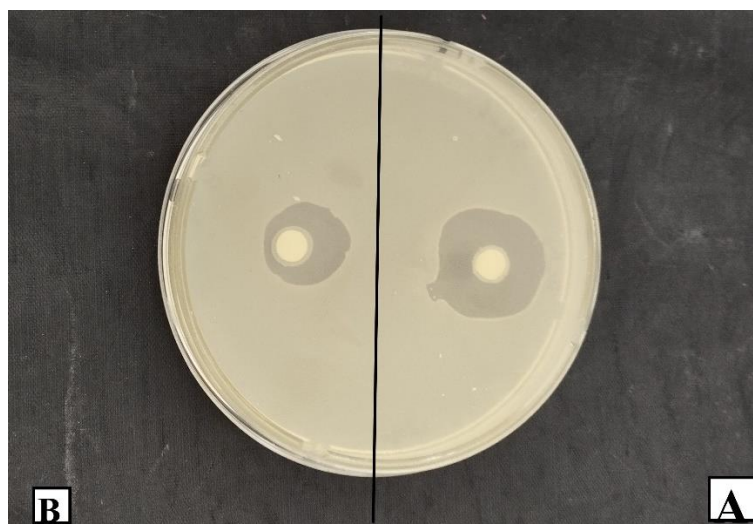


**Figure20** : Diamètres des halos d'inhibition de deux souches bactériennes étudiées par l'effet de *Tymelea hirsuta* de deux sites Oueld-boughadou et Tousnina

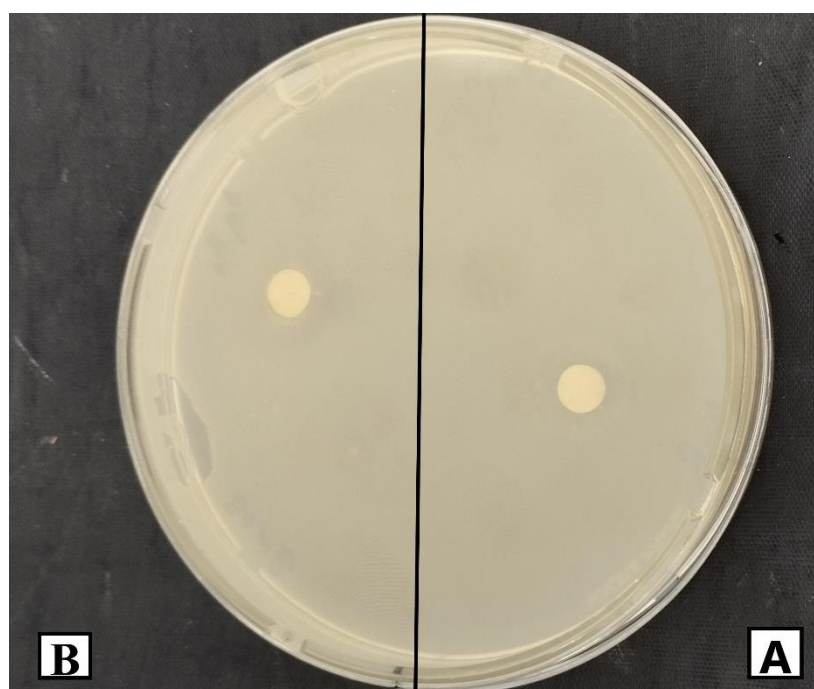


**Figure21** :Un témoin de culture bactérienne sans huile essentielle **A** :Tapis bactérien de *Staphylococcus aureus* ,**B** :Tapis bactérien de *Echerichia coli* (photo, Mekadim et Kharoubi.,2023)





**Figure22 :** Diamètres des zones d'inhibitions de *staph-aureus* (Gram- ); **A :**Effet d'huile essentielle d'*thymelea hirsute* de Site ouled boughadou ; **B :**de SiteTousnina (Photo,Mekadim et Kharroubi ,2023)



**Figure23:** Diamètres des zones d'inhibitionsde *E-coli* (Gram+ ); **A :**Effet d'huile essentielle d'*thymelea hirsute* de Site ouled boughadou ; **B :**de Site Tousnina (Photo,Mekadim et Kharroubi,2023)

#### **Chapitre IV :Résultats et discussion**

La comparaison du résultat de notre étude avec d'autres effectuées sur la même espèce d'autres régions a montré l'efficacité du pouvoir inhibiteur bactérien des extrait phénoliques de .Ainsi Une étude faite sur la même espèce de la Libye par **Alafid et al ,2019** a montré l'efficacité des extraits a cétoniques obtenues par macération vis-à-vis les bactéries (halos d'inhibition *Escherichia coli* de 11.4 mm et *Staphylococcus aureus* de 27 mm ) , Ce resultat est plus proche à celui obtenue dans notre travail

Le travail de **Kadi et al (2017)** a démontré que l'évaluation de l'activité antibactérienne des différents extraits par la méthode de diffusion sur l'agar vis-à-vis les souches bactériennes :*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas Aeruginosa* a révélé une puissante activité des différents extraits couplés avec les antibiotiques (Amoxiciline et gentamicine), mais concernant l'activité de l'extrait seul, l'extrait buthanolique a donné la grande zone d'inhibition de la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* (>10mm) .

Il apparaît que la souche *Staphylococcus aureus* est la bactérie la plus sensible par comparaison avec les autres souches ; ceci peut être attribué à la différence de la structure entre les bactéries gram positives et les bactéries gram négatives(**Kadi et al.,2017**) . La paroi cellulaire des bactéries gram positives est constituée par une seule couche alors que la paroi cellulaire du gram négatif a une structure multicouche liée par une membrane cellulaire externe (**Ali-Shtayeh et al., 1998**). **Kadi et al (2017)** ont constaté que le mécanisme des effets antimicrobiens des polyphénols est sans doute très complexe. Parmi les hypothèses avancées, il faut citer ;l'inhibition des enzymes extracellulaires microbiennes., séquestration de substrat nécessaire à la croissance microbienne ou la chélation de métaux tels que le fer et aussi l'inhibition du métabolisme microbien (**Milane, 2004**)

D'après la constatation de plusieurs auteurs, le pouvoir inhibiteur des huiles essentielles généralement est expliqué par l'interaction moléculaire des groupements fonctionnels des composants des HE avec la paroi des bactéries ce qui provoque de profondes lésions.

Ces variations peuvent s'expliquer par les différentes méthodes d'extraction utilisées, ainsi que par les concentrations d'extraits testées, les conditions expérimentales et les protocoles spécifiques de chaque étude. Il est également important de noter que les résultats peuvent varier en fonction des souches de bactéries utilisées et des conditions de croissance.

**IV.5. Sensibilité des souches bactérienne**

Les souches bactériennes utilisées dans cette étude peuvent être classées en fonction de leur sensibilité au pouvoir bactéricide de 75 µl d'extrait acétone *thymelaea hirsuta* , en se basant sur les diamètres d'inhibition observés. Staphylococcus aureus est considéré comme extrêmement sensible à cette huile essentielle, tandis qu'Escherichia coli est classé comme sensible ou intermédiaire

# *Conclusion*

## Conclusion

Les composés naturels peuvent être extraits directement de la plante, de l'animal ou du microorganisme, et utilisés tels comme c'est le cas en médecine traditionnelle. Les besoins en matière première (plante, animal) sont alors importants puisqu'il faut disposer d'une quantité de molécules suffisantes.

Les polyphénols sont des micro-constituants végétaux (fruits et légumes) abondants dans nos aliments. Ces composés sont reconnus pour leur forte bioactivité qui se traduit au niveau de l'organisme par une large gamme de propriétés biologiques (propriétés antioxydantes, antiinflammatoires, antimicrobiennes, etc...) potentiellement intéressantes pour contribuer aux effets santé des produits végétaux

Le travail présenté est une étude comparative visant à évaluer le pouvoir inhibiteur bactérien et le rendement en extraits phénoliques de *Thymelaea hirsuta* de la région de Tiaret (Oueld-bouhadou et Tousnina).

Les résultats obtenus grâce à la méthode de macération ont révélé que le rendement en extrait acétone à partir des (feuilles, tiges et racines) de *Thymelaea hirsuta* était de 6,14% pour le site de Oueld-bouhadou et 5% Tousnina. le rendement des extraits aqueux de site de Tousnina était 3,30% qu'est supérieur au rendement de Oueld-bouhadou(1,83% ).

En ce qui concerne activité inhibitrice sur les bactéries, les extraits de *Thymelaea hirsuta* provenant des deux zones d'étude ont généré des diamètres d'inhibition supérieurs contre *Staphylococcus aureus* (Gram+) que pour *Escherichia coli*.

La recherche des biomolécules actives d'origine végétale demeure l'une des préoccupations majeurs des chercheurs et scientifiques. La plante étudiée dans ce travail et le résultat obtenue méritent d'être complété par d'autres études sur la composition chimique d'huile essentielle de cette plante et son exploitation dans différents domaines pharmaceutiques, agroalimentaires, cosmétiques et médicales.

*Références*  
*Bibliographiques*

## **Références Bibliographiques**

### **A**

**Abe, S.;Inouye, S.** Nouvelle approche de l'aromathérapie anti-infectieuse. *Phytotherapie*. 2007; 5: p 2-4.

**Afnor (2000).** Association française de normalisation. Normes française : huileessentielle. Ed. Afnor, Paris

**Alafid, Fouzy & Edrah, Salem & Meelad, Mustafa & Belhaj, Soad & Altwair, Khaled & Maizah, Naser.** (2019). evaluation of phytochemical constituents and antibacterial activity of thymelaea hirsuta (L.) endl, and that utilised as a conventional treatment of infertility and diabetic in libya. *world journal of pharmaceutical research*. 8. 72-88. 10.20959/wjpr201911-15881

**Ali Shtayeh MS ., Yaghmour RMR ., Faidi YR ., Salem K ., Al Nuri MA. 1998 .** Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the Palestinian area. *Journal of Ethno Pharmacology*, 60:265-271

**Atmani-Merabet, G.** Huiles essentielles de trois espèces d'*Eucalyptus* d'Algérie : composition et activité acaricide (*Varroa destructor*). Thèse de Doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine 1 ; Algérie ; 2018

### **B**

**Badawy, Ahmed. (2019).** Review article on Chemical constituents and Biological activity of *Thymelaea hirsuta*. *Records of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 28-32. 10.21608/rpbs.2019.11644.1029.

**Bastien F. (2008).** Effet larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* a la réunion. Thèse doctorat. Université Paul-Sabatier. Toulouse. P : 25-26

**Bruneton, J (1999)** .Pharmacognsie ,phytochimie ,plantes médicinales.3émé Edition .Tec & Doc (Ed) .Paris,p.575

**Bekhechi C et Abdelouahid D. (2010).** Les huiles essentielles. Offices des publications Universitaires. Alger. P : 55 - 56.

**Bruneton Jean 1999** Pharmacognosie, 3<sup>o</sup> édition Tec et Doc médicale internationale Lavoisier 484-511

**Bruneton, J.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Paris: Tec&Doc .Lavoisier, 1993, p.623.

**Bassereau, M., A. Chaintreau, S. Duperrex, D. Joulain, H. Leijs, G. Loesing, N. Owen, Sherlock, C. Schippa, and P.-J. Thorel, GC-MS Quantification of suspected volatile allergens in fragrances. 2. Data treatment strategies and method performances. Journal of agricultural and food chemistry, 2007. 55(1): p. 25-31**

**Bousbia, N.** (2011). Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires (Doctoral dissertation, Université d'Avignon

**Boudilmi I., et Mehoulas Y.**(2019), Huile essentielle de figue de barbarie (*Opuntia ficus indica*); université mohamed boudiaf - m'sila.

**Benouali Djillali.** Extraction et identification des huiles essentielles. université d'oran .2016 p. 8-9

**Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Lavoisier, 2<sup>ème</sup> Ed., Paris. 623 P.

**Borris, R.P., Cordell, G.A., 1984.** Studies of the Thymelaeaceae II. Antineoplastic principles of *Gnidia kraussiana*. Journal of natural products, 47, 270-278

**Badawi, M.M., Handa, S.S., Kinghorn, A.D., Cordell, G.A., Farnsworth, N. R., 1983.** Plant anticancer agents XXVII: antileukemic and cytotoxic constituents of *Dirca occidentalis* (Thymelaeaceae). Journal of pharmaceutical sciences, 72, 1285-1287.

**Batanoumy, K. 2005.** *Thymelaea hirsuta* (L.) end. Thymelaeaceae. A guide to medicinal plant in north africa .publié par *ilucn international malaga*, Spain.

**Benabdelkader T.(2012).** Biodiversité, Bioactivité et Biosynthèse des Composés Terpéniques Volatils des Lavandes Ailées, *Lavandula stoechas Sensu Lato*, un Complexe d'Espèces Méditerranéennes d'Intérêt Pharmacologique. Thèse de doctorat en Biologie et



## ***Références Bibliographiques***

Ecophysiologie Végétale de l'Ecole Normale Supérieure de Kouba-Alger et de l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, France. P10,25

**Bousbia N.(2011).** extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydant a partir de produits naturels et de co-produits agro-alimentaires. Thèse de doctorat en Chimie de l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse et de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique. P16

**Broadsky, T. F., Lewis, C., Eble, T.E. (1976).** Bioautographic thin layer chromatographic analysis of antibiotics and their metabolites in the whole animal. I Clindamycin in the rat. J. Chromatogr, 123: 33-44.

**Bardeau, F.** Les huiles essentielles / découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale. Editeur, Fernand Lanore; 2009.

**Brossard, D.; Chaumeil, J.C.;Le Hir, A.** Pharmacie galénique, Bonnes pratiques de fabrication des médicaments Editeur : Elsevier Masson ; 2009.

**Beniston, W. S. 1984.** Fleurs d'Algérie. Alger: Edition Entreprise Nationale du livre.

### **C**

**Chiasson. H et Beloin.N(2007).** Les huiles essentielles, des biopesticides « Nouveau genre » Bulletin de la Société d'entomologie du Québec Antennae , vol. 14, no 1

**Cohen D. (2013).** les huiles essentielles à l'officine : dangers pour la femme enceinte et le nouveau-né . Thèse de doctorat en Pharmacie. Université Joseph Fourier de Grenoble. p 6,7

### **D**

**Degryse A. C, Delpla I,et voinier M.A(2008).** Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles .Atelier sante et environnement-IGS-EHESP.P9

**Dahlgren, R., Thorne, R.F. 1984.** The order Myrtales : circumscription, variation and relationships. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **71** : 633-699.

**Da silva F.(2010)** .Utilisation des huiles essentielles en infectiologie ORL. Thèse de doctorat en Pharmacie .Université Henri Poincaré - Nancy p17,10,p18

**Domme, B., Biascamano, A., Denelle, N., Bompar, J.L., Thompson, J.D. 1995.** Sexual tetramorphism in *Thymelaea hirsuta* (Thymelaeaceae): morph ratios in open-pollinated progeny. *Ameriian Journal of Bulimy* 82: 734-740.

## E

**El-Keblawy, A.A., Shaltout, K.H., Lovett Doust, J., Lovett Doust, L. 1996.** Maternal effects on progeny in *Thymelaea hirsuta*. *New Phytol.* 132 : p77.

**ELABED.D ET KAMBOUCHE.N,2003,**Les huiles essentielles, Ed Dar elzohard , P 28-29 et 50-63,

## F

**Felhi, Samir & Chaibia, Mouna & Ben Mansour, Riadh & Bekir, Ahmed & Gharsallah, Neji & Kadri, Adel. (2016).** Anti-microbial screening and cytotoxic activity of aerial part of *Thymelaea hirsuta* L. essential oil growing in south-west Tunisia. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Science.* 30.

## G

**Gonzelez-Trujano, M .E. et al (2007).**evaluation of antinociceptive effect of *Romarin officinalis* L.using three different experimental models in modents .*J Etheopharmacol.*111:476-482

**Gauberville, C., Mansion, D., Dumé, G., Rameau, J2008) .).** Flore forestière française: guide écologique illustré. Région méditerranéenne: Institut pour le développement forestier.p971

**Guenter E (1975).** The essential oils Vol II, III, IV, V, VI, and D. Van No strand Ed. New York USA

## H

## **Références Bibliographiques**

**Hilan C, Bouaoun D, Aoun J, Sfeir R et Garabeth F. (2009).** Propriétés antimicrobiennes et toxicité par détermination de la DL50 de l'huile essentielle de *Prangos asperula* Boissier. *Phytothérapie*. 7 : 8 -14.

**Herzi N.(2013).** Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO<sub>2</sub>-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de doctorat en Génie des Procédés et de. Institut National Polytechnique de Toulouse l'Environnement

**Herbada, D. G. 2006.** Origin and diversification of *Thymelaea* (Thymelaeaceae): inferences from a phylogenetic study based on ITS (rDNA) sequences. *plant systematics and evolution*, 257 : 159–187.

### **J**

**Jeanmonod, D. et Gamisans, J. 2007.** *Flora Corsica*, Edisud.

### **K**

**Kupchan, S.M., Sweeny, J., Murae, T., Shen, M.S., Bryan, R., 1975.** Structure of gnidicoumarin, a novel pentacyclic dicoumarin from *Gnidia lamprantha*. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, 94-95.

**Kohen R. et Nyska A., 2002.** Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology*, Vol. 30, p.p. 620-650

**Kadi Kenza<sup>1\*</sup>, Hamli Sofia<sup>1</sup>, Zeraib Azeddine<sup>1</sup>, Yahia Abdelouahab.2017.** Effet antibactérien des extraits de *Thymelaea hirsuta* L.. *Revue des Régions Arides* n°43 – Numéro spécial – Actes du 5<sup>ème</sup> Meeting International sur l'Aridoculture et les Cultures Oasiennes : Biotechnologie végétale en zones arides et oasiennes Zarzis (Tunisie),

### **L**

**Lahlou, M.,** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 2004. 18(6): p. 435-448.

**Lawrence, B.M.,** The isolation of aromatic materials from natural plant products. 1995.

**Lucchesi, M.E., F. Chemat, and J. Smadja,** Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation. *Journal of*

Chromatography A, 2004. 1043(2): p. 323-327

**Lucchesie, M. E. (2005).** *Extraction sans solvant assistée par micro-ondes. Conception et application aux huiles essentielles.* Thèse de l'Université de la Réunion, France

**Lee et al , (2003)** ont mentionné aussi que les méthodes d'extraction peuvent également influencer sur l'estimation de teneurs des polyphénols totaux.

Selon d'autres auteurs le rendement est en fonction de plusieurs facteurs tels que : le patrimoine génétique, la période de la récolte et le stade de développement de plante

## M

**(Mansion, D., Gauberville, C., Dumé, G., Rameau, J2008)** . Flore forestière française: guide écologique illustré. Région méditerranéenne. Institut pour le développement forestier.

**Mohammedi Zohra.** (2012). Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie .Thèse de Doctorat.

Université Abou BekrBelkaid Tlemcen. 34-35p.

**Milane H. (2004)** : La quercétine et ses derives: molécules à caractère peroxydant ou thérapeutiques. These de doctorat. Université Louis Pasteur Strasbourg I.155p.

**(Milauskas et al, 2004)**, le type de polyphénol, et la méthode de récolte et de stockage .

**Makhloufi A. (2010).** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar(*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis L*) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse de doctotrat en Microbiologie et sécurité sanitaire des aliments. Universite de Tlemcen. P 64,65,66,67,74

**Mnayer Dima,(2014),** Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants, Thèse Docteur en Sciences de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.

## O

## **Références Bibliographiques**

**Ouis, N.** (2015). Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, des fenouils et de persil. Diss. Thèse de doctorat, Université Ahmed Ben Bella-Oran, Alger

**Odoul M., 2003.** Les huiles essentielles. La lettre de l'Institut Français de Shiatsu, n. 2, p.p. 1-12.

### **P**

**Pausas, J.G., Bonet, A., Fernando, T. M., Climent, A. 2006.** The role of the perch effect on the nucleation process in Mediterranean semi-arid oldfields *Acta ecologica*, (29) : 346-352.

**Ponce .,2003.** Eléments d'écologie (écologie fondamentale) .3ème édition, universitaire Paris P690

**Penchev P.I.(2010).** Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions.These de Doctorat en: Génie des Procédés et de l'Environnement. Institut National Polytechnique de Toulouse. P 9 ,P17,P19

### **R**

**Richard H., 1992.** Epices et aromates. Ed. Lavoisier, Paris. 339 P. (Technique & Documentation).

**Renner, S. 2001.** How common is heterodichogamy. Trends in ecology. *Evolution.Elsevier science*. 19(11).

**Rizk A.M., Hammouda F.M., Ismail S.I. 1974 .**Phytochemical investigation of *Thymelaea hirsuta*. II. Lipid fraction. - Plant Med., , 26(4), 346-358

### **S**

**Smith-Palmer A., Stewart J. et Fyfe L., 1998.** Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Journal of Food Microbiology*, Vol. 26, p.p. 118-122.

**Steflitsch, M.; Steflitsch, W.** Clinical aromatherapy.*Journal of Men's Health*.2008, 5(1):2-4.

**Stratil P., Klejdus B., Kubaň V. 2007:** Determination of phenolic compounds and their

antioxidant activity in fruits and cereals. *Talanta*, 71: 1741–1751

**Smadja J.(2009)**. Les Huiles Essentielles .Colloque GP3A - Tananarive Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA). Université de La Réunion. P22 ,23

**Shaltout, K.H. and El-Keblawy, A.A. 1992**. Sex expression in Egyptian *Thymelaea hirsuta* (*Thymelaeaceae*) populations. *Plant Systematics and Evolution*, 181 : 133–141.

**Somon, E. 1987**. Arbres, Arbustes et arbrisseaux en Algérie. (No Edition 686. ed.). Alger: OPU. p135, 143.

**Shaltout, K.H. 1987**. Pattern, phenology and sex ratio of Egyptian *Thymelaea hirsuta* populations. *Vegetatio*, 72: 67–73.

**Shaltout, K.H., El-Shourbagy, M.N. 1989**. Germination requirements and seedling growth of *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl. *Flora*, 183 : 429-136.

**Shaltout, K.H. 1992**. Dimension analysis of *Thymelaea hirsuta* (L.) ENDL. fibers. *Feddes Repertorium*,103(1-2) :99-106.

**SCHMIDT. (1981)**. Brevet n° 2473058. Suisse.

## V

**Van der Bank, M., Fay, M.F., Chase, M.W. 2002**. Molecular phylogenetics of Thymelaeaceae with particular reference to African and Australian genera. *Taxon*, 51: 329-339

**Vickery, J.R. 1980**. The fatty acid composition of seed oils from ten plant families with particular reference to cyclopropene and dihydrosterculic acids. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **57**, 87-91.

**Vickery, J.R. 1981**. The occurrence of dihydromalvalic acid in some seed oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*,58 : 731

## W

## ***Références Bibliographiques***

**Wang et al (2008).**Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis L.* essential oil compared to its main components. *Food Chem.*108:1019-1022.

### **Z**

**Zabeirou ; Hachimou (2005).** Étude comparative entre les Huiles essentielles de la Menthe Verte (*Mentha Spicata L*) et de la Poivree (*Mentha Piperita L*) dans la région d'Ouargla .Mémoire de DES Biochimie –Université de Kasdi Merbbah \_Ouargla .p16