

**République algérienne démocratique et populaire**  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université Saad Dahleb de Blida 1

Faculté des sciences de la nature et de la vie  
Département de biotechnologie



**Spécialité** : système de production agro-écologique  
**Filière** : science agronomique  
**Domaine** : Science de la nature et de la vie

## **Mémoire de fin d'études**

En vue d'obtention du diplôme de Master

### **THEME**

# **ETUDE DE L'ACTIVITE BIOLOGIQUE DE *THYMUS FONTANESII* DE LA REGION DE MEDEA**

Préparé par :

- ***ELHOUARI Chahrazed***
- ***KERFI Rania***

**Soutenu le : 08 /09/2020**

**Devant le jury :**

M <sup>me</sup> . BENREBIHA	Professeur U., Blida1	Présidente
M <sup>me</sup> .BOUCHENAK	Professeur U., Blida1	Examinatrice
M <sup>me</sup> . MOUAS	MCB U. Blida1	promotrice
M <sup>me</sup> . SAIDOUNE	DOCTORANTE	Co-promotrice

**Année universitaire : 2019/2020**

# *Remerciement*

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail.

Nous remercions notre promotrice Madame **MOUAS Yamina**, pour sa patience, et surtout pour sa confiance, ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance.

Nous remercions aussi notre Co-promotrice Madame **SAIDOUNE Selma** pour nous encourager, nous conseiller et nous aider.

Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur le professeur **B. HAMMOUCHE** qu'Allah lui accord le paradis, il était plus qu'un enseignant, un père pour nous, paix à ton âme cher professeur.

Nous tenons à remercier chaleureusement les membres du jury **M<sup>me</sup>. BENREBIHA**, **M<sup>me</sup> .BOUCHENAK** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre étude en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions .

Ainsi que tout le personnel et les enseignants du département pour leur soutien inestimable. A tous nos enseignants qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en signe d'un profond respect et d'un profond amour !!

Merci à vous tous

## *Dédicaces*

*Au meilleur des pères*

*À ma très chère maman*

*qui m'ont soutenu moralement et tout au long de  
mes études*

*A mon fiancé AYOUB*

*A ma sœur ASSIA*

*A mon frère ABD NOUR*

*A mes cousines FADOUA, SARA, RANIA*

*A mes chères amies RANIA, OUISSAM, AHLEM*

*Au meilleur Co-promotrice Selma*

*A tous mes proches...*

*À tous ceux qui me sont chers*

**CHAHRAZED**

# *Dédicaces*

*Je dédie cette mémoire,*

*Chers, mes parents, pour leur soutien permanent dans mes études et dans ma vie, leur confiance en moi, leurs encouragements, et leur amour.*

*A mes sœurs : CHAIMAA, Safaa, et LAMIS et mes deux frères : abd el jalil et abd el ghaní pour leur support continuel et leur amour.*

*J'envoie une salutation spéciale à mon cher mari qui m'a soutenu et encouragé tout au long de l'année scolaire pour l'obtention du diplôme, et je demande à Dieu de vous offrir santé, bonheur et longévité, si Dieu le veut*

*Et sans oublier les remerciements spéciaux et les plus sincères à mon cher cœur Selma, qui a travaillé très dur avec nous pour réaliser ce mémoire Merci beaucoup Selma.*

***RANIA***

## Liste des abréviations

**AFNOR** : Association française de normalisation

**PP** : polyphénols ou les composés phénoliques

**HE** : huile essentiel

**PM** : plante médicinale

**SM** : métabolite secondaire

**C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH** : mono hydroxy benzène

**ml** : Millilitre.

**mm** : millimètre

**P** : pluviométrie annuelle

**Pm** : pluviométrie annuelle de Médéa

**M** : Moyenne des températures maximales du mois

**m** : Moyenne des températures minimales du mois

**°C** : degré Celsius

**T** : Température

**T m** : Température de Médéa

**%**: Pourcentage

**CMB** : Concentration minimal bactéricide

## Liste des figures

Titre de figure	page
<b>Figure 01</b> : image botanique de <i>thymus fontanesii</i>	4
<b>Figure 02</b> : Répartition du genre Thymus dans le monde	6
<b>Figure 03</b> : structure de quelques alcaloïdes	16
<b>Figure 04</b> : La structure chimique des polyphénols	17
<b>Figure 05</b> : structure d'isoprène	18
<b>Figure 06</b> : Principe de la technique d'hydro distillation (distillation simple)	22
<b>Figure 07</b> : Le lieu d'échantillonnage de <i>thymus fontanesii</i> (originale, 2020)	29
<b>Figure 08</b> : Situation géographique de la zone d'étude dans la Wilaya de Médéa	30
<b>Figure 09</b> : Situation géographique de la zone d'étude	30
<b>Figure 10</b> : Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la Station Médéa	32
<b>Figure 11</b> : Variation mensuelles des températures (2007-2017) Médéa	33
<b>Figure 12</b> : diagramme ombrotermique de BAGNOUL et GAUSSEN de Médéa pour la période (2007-2017)	33
<b>Figure 13</b> : Matériel végétal utilisé séché : <i>Thymus fontanesii</i> (originale, 2020)	34
<b>Figure 14</b> : Schéma représente le protocole de l'extraction par macération	37

## Liste des tableaux

Titre de tableau	Page
<b>Tableau 01</b> : Classification botanique de <i>thymus fontanesii</i>	5
<b>Tableau 02</b> : Localisation des principales espèces du genre thymus en Algérie	7
<b>Tableau 03</b> : Situation géographique La wilaya Médéa (ANDI 2015)	30
<b>Tableau 04</b> : Moyenne mensuelle de Précipitations de la station Médéa	31
<b>Tableau 05</b> : Températures mensuelles de la Station Médéa (tutiempo.net)	32
<b>Tableau06</b> : tableau des Souches des bactéries destinées à être utilisées	39
<b>Tableau07</b> : tableau des champignons et moisissures destinées à être utilisées	39
<b>Tableau 08</b> : Les résultats de la diffusion en gélose et les CMI et les DMI <b>Khadir et al.,2013</b>	47

## Résumé

Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne et de la découverte de nouveaux antioxydants et antimicrobien à partir des sources naturelles, nous nous sommes intéressés dans ce travail à l'étude de l'évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydant des extraits de cette plante aromatique et médicinale de la région de Médéa : *Thymus fontanesii* . C'est une plante appartenant à la famille des Lamiacées dont l'une des familles est la source mondiale d'épices et d'épices extraits à fort pouvoir antimicrobien et spontanée et largement répandue en Algérie. Elles sont encore utilisées dans la médecine traditionnelle dans de nombreux pays comme antiseptique et contre les problèmes respiratoires entre autres.

Les infections microbiennes restent des affections graves et leur fréquence augmentée considérablement au cours des dernières années en raison de l'utilisation intensive de l'agent antibactérien et antifongique dans la médication humaine et dans l'élevage d'animaux qui conduit à la sélection de stocks microbiens résistants. D'un autre côté, huiles essentielles et leurs composants ont une longue histoire comme agent antimicrobien.

L'objectif de Ce travail vise à mettre en évidence l'activité biologique Contenant l'extrait de *Thymus fontanesii*. Cette activité a été évaluée sur des bactéries, des levures et des champignons. Le produit testé présentent un très large spectre d'action et ont une très forte activité bactéricide et fongicide supérieure à celle des produits commerciaux en ce qui concerne les micro-organismes testés.

**Mots clés :** *Thymus fontanesii*, l'activité biologique, l'activité antimicrobienne, l'activité antioxydant, plante aromatique, plante médicinale, extraits, pouvoir antimicrobien, huiles essentielles.

## ABSTRACT

As part of the enhancement of the Algerian flora and the discovery of new antioxidants and antimicrobials from natural sources, we are interested in this work to study the evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of extracts of this aromatic and medicinal plant of the region of Medea: *Thymus fontanesii*.

It is a plant belonging to the family Lamiaceae of which one of the families is the worldwide source of spices and spices extracted with strong antimicrobial power and spontaneous and widespread in Algeria. They are still used in traditional medicine in many countries as antiseptic and against respiratory problems among others.

Microbial infections remain serious conditions and their frequency increased considerably in recent years due to the intensive use of the antibacterial and antifungal agent in human medication and in animal husbandry that leads to the selection of resistant microbial stocks. On the other hand, essential oils and their components have a long history as an antimicrobial agent.

The objective of this work is to highlight the biological activity Containing the extract of *Thymus fontanesii*. This activity was evaluated on bacteria, yeasts and fungi. The product tested has a very broad spectrum of action and has a very high bactericidal and fungicidal activity in relation to the tested microorganisms.

**Key words:** *Thymus fontanesii*, biological activity, valuation of the antimicrobial, valuation of the antimicrobial, extracts, medicinal plant, aromatic plant, antimicrobial power, essential oils.

## ملخص

كجزء من تعزيز الحياة النباتية الجزائرية واكتشاف مواد مضادة للأكسدة ومضادات للميكروبات من مصادر طبيعية، نحن مهتمون بدراسة تقييم نشاط مضادات الأكسدة ومضادات الميكروبات من محلول من هذا النبات العطري والطبي في منطقة المدية: الزعر البري، وهي من عائلة الشفويات وهي إحدى العائلات التي تعتبر المصدر العالمي لمستخلص للتوابل والبهارات ذات القوة العالية المضادة للميكروبات والعفوية والمنتشرة على نطاق واسع في الجزائر. ولا تزال تستخدم في الطب التقليدي في العديد من البلدان كمطهر وضد مشاكل الجهاز التنفسي وغيرها.

وما زالت حالات العدوى الميكروبية خطيرة، وقد ازداد تواتر هذه الإصابات زيادة كبيرة في السنوات الأخيرة بسبب الاستخدام المكثف للعامل المضاد للجراثيم والمضاد للفطريات في الأدوية البشرية وفي تربية الحيوانات مما يؤدي إلى اختيار مخزونات الميكروبات المقاومة ومن ناحية أخرى، فإن الزيوت العطرية ومكوناتها لها تاريخ طويل باعتبارها مادة مقاومة للميكروبات.

الهدف من هذا العمل هو إظهار النشاط البيولوجي الذي يحتوي على مستخلص نبات الزعر البري. تم تقييم هذا النشاط على البكتيريا والخمائر والفطريات. يحتوي المنتج الذي تم اختباره على مجموعة واسعة جداً من الإجراءات وله نشاط قوي جداً للجراثيم ومبيد الفطريات أعلى من نشاط المنتجات التجارية فيما يتعلق بالكائنات الدقيقة التي تم اختبارها.

**الكلمات المفتاحية:** الزعر البري، النشاط البيولوجي، نشاط مضادات الأكسدة، نشاط مضادات الميكروبات، النبات العطري، النبات الطبي، المحلول، قوى مضادة للميكروبات، الزيوت العطرية.

# SOMMAIRE

---

**Dédicaces**

**Remerciement**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Résumé**

**Introduction**

## **Partie I : analyse bibliographique**

### **Chapitre I : Les plantes médicinales**

<b>I-Les plantes médicinales et la phytothérapie .....</b>	<b>3</b>
<b>I -1- Définition de la phytothérapie .....</b>	<b>3</b>
<b>I -2- les plantes médicinales et aromatiques .....</b>	<b>11</b>
<b>I -2-1- Définition des plantes médicinales .....</b>	<b>3</b>
<b>I-2-2-Définition des plantes aromatiques .....</b>	<b>3</b>
<b>I -2-3-La récolte des plantes médicinales .....</b>	<b>3</b>
<b>I -2-4-Les activités biologiques des plantes médicinales .....</b>	<b>4</b>
<b>I -2-5-Situation des plantes médicinales en Algérie .....</b>	<b>4</b>
<b>I-2-6-Parties des plantes médicinales utilisables en phytothérapie .....</b>	<b>5</b>
<b>I -2-7- Principales méthodes de préparation des plantes médicinales .....</b>	<b>5</b>
<b>I-2-7-1- Infusion .....</b>	<b>5</b>
<b>I -2-7-2- La cataplasme .....</b>	<b>5</b>
<b>I -2-7-3- Pommade .....</b>	<b>6</b>
<b>I -2-7-4- La poudre .....</b>	<b>6</b>
<b>I -2-7-5- Macération .....</b>	<b>6</b>
<b>I -2-7-6-Bains .....</b>	<b>6</b>
<b>I -2-7-7-Inhalation .....</b>	<b>6</b>
<b>I-2-7-8-Teinture .....</b>	<b>7</b>

# SOMMAIRE

<b>I-3-Les métabolites secondaires des plantes médicinales.....</b>	<b>14</b>
<b>I-3-1- Généralité .....</b>	<b>7</b>
<b>I-3-2- Définition des métabolites secondaires .....</b>	<b>7</b>
<b>I-3- 3-Classification des métabolites secondaires .....</b>	<b>7</b>
<b>I-3-3-1-Les alcaloïdes (les composés azotés) .....</b>	<b>7</b>
<b>I-3-3-2- Les composés phénoliques .....</b>	<b>9</b>
<b>I-3-3-3- Les terpènes .....</b>	<b>9</b>
<b>I-3 -4- Fonction des métabolites secondaires .....</b>	<b>10</b>
<b>I-3- -4-1-Fonctions pour la plante .....</b>	<b>10</b>
<b>I-3--4-1-1- La coopération avec les animaux .....</b>	<b>10</b>
<b>I-3- 4-1-2- Lutte contre la compétition avec d'autres plantes .....</b>	<b>10</b>
<b>I-3-4-1-3- Protection contre l'attaque des pathogènes ou des herbivores .....</b>	<b>11</b>
<b>I-3- 4-1-4- D'autres fonctions .....</b>	<b>11</b>
<b>I -3-2- Rôle pour l'Homme .....</b>	<b>11</b>
<b>I-3-2-1- Utilisation en médecine .....</b>	<b>11</b>
<b>I-3-2-2- En alimentation .....</b>	<b>12</b>
<b>I -3-2-3-En parfumerie .....</b>	<b>12</b>
<b>I-4-les huiles essentielles .....</b>	<b>12</b>
<b>I-4-1-Généralités sur les huiles essentielles .....</b>	<b>12</b>
<b>I-4-2-Composition chimiques des huiles essentielles .....</b>	<b>13</b>
<b>I-4-2-1-Terpènes .....</b>	<b>13</b>
<b>I-4-2-2- Les composés aromatiques : .....</b>	<b>13</b>
<b>I-4-3-méthodesd'extraction des huiles essentielles (HE) .....</b>	<b>13</b>
<b>I-4-3-1- Distillation .....</b>	<b>13</b>
<b>I-4-3-2-L'extraction à froid .....</b>	<b>15</b>
<b>I-4-3-3-Extraction assistée par micro-ondes .....</b>	<b>15</b>
<b>I-4-3-4- Extraction par les solvants et les graisses .....</b>	<b>16</b>
<b>I-4-4- Propriétés et utilisation .....</b>	<b>16</b>
<b>I-5-Les facteurs influençant la composition et la teneur en métabolites secondaires.....</b>	<b>25</b>
<b>I -5- 1- Facteurs intrinsèque .....</b>	<b>17</b>
<b>I -5-1-1- Le patrimoine génétique .....</b>	<b>17</b>
<b>I -5-1-2-Cycle végétal.....</b>	<b>17</b>
<b>I -5-1-3- Les parties sélectionnées .....</b>	<b>17</b>
<b>I -5-1-4-L'état de la matière première .....</b>	<b>18</b>
<b>I-5-2- Facteurs extrinsèques .....</b>	<b>18</b>

# SOMMAIRE

I-5-2-1- L'environnement .....	18
I -5-2-2- Les conditions culturelles .....	18
I -5-2-3- Mode de conservation.....	19
I-5-2-4- Le climat.....	19
I -5-2-5- Stade de développement et période de récolte de la plante.....	19
I-5-2-6-Le stockage des matières premières.....	20
I -5-2-7-Mode de conservation.....	20

## Chapitre II : Description de la plante étudié

II-1-Généralités Sur Le Genre Thymus .....	21
II-2-Historique .....	21
II-3- Description De La Plante Etudiée .....	21
II-4-Classification botanique .....	22
II-5-Répartition Géographique .....	23
II-6-Propriétés et utilisations .....	26
II-7-Culture du thym .....	26
II-8-Période de récolte du thym .....	27

## Partie II: Méthodologie expérimental

### Chapitre III : matériel et méthodes

III-1- Objectif de travail .....	29
III-2- Matériel végétal .....	29
III-3-Présentation de la wilaya de Médéa .....	30
III-3-1- Situation géographique La wilaya .....	30
III-3-2- Le relief.....	31
III-3-3-L'étude climatique.....	31
III-3-1-Précipitations .....	31
III-3-3-2-Température .....	32
III-4-Echantillonnage .....	34
III-5-Séchage et conservation .....	34
III-6- Extraction .....	35
III.6.1.Préparation de l'Extrait méthanolique de <i>Thymus fontanesii</i> .....	35
III-6-2-Préparation de l'Extrait éthanoliques ou hydroalcooliques de <i>thymus fontanesii</i> .....	36

## SOMMAIRE

---

<b>III-7- Méthodes d'extraction</b> .....	36
<b>III-7-1-Extraction par la méthode de macération</b> .....	36
<b>III-8-Évaluation de pouvoir antioxydant des extraits étudiés</b> .....	37
<b>III-8-1-Protocole expérimental de pouvoir antioxydant</b> .....	38
<b>III-9-Pouvoir antimicrobien de l'extrait du <i>Thymus fontanesii</i></b> .....	38
<b>III-9-1- Protocole expérimental</b> .....	38

### Chapitre IV : Synthèse

<b>IV-1 Etude analytique</b> .....	42
<b>IV-2 Conclusion de la comparaison</b> .....	50
<b>Conclusion Général</b> .....	51
<b>Références Bibliographiques</b> .....	52

# **INTRODUCTION**

Les plantes aromatiques et médicinales « PAM » constituent une source de substances ayant des vertus thérapeutiques diverses, utilisées depuis l'Antiquité dans la pharmacopée traditionnelle de nombreux pays. Ces extraits volatils ont été utilisés en traitement des maladies infectieuses présentes avant la découverte des micro-organismes. **Buchbauer G(2011)**

Le genre *Thymus* est connu pour avoir des propriétés médicinales qui le rendent parmi les genres les plus intéressants du point de vue de l'activité biologique. Appartenant à la famille des Lamiaceae, le genre *Thymus* comprend une variété d'espèces dont une grande partie se situe dans la zone méditerranéenne **Hazzit et al.,(2006)**.

En Algérie, 12 espèces de *Thymus* colonisent le territoire du pays **Dob et al.,(2006)**. Parmi elles, certaines sont endémiques de l'Algérie telles que *Thymus pallescens* de Noé, *Thymus dreatensis* Batt., *Thymus guyonii* de Noé et *Thymus lanceolatus* Desf., d'autres sont endémiques du nord africain comme *Thymus ciliatus* Desf., *Thymus fontanesii* Boiss. et Reut., *Thymus numidicus* Poiret., *Thymus munbyanus* Boiss. et Reut. et *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. **Bekhechi et al.,(2007), Hazzit et al. (2006), Hazzit et al. (2009)**.

*Thymus fontanesii* (thym) est une plante aromatique, répandue en Algérie et très utilisée par les populations locales pour ses vertus médicinales. **Farah HADDOUCHI et al**

Au cours de ces dernières années, la recherche de nouveaux procédés basés principalement sur l'utilisation de molécules extraites de façon naturelle a connu un regain d'intérêt dans la plupart des recherches scientifiques. De ce fait nous nous sommes intéressés à étudier une plante du Nord algérien dont le but est d'exploiter de nouveaux composés comme alternatives aux produits chimiques.

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail de recherche dont le but principal est d'étudier les activités antioxydants et antimicrobiennes des extraits méthanolique et ethanologique de *thymus fontanesii* .

L'objectif général de notre travail consiste à la valorisation des espèces spontanées médicinales afin de les exploiter sur le plan phyto-chimique et pour l'élaboration de nouveaux produits bioactifs.

La présente étude, vise à évaluer les activités antibactériennes et antioxydantes des extraits alcooliques issus de *Thymus fontanesii* récoltée à Médéa.

Dans le premier chapitre nous effectuons un rappel bibliographique sur la plante étudiée *thymus fontanesii* et son utilisation.

Le deuxième chapitre présente les extraits des plantes médicinales.

Le troisième chapitre présente la méthode et la technique utilisées pour la réalisation de ce travail à savoir : l'extraction de *Thymus fontanesii*.

Le quatrième chapitre dans laquelle nous avons mené une étude analytique, synthèses de cinq recherches.

## **Chapitre I : Les plantes médicinales**

### **I-Les plantes médicinales et la phytothérapie :**

#### **I -1- Définition de la phytothérapie :**

La phytothérapie vient du grec et signifie « soigner par des plantes ». Elle repose en partie sur une pratique traditionnelle, fondée sur l'utilisation ancestrale et locale des plantes. Les plantes médicinales renferment de nombreux actifs (plus de 250) qui ont des activités thérapeutiques complémentaires ou synergiques. Ces actifs ont été étudiés et reproduits chimiquement pour être incorporés de nos jours dans de nombreux médicaments (IESV, 2015).

#### **I-2- les plantes médicinales et aromatiques :**

##### **I -2-1- Définition des plantes médicinales:**

Une plante contenant un ou plusieurs de ses organes ou toutes ses parties sur une substance active, un produit chimique ayant des effets physiologiques dans le traitement de maladies ou de réduites les symptômes associés peuvent être obtenus en utilisant la plante.

##### **I-2-2-Définition des plantes aromatiques :**

Une plante aromatiques est une plante qui contient dans un ou plusieurs de ses éléments végétaux, sur des huiles aromatique volatiles sous sa forme libre ou sous une autre forme, transformée ou dégradée en huile aromatiques à odeur raisonnables prouvent être extrait par des méthodes conventionnelles, naturellement (Frais ou sec), ou dans sa forme pure après extraction (Haïkal M.E., 1993).

##### **I -2-3-La récolte des plantes médicinales :**

Concernant la récolte, plusieurs éléments interviennent : le stade de développement de la plante, l'époque de l'année, et les parties de la plante à récolter. Il y a en effet quelques règles à suivre si vous voulez obtenir les principes actifs de la plante récoltée. Quelle que soit la partie des plantes que vous cueillez, et quelle que soit la saison, le meilleur moment pour procéder à la récolte est le matin. Attendez que la rosée soit

évaluée, et dépêchez-vous avant que le soleil ne commence à darder ses rayons : c'est le moment idéal. Selon les plantes, vous récolterez différentes parties : les racines, les feuilles, les fleurs, l'écorce... La teneur en principes actifs n'est pas la même selon les Parties utilisées. Vous pouvez utiliser les fleurs ou les feuilles d'une même plante pour soigner deux maladies différentes (**Sophie et Ehrhart , 2003**).

#### **I -2-4-Les activités biologiques des plantes médicinales :**

Les principales activités biologiques relevées sont liées à la recherche de nouveaux composés antibactériens, antifongiques, anti-inflammatoire, antiviraux, antidiabétiques,...etc. Là; on cite quelques activités.

##### **1. Activité antioxydant :**

Le pouvoir antioxydant d'une plante dépend de présence des métabolites secondaires ; surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir.

##### **2. Activité antimicrobienne :**

Il a été rapporté que les plantes riches en métabolites ont une activité antibactérienne et une activité antifongique. Aujourd'hui, la recherche destinée à trouver des nouveaux agents antimicrobiens possédant une efficacité plus importante que les drogues synthétiques d'une part et bien acceptée par l'organisme d'autre part, beaucoup de groupes de recherches ont étudié l'activité antimicrobienne des plantes médicinales, ils ont trouvé que ces plantes sont actives non seulement contre les bactéries mais aussi contre les champignons, les levures et les virus (**Pebret, 2003**).

#### **I-2-5-Situation des plantes médicinales en Algérie :**

La flore Algérienne est caractérisée par sa diversité florale: Méditerranéenne, Saharienne et une flore Paléo Tropicale, évaluée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable (15%) d'espèces endémiques. Ce qui a donné à la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable.( **Benkiki, 2006**).

**I-2-6-Parties des plantes médicinales utilisables en phytothérapie :**

D'après **Pirard M., (2013)**, En phytothérapie, on utilise plusieurs parties de la plante notamment :

1. la partie souterraine de la plante : la racine, le tubercule ou le rhizome
2. Les parties aériennes : les tiges, les feuilles, les bourgeons ou les fleurs.

**I-2-7- Principales méthodes de préparation des plantes médicinales :**

Les substances contenues dans les plantes sont de nature chimique variée ; certaines sont solubles dans l'eau, d'autres dans l'alcool éthylique, d'autres encore dans l'huile. A partir des plantes médicinales, on peut obtenir différentes voies de préparations: infusions, décoction, macération dans l'alcool (teinture) ou dans l'huile (extraction huileuse, plus rare), etc. Les plantes peuvent aussi être consommées entières, fraîches ou sèches, réduites en débris plus ou moins fins. Les sèves et sécrétions sont également utilisées dans certains cas. Il est enfin possible d'en extraire chimiquement des principes actifs en vue de leur utilisation thérapeutique (**Benarus , 2009**).

**I-2-7-1- Infusion :**

Une infusion se fait généralement avec les fleurs et les feuilles des plantes, mais dans certains cas, il est possible de faire également infuser des racines et des écorces. Le principe est simple : vous versez de l'eau bouillante sur la plante (il faut compter une cuillerée à café de plante par tasse), et vous laissez infuser entre dix et vingt minutes. Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum. En principe, il est préférable de ne pas sucrer les tisanes (**Sophie et Ehrhart , 2003**).

**I-2-7-2- La cataplasme :**

C'est le même principe que pour les compresses, à la différence que ce sont ici les herbes qui sont hachées grossièrement, puis mises à chauffer dans une casserole, recouverte d'un peu d'eau. Laissez frémir deux à trois minutes. Pressez les herbes, puis placez-les sur l'endroit à soigner. Couvrez d'une bande ou d'un morceau de gaze. Un cataplasme sous garde pendant trois ou quatre heures, en changeant les herbes toutes les heures si besoin est (**Sophie et Ehrhart , 2003**).

**I -2-7-3- Pommade :**

Préparation molle contenant des excipients ordinaires, poudre de plante extraits, plante fraîche, et huile essentielle (**Pirard, 2013**).

**I -2-7-4- La poudre :**

Partie de la plante soumise à la dessiccation (séchage), puis au mortier jusqu'à obtention d'une poudre de déférente finesse (**Longuefosse, 2003**).

**I-2-7-5- Macération:**

La macération est une opération qui consiste à laisser tremper une certaine quantité de plantes sèches ou fraîches dans un liquide (eau, alcool, huile ou même du vin) pendant 12 à 18 heures pour les parties les plus délicates (fleurs et feuilles) et de 18 à 24 heures pour les parties dure, puis laisser à température ambiante. Avant de boire, il faut bien la filtrer. Cette méthode est particulièrement indiquée pour les plantes riches en huiles essentielles et permet de profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent (**Khetouta ., 1987 ; Stary, 1992**).

**I -2-7-6-Bains :**

Verser dans le bain les plantes sous forme de tisane préparée, à l'aide d'un sachet mis sous robinet chaude et triturer pour bien en extraire le contenu actif. La température du bain dépend de l'effet désiré : froid pour un effet tonique, chaud et tiède pour relaxer . Un bain chaud de minutes avec double dose d'algue ou de Reine-des-prés (Rosacée) serait capable d'arrêter une grippe en son début (**Boisvert., 2003**).

**I-2-7-7-Inhalation :**

On prépare une infusion avec les feuilles du Thym ou huile essentielle, qu'on verse dans une bassine d'eau chaude. Mettre la tête sous une serviette en couvrant aussi la bassine pour garder les vapeurs et les inhalée l'entement et profondément quelques minutes (**Bestic . 2004 ; Boisvert ., 2003**).

**I-2-7-8-Teinture :**

Préparation liquide résultant de la macération d'une ou de plusieurs plantes fraîches le plus souvent ou sèches dans de l'alcool (40°-90°). La plupart sont élaborées au 1/10 (**Pirard., 2013**).

**I-3-Les métabolites secondaires des plantes médicinales:****I-3-1- Généralité :**

Les propriétés médicinales des plantes sont dues à des produits chimiques. Les plantes synthétisent de nombreux composés appelés métabolites primaires qui sont indispensables à leur existence. Ceux-ci englobent des protéines, des lipides et des hydrates de carbone qui servent à la subsistance et à la reproduction, non seulement de la plante elle-même mais encore des animaux qui s'en nourrissent. De plus, les plantes synthétisent une gamme extraordinaire d'autres composés appelés métabolites secondaires dont la fonction est loin de faire l'unanimité (**Ernest., 2000**).

**I-3-2- Définition des métabolites secondaires :**

Le terme «métabolite secondaire», qui a probablement été introduit par Albrecht Kossel en 1891, est utilisé pour décrire une vaste gamme de composés chimiques dans les plantes, qui sont responsables des fonctions périphérique indirectement essentielles à la vie des plantes (**Bouguet., 2008**).

Les métabolites secondaires (SM) sont présents dans toutes les plantes supérieures, et ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante (**Hartmann., 2007**).

**I-3- 3-Classification des métabolites secondaires :**

On peut classer les métabolites secondaires en trois grands groupes : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine (**Krief., 2003**). Elles sont nombreuses, en voici quelques composantes qui représentent les éléments actifs des plantes :

**I-3-3-1-Les alcaloïdes (les composés azotés) :**

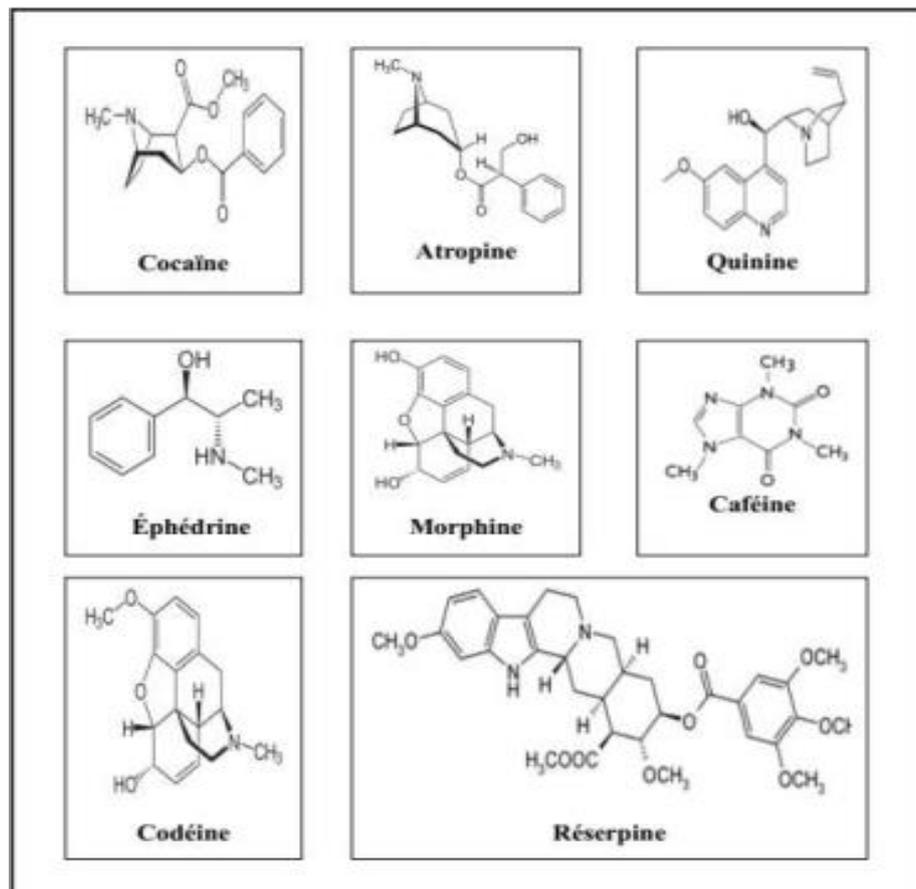
Un alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale à caractère alcalin et présentant une structure moléculaire hétérocyclique complexe (figure 4) (**Badiaga**

.,2011).Généralement, les alcaloïdes sont produits dans les tissus en croissance:jeunesfeuilles, jeunes racines. Puis, ils gagnent ensuite des lieux différents et, lors de cesTransferts, ils peuvent subir des modifications. (Krief.,2003).On les classe sous trois groupes:

-Les alcaloïdes vrais: l'azote inclus dans un hétérocycle, ce groupe représente la majorité des alcaloïdes (Guignard., 2000).

-Les proto-alcaloïdes: ils ne possèdent pas un azote intra-cyclique, ils ont une structure proche des amines (Guignard., 2000).

-Les pseudo-alcaloïdes: ils présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas des dérivés des acides aminés (Bruneton, 1999).



**Figure03:** Structure de quelques alcaloïdes (Badiaga, 2011).

### I-3-3-2- Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) sont une vaste classe de substances organiques cycliques très variées, dérivent du phénol  $C_6H_5OH$  qui est un monohydroxybenzène. Constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits (on les rencontre dans les racines, les feuilles, les fruits et l'écorce). Ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance, ou la reproduction. La couleur et l'arôme, ou l'astringence des plantes dépendent de la concentration et des transformations des phénols. Ces composés représentent 2 à 3% de la matière organique des plantes et dans certains cas jusqu'à 10% et même d'avantage. Dans la nature, ces composés sont généralement dans un état lié sous forme d'esters ou plus généralement d'hétérosides. Ils existent également sous forme de polymères naturels (tanins). Le groupe le plus vaste et plus répandu des phénols est celui des flavonoïdes (Yusuf., 2006).

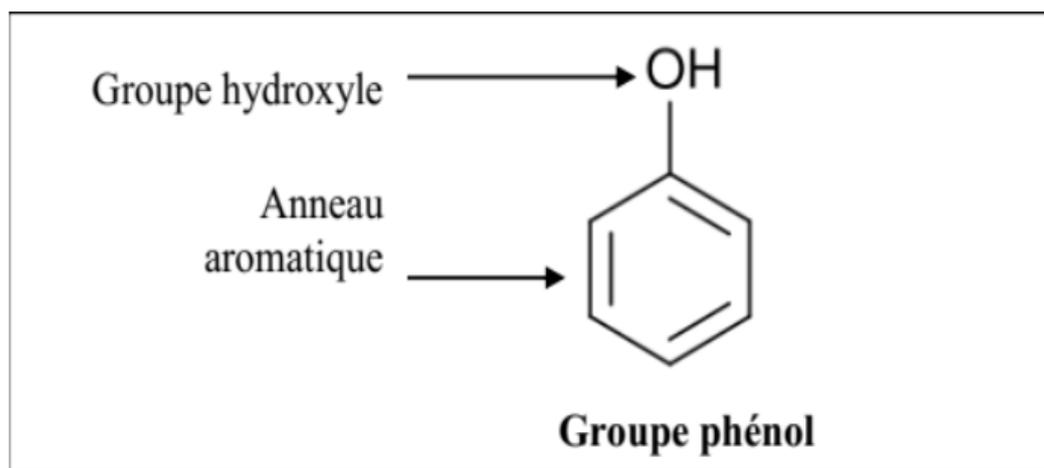


Figure 04 : La structure chimique des polyphénols (Manallah, 2012).

### I-3-3-3- Les terpènes :

Le terme terpène inventé par Kekulé, vient de leur origine historique de l'arbre de térébinthe : « PistaciaTerebinthus » (Ayad., 2008). Ce terme est attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène, ces composés sont majoritairement d'origine végétale. L'exploitation de

ces composés s'effectuait sous forme d'huiles extraites de plantes (huiles essentielles) par le moyen de la distillation (Benaissa., 2011).

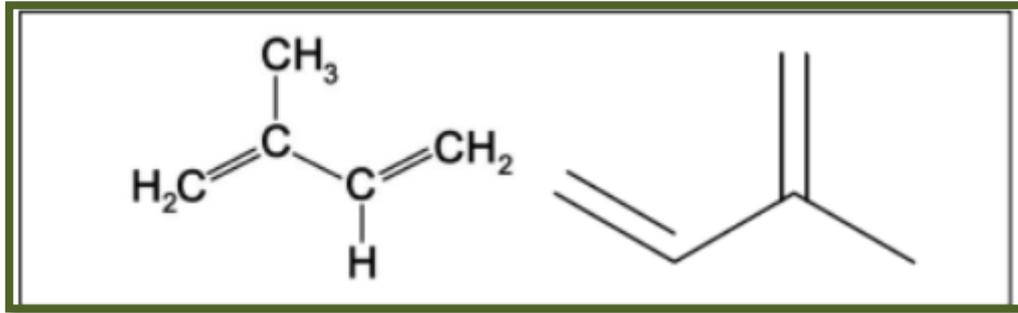


Figure 05: structure d'isoprène(Khenaka., 2011).

#### I-3 -4- Fonction des métabolites secondaires :

##### I-3- -4-1-Fonctions pour la plante :

##### I-3--4-1-1- La coopération avec les animaux :

Les métabolites secondaires peuvent être des moyens de signalisation et d'interaction entre les plantes et les animaux disséminateurs ou pollinisateurs : certains métabolites secondaires interviennent dans les mécanismes d'attraction des animaux (mono terpènes parfumées, anthocyanes de couleur ou de caroténoïdes dans les fleurs), nécessaires à la dispersion des graines et des insectes pollinisateurs par l'intermédiaire de couleurs et d'odeurs (Wink., 2003).

##### I-3- 4-1-2- Lutte contre la compétition avec d'autres plantes :

Les métabolites secondaires participent à des réponses allopathiques : compétition entre les plantes pour la germination et croissance au moyen de toxicité qui empêchent la croissance des autres plantes compétitrices (Jeun *et al.*, 2005).

**I-3-4-1-3- Protection contre l'attaque des pathogènes ou des herbivores :**

Ces métabolites secondaires ont des fonctions très importants pour la survie et la propagation des plantes qui les produisent, comme signaux chimique, pour défendre leur producteur contre les herbivores et les pathogènes (**Jeun et al, 2005**).

les plantes produisent des phénols, cherchent à prémunir contre les fonctions et les insectes phytophages .ils ont des propriétés antivirales (**Geoff et al, 2006**).

**I-3- 4-1-4- D'autres fonctions :**

Certains assurent une protection contre les radiations solaires(UV) en absorbant à la fois ces radiations et les espèces réactives de l'oxygène formées et d'autre encore facilitent la dispersion du pollen et des graines (**Jeunet al, 2005; Stalikas., 2007**). Les composés phénoliques en particulier les flavonoïdes assurent la pigmentation des fleurs, des fruits et des graines pour attirer les pollinisateurs et les disperseurs de graine ; ils interviennent dans la fertilité des plantes et la germinations du pollen (**Stalikas., 2007**).

**I -3-2- Rôle pour l'Homme:**

Les métabolites secondaires végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans L'industrie ; en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. Ces composés sont en grande mesure illustrés en thérapeutique (**Bahorun ., 1997**).

**I-3-2-1- Utilisation en médecine :**

Les métabolites secondaires exercent généralement leurs activités pharmacologiques sur les mammifères comme homme, (**Lee et al, 2005**).Les Anthocyanines issus de l'hydrolyse des anthocyanidines (flavonoïde proches des flavines)

puissants antioxydants nettoient l'organisme des radicaux libre, ils maintiennent une bonne circulation, notamment dans les régions du cœur, des mains, des pied et des yeux, Les anthraquinones ont un effet irritant et laxatif sur le gros intestin, provoquent des concentrations des parois intestinales et stimulent l'évacuation environ 10 heure après la prise. Elles rendent les selles plus liquides, facilitant ainsi le transit intestinal. Les Glucosides dans de nombreuses plantes médicinales, telles que la digitale laineuse et pourprée, les glucosides cardiaques ont une action directe et puissante sur cœur .ils l'aident à maintenir le rythme cardiaque en cas d'affaiblissement .ils contribuent à transférer les

liquides des tissus et du système circulatoire vers les conduits urinaires. Les flavonoïdes, que l'on trouve par exemple dans le trèfle rouge à effets dans le traitement des troubles liés à la ménopause (**Geoff et al, 2006**). Les tanins sont utilisés comme anti diarrhéiques, vasoconstricteurs et hémostatiques, mais surtout comme protecteurs veineux dans le traitement des varices et ils permettent de stopper les hémorragies (**Geoff et al, 2006 ; Paris et al, 1981**).

#### **I-3-2-2- En alimentation :**

Les épices et les herbes aromatiques contenant des diverses métabolites sont utilisées dans l'alimentation sont pour une bonne part responsables des plaisirs de la table, considérées comme condiments et aromates, ont été et reste très liée à leurs propriétés organoleptiques. Mais également ces métabolites trouvent leur utilisation comme suppléments diététiques (**Mohammedi ., 2006**).

#### **I-3-2-3-En parfumerie :**

C'est la débouché principal des huiles essentielles, des concrètes, des absolues et autres rétinolides fournis par les plantes médicinales. L'industrie cosmétique et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs, même si le coût souvent élevé des produits naturels les conduit parfois à privilégier, pour les formations de grande diffusion, les produits synthétiques (**Bruneton ., 2009**).

Comme des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène (**Mohammedi , 2006**).

Les tanins sont largement employés dans l'industrie du cuir surtout dans celle des vernis et peintures (**Paris et al, 1981**).

#### **I-4-les huiles essentielles :**

##### **I-4-1-Généralités sur les huiles essentielles :**

Une huile essentielle ou essence se décrit communément comme un mélange de composés aromatiques extraits d'une plante. D'un point de vue réglementaire, selon la pharmacopée Européenne, une huile essentielle est un produit odorant, généralement de composition complexe obtenu à partir d'une matière végétale botaniquement définie. Le règne végétal offre une grande diversité permettant d'obtenir, aujourd'hui, 3 000 huiles

essentielles parmi lesquelles environ 300 sont importantes d'un point de vue commercial. Toutes les plantes possèdent la faculté de produire des composés volatils mais seulement à l'état de traces le plus souvent (**Fillatre, 2011**).

#### **I-4-2-Composition chimiques des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et éminemment variables de constituants qui appartiennent à deux groupes les:

- Terpènes
- Composés aromatiques (**BRUNETON, 1999**).

##### **I-4-2-1-Terpènes :**

Ils ont pour formule générale  $(C_5H_8)_n$ , cyclique. Ils sont constitués du polymère de l'isoprène parmi lequel on distingue les monoterpènes et les sesquiterpènes.

D'après **Bellakhdar (1997)**, les monoterpènes sont des composés plus volatiles, ils sont les principaux composés rencontrés dans les huiles essentielles. Ils sont composés essentiellement de  $\alpha$ -pinène, (3-pinène), o-terpinène, camphène,  $\alpha$ -phéllandrène, P-phéllandrène, limonène et myrcène. Les sesquiterpènes sont des composés caractéristiques des arômes produits par les plantes et donnent à celles-ci leur goût amer. Ce sont des composés d'hydrocarbures notamment l'aromadendrène, allo-aromadendrène et  $\alpha$ -gurjunène(**AZOU DJ, 1999**).

##### **I-4-2-2- Les composés aromatiques :**

Les composés aromatiques sont en concentration moindre que les dérivés terpéniques, ils procurent aux HE leur propriétés odorantes de type les «phénylpropanoïde » qui emprunte une voie biosynthétique dite de l'acide schikimique conduisant essentiellement à la synthèse de la « tyrosine » (**NAZLIN, 2003**).

#### **I-4-3-méthodes d'extraction des huiles essentielles (HE) :**

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. Les principales sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction (**Samate, 2001**).

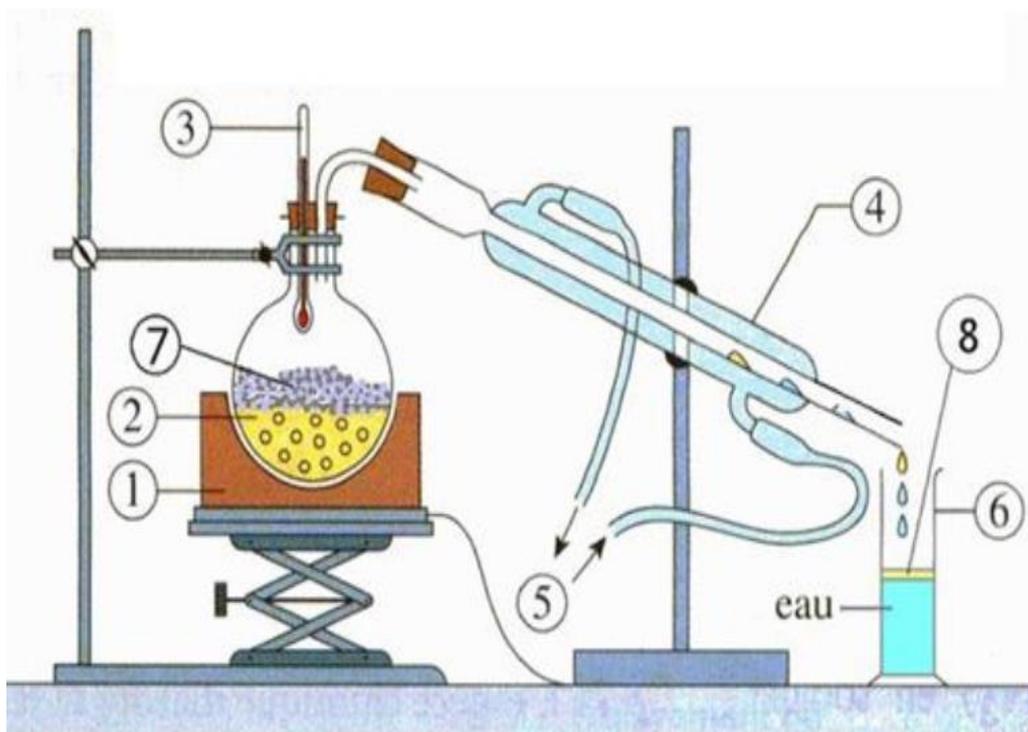
##### **I-4-3-1- Distillation :**

Selon **PIOCHON (2008)**, il existe trois différents procédés utilisant le principe de la distillation : l'hydro distillation, l'hydro diffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau.

• **Hydro-distillation :**

Il s'agit de la méthode la plus simple et, de ce fait la plus anciennement utilisée. La matière végétale est immergée directement dans un alambic rempli d'eau, placé sur une source de chaleur, le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'H.E se sépare de l'hydrolysate par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysate (**figure 3**).

En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques (**LUCCHESI, 2005**).



**Figure 06:** Principe de la technique d'hydro distillation (Distillation simple) (**LUCCHESI, 2005**).

1-Chauffe ballon	5- Entrée et sortie d'eau
2-Ballon	6- Erlenmeyer
3-Thermomètre	7- Matière à extraire l'essence
4-Réfrigérant	8- La couche d'huile essentielle

• **Distillation par entrainement à la vapeur d'eau :**

Dans ce type de distillation, le matériel végétal n'est pas macéré directement dans l'eau. Il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau. La vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant.

Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'H.E en minimisant les altérations hydrolytiques.

• **Hydro diffusion :**

Cette technique est relativement récente. Elle consiste à faire passer du haut vers le bas, et à pression réduite la vapeur d'eau au travers la matière végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide et n'altère pas les composés volatils.

**I-4-3-2-L'extraction à froid :**

Elle constitue le plus simple des procédés, mais ne s'applique qu'aux agrumes dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences. Ce procédé consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais pour détruire les poches afin de libérer l'essence. Le produit ainsi obtenu est appelé essence, car il n'a subi aucune modification chimique (**ROUX, 2008**).

**I-4-3-3-Extraction assistée par micro-ondes :**

Cette nouvelle technique combine l'utilisation des micro-ondes et d'autres méthodes traditionnelles. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont

ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques condensation, refroidissement et décantation.

Des études montrent que cette technique possède plusieurs avantages tels que le gain de temps d'extraction, utilisation de petites quantités de solvant et un rendement d'extraction élevé (**HEMWIMON *et al.*, 2007**).

#### **I-4-3-4- Extraction par les solvants et les graisses :**

Il s'agit d'extrait de plantes obtenu au moyen de solvants non aqueux (hexane et éther de pétrole), mais aussi de graisses, des huiles (absorption des composés volatils lipophiles par les corps gras).

Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau, si bien que les extraits ne contiennent pas uniquement des composés volatils mais également composés non volatils tels que des cires, des pigments et des acides gras, un lavage à l'éthanol permet l'élimination de ces composés.

Après distillation de l'alcool, le produit obtenu est appelé « absolu », et sa composition se rapproche de celle d'une huile essentielle. L'extraction à l'aide de solvants organiques pose le problème de toxicité et de solvants résiduels (**HERNANDEZ-OCHOA, 2005**).

#### **I-4-4- Propriétés et utilisation :**

Les HE contenues dans les herbes aromatiques sont responsables des différentes senteurs que dégagent les plantes. Elles sont très utilisées dans l'industrie des cosmétiques, de la parfumerie, l'industrie alimentaire (les arômes) et dans le domaine phytopharmaceutique (**Benayad, 2008**). Les huiles essentielles sont utilisées également pour leurs différentes et effets thérapeutiques divers (**Franchomme, 1990**) :

-les effets anti-infectieux; notamment sur les souches résistant à des antibiotiques récents. Parmi ces molécules antibactériennes les plus puissantes, nous pouvons citer: le Carvacrol, le Thymol et l'Eugénol, le Géraniol, le Linalol, Térpineol menthol, etc. Cette activité antivirale se retrouve surtout dans les huiles essentielles contenant des cétones, des monoterpènes ou certains aldéhydes ;

- des effets calmants et antispasmodiques; les aldéhydes (citral de la verveine,...), les esters (salicylate de méthyle,...) ;

- des effets antiparasitaires; surtout les phénols ;
- des effets anti-inflammatoires; selon le type de douleurs, on peut utiliser les esters, des alcools (menthol) ou des aldéhydes (cuminal).

Les huiles essentielles possèdent aussi des propriétés antioxydantes expectorantes, diurétiques, antifongiques (**Doran, 1999 et Kosh – Komba, 2004**).

Les huiles essentielles représentent une piste d'avenir et les recherches sur les extraits d'huiles sont nombreuses. Toutefois, la grande majorité de ces études portent sur les moustiques, que ce soit sur l'effet répulsif des huiles essentielles ou sur leur effet larvicide (**Ntoniforet al, 2006**). Le mode d'action des huiles essentielles est relativement peu connu chez les insectes (**Isman, 2000 ; Bekele et Hassanali, 2001**).

### **I-5-Les facteurs influençant la composition et la teneur en métabolites secondaires :**

#### **I -5- 1- Facteurs intrinsèque:**

Liés à l'espèce, au type de clone, à l'organe concerné, à l'interaction avec l'environnement (Période de récolte, type de sol ou climat, ...) et au degré de maturité du végétal concerné, voir, au moment de la récolte au cours de la journée (**Selles. ,2012 ;Besombes .,2008**).

#### **I -5-1-1- Le patrimoine génétique:**

Le premier paramètre influençant la composition chimique d'une plante est son profil génétique, c'est la raison pour laquelle, une même espèce, peut présenter plusieurs hémotypes de profils chimique différent, il existe de nombreux exemples d'un même phénomène, notamment chez le thym et la sauge (**Teucher et al, 2005; Vila et al,**

#### **I -5-1-2-Cycle végétal:**

Des variations importantes peuvent se produire au cours du cycle végétal concernant le rendement et la composition chimique en huiles essentielles (**Garniron.,1991 ; Bruneton., 2009**).

#### **I -5-1-3- Les parties sélectionnées:**

Les cellules productrices d'huiles essentielles peuvent se situer dans différents organes, il est possible d'obtenir différentes huiles selon les parties sélectionnées d'une même plantes. Ainsi,

les huiles essentielles extraites à partir des baies et des feuilles de piment ne sont pas identiques. **En 1987**, les travaux de Maffei et Sacco ont montré des différences de composition des huiles essentielles selon les organes (feuilles et fleurs) pour les sous espèces suivantes peppermint nohtomorphspallescens Camus et rebuscens Camus. En revanche, avec Cinnamomum zeylanicum ou Cannelie de Ceylon, il est possible de produire 3 huiles essentielles (Carette., 2000).

#### **I -5-1-4-L'état de la matière première:**

En **1991**, Cioni *et al.* ont effectué une comparaison entre romarin frais et sec une fois en cours il s'est avéré que les compositions chimiques des huiles essentielles étaient différentes selon l'état de la plante.

#### **I-5-2- Facteurs extrinsèques:**

Les facteurs de l'environnement comme l'humidité relative de l'air, la température, la durée de l'insolation, l'altitude et autres influent directement sur la proportion des différents constituants d'une huile essentielle, surtout chez les espèces dont les structures sécrétrices sont superficielles (Cas des poils sécréteurs des lamiacées), les conditions de culture (Nature du sol, apport en engrais...), le procédé d'extraction, le temps d'extraction, d'autres facteurs tels que les traitements préliminaires (Conditions de transport, durée de séchage et de stockage du matériel végétal...) peuvent engendrer une grande variabilité de la composition d'une huile essentielle, suite à des dégradations enzymatiques (Besombes., 2008 ; Selles ., 2012).

##### **I-5-2-1- L'environnement:**

Les conditions environnementales influencent aussi sur la composition des huiles essentielles. Ceux-ci englobent la température, le taux d'humidité, la photopériode, la pluviométrie et les conditions édaphiques (composition de sol) qui représentent autant de facteurs potentiels de variations de la composition chimique d'une plante aromatique donnée (Mohamed *et al.* 2009 ; Olle *et al.*, 2010; Aprotosoia *et al.*, 2010).

##### **I -5-2-2- Les conditions culturales :**

**En 1992**, Jean *et al* ont montré l'influence de la saison de récolte sur la composition des huiles essentielles d'*Origanum majorana* ont été extraites avec des plantes récoltées en

automne pour les uns et en printemps pour les autres. La date de semis, la date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais ainsi que les techniques de récolte influencent aussi sur la composition et le rendement des huiles essentielles (**Lahlou ., 2004 ; Benini., 2007**).

#### **I -5-2-3- Mode de conservation :**

Le temps de stockage des huiles essentielles après extraction tend aussi à modifier la composition de ces huiles .D'après **Carette., (2000)**, les huiles essentielles se conservent entre 12 et 18 mois après leur extraction, car avec le temps, leurs propriétés tendent à déprécier. Donc, il faut éviter les forts écarts de température et le contact avec l'air, car Presque tous les terpènes des aldéhydes, sont souvent oxydables sous l'action de l'air et de la lumière .elle se résinifient et modifient ensuit le parfum des essences, leur aveur ainsi que leur constants physiques et chimiques (**Huard ., 2002**).

#### **I-5-2-4- Le climat:**

Influencent directement sur la production des huiles essentielles .En effet, un climat sec et en soleillé favorise leur production, cause pour le quelle les plants sont plus riche en huile essentielle lorsqu'elles poussent dans un climat chaud et sec (**Labore., 2000**). Les pratiques culturales ; densité de plantation, utilisation des engrais, intensité et modalité de l'irrigation (**Batich ., 2008**).

#### **I -5-2-5- Stade de développement et période de récolte de la plante :**

**Hudiabet al (2002)**. A souligné l'importance du choix de la période de récolte du Thym pour obtenir une huile de qualité et de quantité. Il a trouvé que le rendement diffère d'une période à une autre. Le meilleur rendement (1, 2%) est obtenu pour la plante cueillie le début juillet. L'huile se caractérise par une composition importante en hydrocarbures mono terpénique (pcyméne et gamma-terpinéne) et en mono terpènes phénolique (Thymol et carvacrol). La plante cueillie début juin, début juillet et début décembre donne des rendements de l'ordre de 0.52%, 0.50% et 0.08% respectivement de même, ils ont montré l'influence de l'âge ou le stade de développement de la plante sur le rendement et la composition de l'huile, la plante de 2ans donne un rendement de 0.5% alors que celle de 5ans donne un rendement de 0.15% la plante étant cueillie à la même période (**Brurt,2004**).

Alors que **Barroso et Pedro (2007)** travaillant sur le thym portugais, ont montré que l'origine, les conditions climatiques et la partie extraite (feuille et/ou fleur) de l'espèce

peuvent influencer sur la composition de l'huile essentielle de thym. Pour le thymus mastichina, les proportions en 1,8-cinéolé, constituant majoritaire, sont différents: 42,4% donne l'huile des feuilles et 46,9% donne celle extraite des fleurs.

#### **I-5-2-6-Le stockage des matières premières:**

Avant toute distillation, le stockage peut également influencer la composition et le rendement des huiles essentielles. **Fantino., (1990)**, a noté des pertes considérables d'huiles essentielles lors d'un stockage prolongé du matériel végétal au congélateur, mais peu d'évolution sur sa composition.

#### **I -5-2-7-Mode de conservation:**

Le temps de stockage des huiles essentielles après extractions tend aussi à modifier la composition de ces huiles. D'après **Carette., (2002)**, les huiles essentielles se conservent entre 12 et 18 mois après leur extraction, car, avec le temps, leurs propriétés tendent à déprécier (**Huard ., 2002**).

## Chapitre II : Description de la plante étudié

### II-1-Généralités Sur Le Genre *Thymus* :

La famille des Lamiacées est l'une des plus répandues dans le règne végétal (Naghbi et *al.*, 2005). Elle est la plus utilisée comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant (Ghermanet *al.*, 2000, Bouhdid *et al.*, 2006, Hilan *et al.*, 2006). Cette famille regroupe plus de 258 genres et 6900 espèces, plus au moins cosmopolites, mais particulièrement répandues du bassin méditerranéen jusqu'en Asie centrale (Miller *et al.*, 2006). Le genre *Thymus* appartenant à cette famille, regroupe entre 250 et 350 espèces, sous-espèces et variétés de plantes sauvages (Lawrence et Tucker 2002 ; Morales 2002; Napoliet *al.* 2010). Il représente un taxon polymorphe, à la fois chimiquement et morphologiquement (Morales 2002; Saez et Stahl-Biskup 2002; Marin *et al.* 2005). Selon Jalas (1971), *Thymus* est divisé en huit sections: *Micantes*, *mastichina*, *Piperella*, *Teucrioides*, *Pseudothymbra*, *Thymus*, *serpyllum* et *Hyphodromi*. Le nom *Thymus* vient probablement du latin "thymus" qui signifie «parfumé» ou du grec "thymos" qui signifie "courage" ou "force". Localement appelé «Zaâteur».

### II-2-Historique :

*Thymus* est l'un des genres les plus critiques de la flore euro-méditerranéenne et la plupart de ses taxons et nomenclature ont besoin de typification (Bartolucci *et al.*, 2013). Plusieurs explications existent concernant l'origine du nom «*Thymus*». Certains auteurs supposent que le nom latin *Thymus* vient du mot grec *Thyo* (parfum). Une autre interprétation de son étymologie considère *thymos* un mot grec qui signifie courage et force. A l'origine «*thymus*» décrit un groupe de plantes aromatiques avec des aspects similaires qui ont été utilisés comme des stimulants de fonctions vitales (Morales, 2002 ; Jourdain, 2002).

### II-3- Description De La Plante Etudiée :

L'espèce *Thymus fontanesii* est une plante endémique d'Algérie et de Tunisie, qui se trouve dans le Tell, au niveau des pelouses et des garrigues. Cette espèce a un calice à 5 dans tout longuement subulé bien plus long que le tube, et à lèvre supérieure divisée dans son tiers supérieur. Les tiges sont dressées et robustes qui ne dépassent pas 20 cm de hauteur, à

feuilles oblongues, lancéolées recourbés sur les bords, de couleurs vertes foncés et qui sont recouvertes de poils et de glandes de 10 à 12 mm de long. Les épis florifères sont courts et

étroits plus longues que le calice. Ses petites fleurs zygomorphes sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet visible d'avril à juin, à odeur très agréable et spécifiques. Très commun dans les régions montagneuses, elle est considérée comme une espèce endémique en Algérie (Quezel et Santa, 1963 ; Roux, 2011).



**Figure 01** : image botanique du *thymus fontanessi*

**Source :** <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fscience>.

#### **II-4-Classification botanique :**

D'après **Quezel et Santa (1963)**, **Morales (1997)**, **Pedersen (2000)** et **Guignard et Dupont (2004)**, la classification qu'occupe *Thymus fontanessi* dans la systématique **Tableau 01** est la suivante :

**Tableau 01** : classification botanique de thymus fontanessi (**Guignard et Dupont ,2004**)

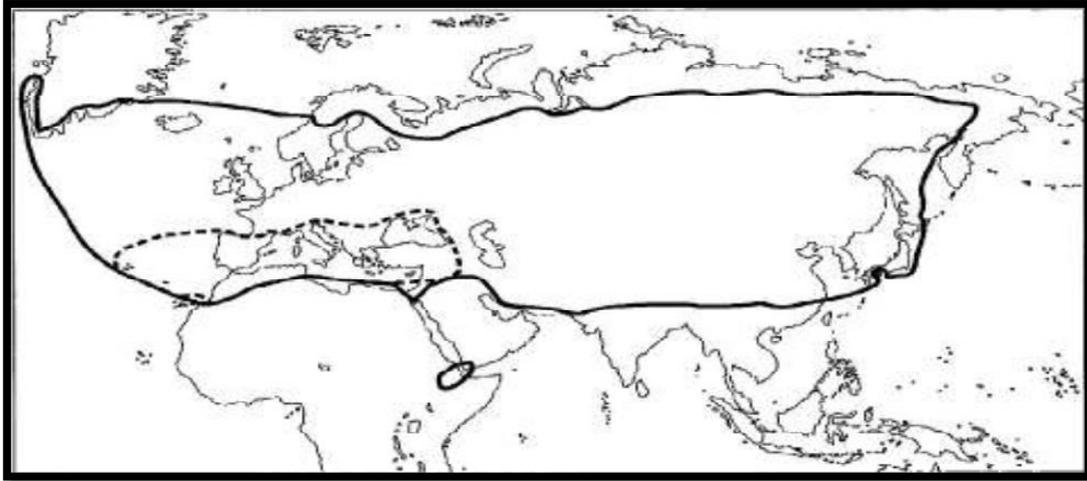
Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Sous-classe	Astéridées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	Thymus
Espèce	Thymus fontanesii Boiss. et Reut

### II-5-Répartition Géographique :

- **Dans le monde :**

Le genre *Thymus* est l'un des 250 genres les plus diversifiés de la famille des labiées (**Naghbi<sup>et al.</sup>, 2005**). Selon Dob et ses collaborateurs, il existe près de 350 espèces de thym réparties entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la Méditerranée (**Dob <sup>et al.</sup>, 2006**).

C'est une plante très répandue dans le nord-ouest africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye). Elle pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte. On peut la trouver également en Sibérie et même en Himalaya. Selon une étude menée par Nickavar et ses assistants, environ 110 espèces différentes du genre *Thymus* se concentrent dans le bassin méditerranéen (**Nickavar <sup>et al.</sup>, 2005**). C'est pour cela que l'on peut considérer la région méditerranéenne comme étant le centre de ce genre (**figure2**).



**Figure 02** : Répartition du genre *Thymus* dans le monde. La ligne pointillée représente toutes les sections sauf la section « *Serpyllum* » et « *Hipodromo* » et la subsection « *Serpyllastrum* »

Source : (Morales, 2002)

- **En Algérie :**

Le genre *thymus* comprend plusieurs espèces botanique répartie sur toutes le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (mebarki, 2010)

En Algérie, ce genre regroupe 12 espèces qui sont représentées dans le (tableau02) suivant :

**Tableau 02** : localisation des principales espèces du genre thymus en Algérie (saidji, 2006).

Espèces	Découverte Par	Localisation
<b>Thymus Capitatus</b>	Hoffman Et Link	Rare Dans La Région De Tlemcen
<b>Thymus Fontanesii</b>	Boiss Et Reuter	Commun Dans Le Tell Endémique Est Algérie- Tunisie
<b>Thymus Commutatus</b>	Battandier	Endémique Oran
<b>Thymus Numidicus</b>	Poiret	Assez Rare Dans : Le Sous-Secteur De l'Atlas Tellien La Grande Et La Petite Kabylie De Skikda A La Frontière Tunisienne Tell Constantinoise
<b>Thymus Guyoni</b>	Néo	Rare Dans Le Sous-Secteur Des Haut Plateaux Algérois Oranais Et Constantinois
<b>Thymus Lancéolatus</b>	Desfontaine	Rare Dans : Le Secteur De L'atlas Tellien (Terni De Médéa Benchicao) Et Dans Le Sous-Secteur Des Haut Plateaux Algérois, Oranais (Tiaret) Et Constantinois
<b>Thymus Pallidus</b>	Goss	Très Rare Dans Le Sous-Secteur De L'atlas Saharien Et Constantinoise
<b>Thymus Hirtus</b>	Willd	Commun Sauf Sur Le Littoral
<b>Thymus Glandulosos</b>	Lag	Très Rare Dans Le Sous-Secteur Des Hauts Plateaux Algérois
<b>Thymus Algériensis</b>	BoissEt Reuter	Très Commun Dans Le Sous-Secteur Des Haut Plateaux Algérois
<b>Thymus Munbyanus</b>	BoissEt Reuter	Endémique Dans Le Secteur Nord Algérois

### II-6-Propriétés et utilisations :

Les produits commerciaux, qui sont obtenus à partir du genre *Thymus*, comprennent les huiles essentielles, oléorésines, herbes fraîches et séchées. Le genre *Thymus* compte environ 350 espèces, mais seulement cinq ont atteint une importance économique réelle : *T. capitata* L., *T. mastichina* L., *T. serpyllum* L., *T. vulgaris* L. et *T. zygis* L. (Brian et Arthur., 2002). Cette plante est largement utilisée en qualité de plante aromatique dans les préparations culinaires tels que les soupes, les sauces et les viandes et en particulier dans la cuisine méditerranéenne (Hemingway et al., 1991).

Le thym est utilisé fréquemment par les populations autochtones grâce à ses diverses propriétés importantes. Les tiges et les feuilles fleuries ou non, sont utilisées en infusion pour calmer la toux, les irritations de l'appareil respiratoire, les rhumes et pour favoriser la digestion et en usage externe le thym s'emploie en gargarismes, en inhalations ou en bain de bouche, les décoctions ajoutées au bain effacent les effets de la fatigue et soulagent les rhumatismes et les courbatures, il est employé depuis l'antiquité pour emboumer les morts (Polese, 2006).

La plante possède aussi des vertus antiseptiques particulièrement indiquées dans le traitement des infections pulmonaires. Il calme la toux en relâchant les spasmes bronchiques, diminue les sécrétions nasales. Outre son activité pulmonaire, le thym soulage les spasmes intestinaux et ballonnements, il combatte l'atonie intestinale, l'anorexie, la dyspepsie, la gastrite chronique. Son action antiseptique soignera certaines diarrhées (Roux, 2011 ; Schauenberg et Paris, 2013)

### II-7-Culture du thym :

Les thymus, plantes emblématiques de la Provence, prospèrent dans des sols légers et bien drainés ; un terrain calcaire et humifère et exposé plein soleil est leur paradis.

A l'inverse, ils n'apprécient pas les grands froids et redoutent l'eau stagnante. Il est donc conseillé, selon la nature du sol, d'apporter du compost et un amendement pour améliorer sa structure et le nourrir. La culture en pot peut être aussi la solution aux sols trop lourds. Dans ce cas, utilisez un support de culture drainant, à base de terre de jardin.

Une fois installés, les thyms peuvent rester en place 6 ans. Lorsque les pieds sont jeunes, les arrosages et le paillage sont nécessaires en cas de grande sécheresse. Par la suite, l'entretien se limite au désherbage.

Le thym se récolte toute l'année mais si vous souhaitez le conserver, il est préférable de le couper en début de floraison, période où les sommités sont les plus riches en principes actifs. Profitez-en pour lui donner une jolie forme.

Les thyms à port dressé (*Thymus vulgaris*) sont intéressants dans les jardins d'herbes ; leur taille et leur forme favorisent la cueillette. Ils trouvent cependant également leur place en tant que plante ornementale, par exemple dans une rocaille.

Les thyms à port rampant (*thymus serpyllum*) font de belles allées aromatisées ; vous pouvez les mélanger avec la pelouse dans les endroits ensoleillés et secs. Enfin, les thyms à port arrondi (*Thymus* « Snow White ») et aux contours réguliers sont parfaits pour la culture en pot.

Les semis se font de mars à mai, en pépinière ou en caissette. Les graines doivent être recouvertes d'un peu de terre émiettée ou de compost, puis le sol doit être plombé avec un râteau. Lorsque les plants sont suffisamment forts, repiquez-les en espaçant les pieds de 20 à 40 cm.

La multiplication par éclats de souches (souches plutôt vieilles) se fait en mars -avril en climat froid, ou en septembre en climat chaud et sec. Le bouturage est réalisé quant à lui à partir de la fin du printemps, en plantant le jeune rameau aux deux tiers de sa longueur. Il faut compter environ deux mois pour un bon enracinement. [www.aujardin.info/plantes/thym.php](http://www.aujardin.info/plantes/thym.php)

### **II-8-Période de récolte du thym :**

Deux récoltes peuvent être entreprises, une en fin mai, début juin au commencement de la période de floraison, l'autre en septembre. Les branches doivent être coupées jusqu'à 5 cm du sol ; et si l'on coupe les branches à la fin de l'été, il faut éviter de couper plus bas que le tiers de la plante, car une coupe trop basse favoriserait l'apparition de jeunes pousses qui ne résisteraient pas aux premiers froids.

Il est conseillé de cueillir le thym dans des endroits éloignés des bords des chemins et des sentiers. Il ne faut pas arracher la plante mais plutôt lui couper les tiges au sécateur ou les

casser du bout des doigts, tout en évitant de couper toutes les tiges et toutes les plantes, pour permettre la survie et la reproduction. Il suffit d'éclaircir la plante. Il est préférable de réaliser la cueillette après la rosée du petit matin et avant les heures les plus chaudes où la plante aura évacué le maximum d'humidité et n'aura pas évaporé son huile essentielle. On peut constater, que pour une récolte dans un champ, l'utilisation d'une fauche mécanique est avantageuse. Le temps consacré à la cueillette est ici amortie par du matériel adéquat.

Il semblerait qu'il soit préférable de cueillir le thym, juste avant la période de floraison([fr.wikipedia.org/wiki](https://fr.wikipedia.org/wiki/Thym))

### Chapitre III : matériel et méthodes

#### III-1- Objectif de travail :

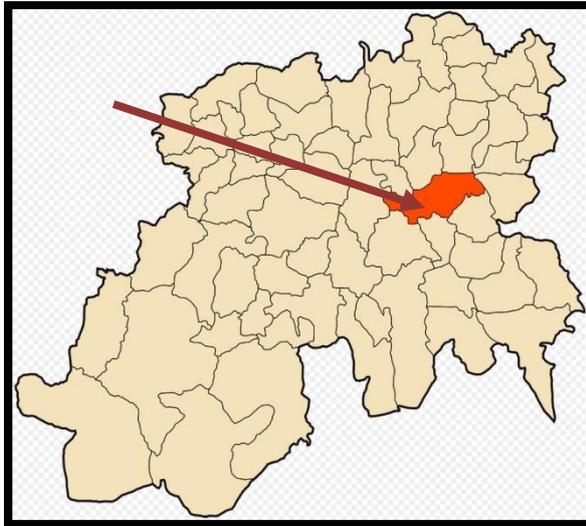
L'objectif principal de ce travail est la valorisation des espèces spontanées médicinales afin de les exploiter sur le plan phyto-chimique et pour l'élaboration de nouveaux produits bioactifs donc on va déterminer l'activité biologique de deux extraits (éthanoliques et méthanoliques ) du *thymus fontanesii* sur quelques bactéries et champignons pathogènes .

#### III-2- Matériel végétal :

Le *thymus fontanesii* utilisé pour notre étude, à été récolté dans la Wilaya de Médéa au niveau de la commune de Souagui (63 km au sud-est de Médéa) au mois de mai (mi mai) 2020. Et nous étions censés faire des expériences dans le laboratoire d'hygiène de Blida.



**Figure 07 : Le lieu d'échantillonnage de *thymus fontanesii* (SAIDOUNE,2020)**



**Figure 08:** Situation géographique de la zone d'étude dans la Wilaya de Médéa



**Figure 09:** Situation géographique de la zone d'étude

### III-3-Présentation de la wilaya de Médéa

#### III-3-1- Situation géographique La wilaya :

**Tableau 03 :** Situation géographique La wilaya Médéa( ANDI 2015)

Latitude	Longitude	Altitude
36.28	2.75	1036

MEDEA est située Au Nord de l'Algérie, Le Chef lieu de la wilaya est située à 88 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km<sup>2</sup>. Situé au cœur de l'Atlas Tellien. La wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part. La wilaya de Médéa est limitée par les wilayas suivantes :

- La Wilaya de Blida au Nord
- La wilaya de Djelfa au Sud.
- Les wilayas d'Ain Defla et Tissemsilt à l'Ouest
- Les Wilaya de M'sila et Bouira à l'Est.

### III-3-2- Le relief

La Wilaya de Médéa peut être découpée en quatre (04) zones naturelles : Le tell montagneux : Il forme une bande quasi –continue ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, Le tell collinien : Située au cœur de la wilaya, c'est une région de peuplement qui de tout temps a eu une vocation agricole,. Les plaines du tell : Traditionnellement vouées à la céréaliculture, les plaines de Beni Slimane et Merachda sont enchâssées à l'intérieur du tell collinien.. Le piémont méridional du tell : Caractérisé par une pluviométrie irrégulière située entre 300 et 400 mm.

### III-3-3-L'étude climatique

#### III-3-1-Précipitations :

**Tableau 04:** Moyenne mensuelle de Précipitations de la station Médéa

Moi Variable	jan	fév	Mars	Avr	Mai	Juin	juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
P (mm)	82.96	113.55	98.73	68.38	49.44	7.96	5.21	8.02	45.04	63.09	118.81	81.72	742.88

L'examen du tableau relatif à la précipitation moyenne mensuelle fait ressortir deux périodes en cours de l'année. La première, pluvieuse, s'étale de Septembre à Mai avec un premier maximum en Novembre (118.81 mm) et un deuxième en février (113.55 mm) La seconde, sèche, c. Elle présente un premier maximum de sécheresse en juillet (5.21 mm). Le deuxième maximum de sécheresse se situe en Juin (7.96 mm)

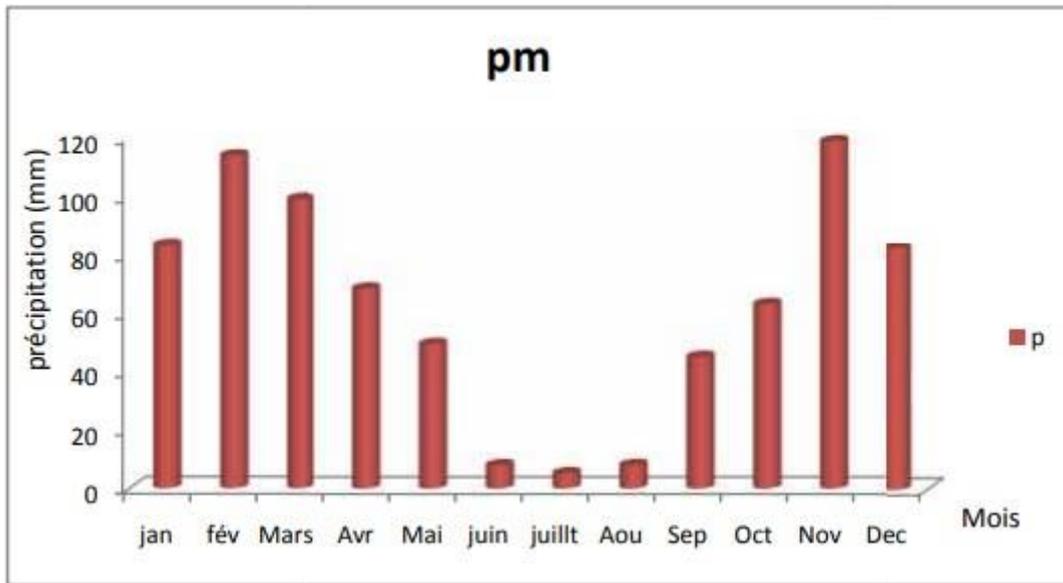


Figure10: Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la Station Médéa

III-3-3-2-Température :

Tableau 05 : Températures mensuelles de la Station Médéa (tutiempo.net)

Moi Variable	jan	fév	Mars	Avr	Mai	Juin	juillt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
M(c°)	9.89	9.78	12.93	17.31	21.88	28.5	32.13	32.59	25.42	21.67	13.7	10.76	19.71
m(c°)	4.31	4	6.06	9.07	12.7	18.06	21.15	21.75	16.94	12.56	7.782	4.76	11.60
(M+m)/2	7.1	6.88	9.5	13.19	17.29	23.28	26.64	27.17	21.18	17.12	10.74	7.76	15.65
(M-m)	5.6	5.8	6.9	8.2	9.2	10.4	11.0	10.8	8.5	9.1	5.9	6.0	

Selon le tableau, nous remarquons que les températures moyennes mensuelles présentent un minimum de l'ordre ° 6.88 en février et un maximum de l'ordre de 27.17C ° en Aout.

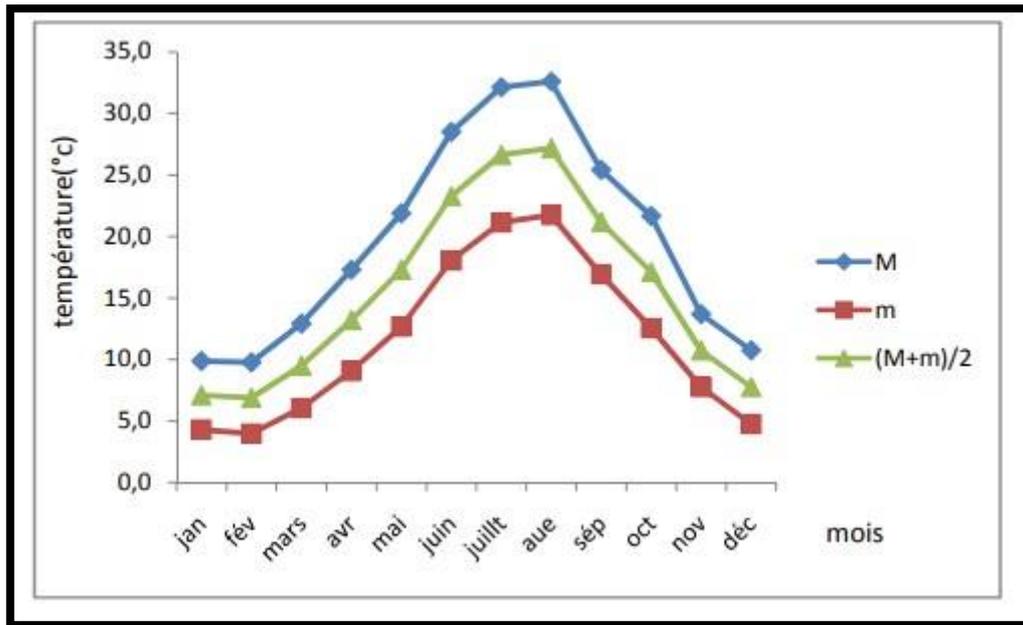


Figure 11: Variation mensuelles des températures (2007-2017) Médéa

Daigramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson :

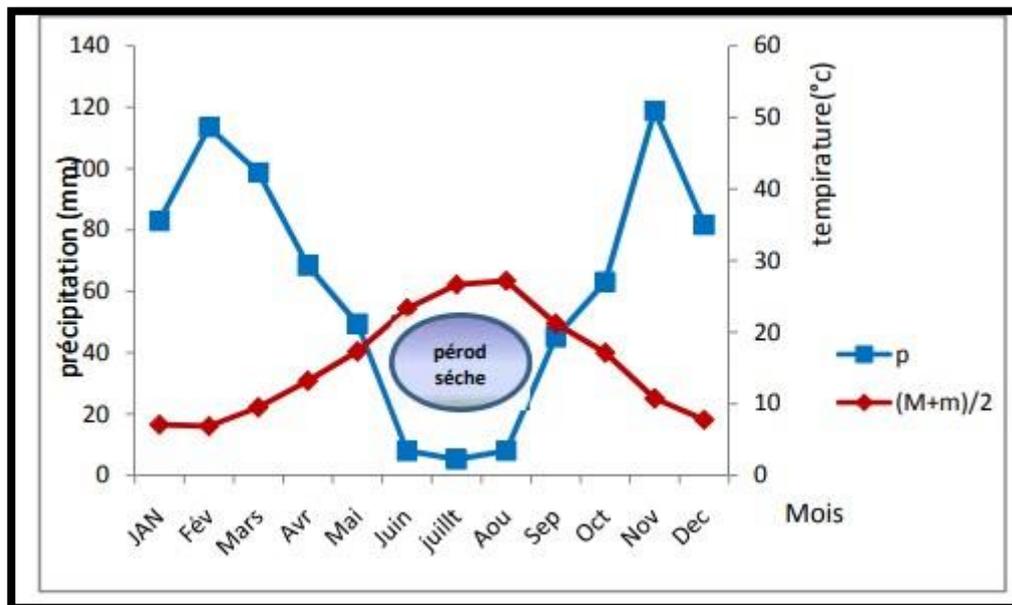


Figure 12 : diagramme ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN de Médéa pour la période (2007-2017).

Le diagramme représenté par la figure montre que la saison sèche s'étale du début de Mai à début Septembre elle dure en moyenne cinq mois. La période humide débute de septembre se termine le début du mois Mai

#### III-4-Echantillonnage :

La méthode d'échantillonnage adoptée dans notre travail est un échantillonnage aléatoire. Il consiste à récolter le matériel végétal sur des individus prélevés au hasard. Les arbustes retenus pour la récolte doivent être homogènes et présentant un bon état végétatif et se situent en dehors des bordures de routes .**Quezel et Santa (1962)**.

#### III-5-Séchage et conservation :

La plante, fraîchement récoltée, est laissée sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré pendant une semaine. Une fois devenue sèche, les feuilles sont récupérées dans des sacs propres en papier et conservés jusqu'au moment de l'extraction. (**Laouret *al.*, 2003**).

- Nous avons arrêté de travailler à ce stade à cause des conditions qui traversent le monde entier, à savoir la pandémie de coronavirus (covid-19).



**Figure 13:** Matériel végétal utilisé séché : *Thymus fontanesii*(SAIDOUNE, 2020)

### III-6- Extraction :

L'extraction végétale est un procédé visant à extraire certains constituants présents dans les plantes. C'est une opération de séparation solide/liquide : un corps solide (le végétal) est mis en contact d'un fluide (le solvant).

Les composés d'intérêts végétaux sont alors solubilisés et contenus dans le solvant. La solution ainsi obtenue est l'extrait recherché.

Le solvant sera ensuite éventuellement éliminé afin d'isoler l'extrait végétal. Dans le cas où il est alimentaire, il n'est pas obligatoire de le dissocier de l'extrait. Dans le cas contraire, une deuxième opération de séparation permet d'obtenir un extrait sec.

Aujourd'hui, l'appellation d' « extrait » est fréquemment utilisée abusivement. En effet, seule l'extraction solide/liquide permet d'aboutir à leur production, mais parfois de simples poudres de plantes broyées sont commercialement appelées 'extraits'.

<http://www.berkem.com/fr/expertise/extraction-vegetale>

Nous étions censés utiliser deux extraits dans notre expérience :

- L'extrait éthanolique .
- L'extrait méthanolique.

#### III.6.1.Préparation de l'Extrait méthanolique de *Thymus fontanesii*:

A travers la littérature, le thym est la plante la plus étudiée pour ses propriétés biologiques (Moheemmedi, 2006).

Les feuilles, les tiges et les fleurs de *Thymus fontanesii* ont été utilisées dans la préparation des extraits aqueux-méthanoliques par macération à froid de 24 heures dans un mélange méthanol-eau à raison de 80:20 suivant le protocole décrit par Haddouchiet *al.* (2014), Benjilali (2004), insiste sur l'importance de la méthode d'extraction qu'il faut mener avec soin. De même, la collecte, le séchage et le stockage influencent largement la qualité des extraits.

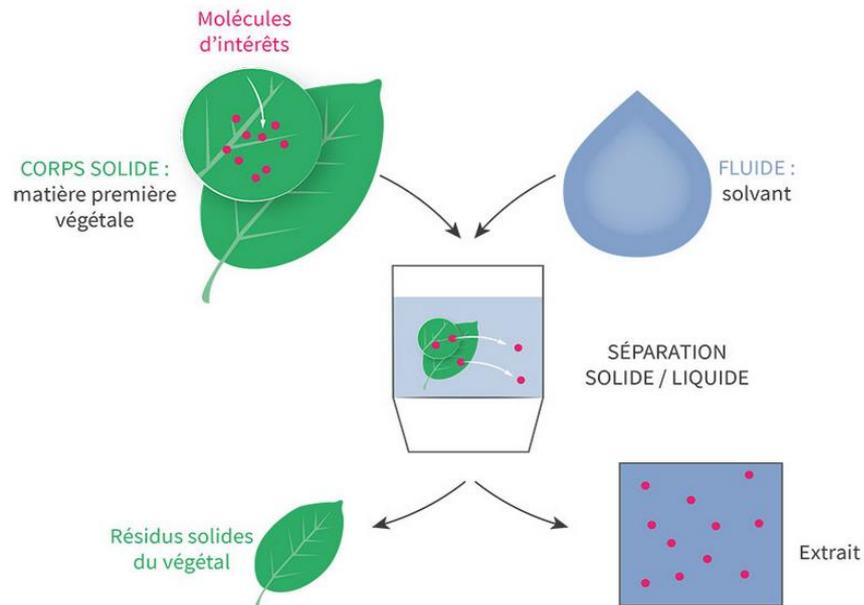
**III-6-2-Préparation de l'Extrait éthanoliques ou hydroalcooliques de *thymus fontanesii*:**

L'extraction est réalisé par un solvant approprié (généralement de l'éthanol) à partir d'un ou plusieurs lots de drogues, qui peuvent avoir subi préalablement différents traitements comme l'inactivation des enzymes présents, un broyage ou encore un dégraissage (**WICHTLET et ANTON, 2003**).

**III-7- Méthodes d'extraction :****III-7-1-Extraction par la méthode de macération :**

La macération (extraction solide-liquide) est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans le méthanol aqueux pour extraire les principes actifs (composés phénoliques et flavonoïdes). Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Hamia et al. (2014)**.

La plante sèches de *thymus fontanesii* a été broyée et conservée dans des flacons en verre, hermétiquement fermés, à basse température. Une prise de 10g de la poudre végétale a été mise à macérer dans 100 ml de méthanol sous agitation pendant 24 heures à une température  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . L'extrait obtenu a été filtré et évaporé à sec sous pression réduite à  $50 \pm 5^\circ\text{C}$  au rotavapor. Le résidu sec est repris par 3 ml du méthanol et conservé à une température de  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  jusqu'à son utilisation (**FALLEH et al., 2008**).



**Figure 14 :** Schéma représente le protocole de l'extraction par macération

(<http://www.berkem.com/fr/expertise/extraction-vegetale>)

### III-8-Évaluation de pouvoir antioxydant des extraits étudiés

L'activité antioxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres (**Mohemmedi, 2006**).

Des nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydant des extraits étudiées. La plupart de ces méthodes sont basées sur la coloration ou décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel (**Miguel, 2010**).

Selon la bibliographie, les méthodes les plus utilisées sont celles de la réduction du 2,2 - diphényl-1-picryl-hydrazyl (DPPH•), réduction des sels d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline- 6-sulfonique) (ABTS•), de l'inhibition de la peroxydation de l'acide linoléique (**Hussain, 2008**), du blanchiment du  $\beta$  - carotène dans l'acide linoléique et de la chélation des métaux (**Wang 2009 ; Nikhat, 2010**).

**III-8-1-Protocole expérimental de pouvoir antioxydant :**

Pour évaluer l'activité antioxydante, nous avons utilisé la méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) selon le protocole décrit par **Sanchez-Moreno *et al.*, (1998)**. Dans ce test les antioxydants réduisent le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphénylpicrylhydrazine, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons. Cinquante microlitres de chaque solution méthanolique des extraits à différentes concentrations ou de standard (acide ascorbique) sont ajoutés à 1,95 ml de la solution méthanolique du DPPH (0,0025g/l). En parallèle, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 50µl de méthanol avec 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH. La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515nm après 30 minutes d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante. Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons.

**III-9-Pouvoir antimicrobien de l'extrait du *Thymus fontanesii***

Les tests antibactériens et antifongiques ont pour but de rechercher l'activité biologique de chaque extrait de *thymus fontanesii* vis-à-vis des différents microorganismes : bactéries et moisissures. Les extraits actifs pourraient ainsi justifier l'usage en médecine traditionnelle des plantes dont ils sont extraits et permettraient, à partir du présent travail, d'ouvrir d'autres pistes à la recherche. (**Broadasky *et al.*, 1976**).

**III-9-1- Protocole expérimental (Lesueur *et al.*, 2007) :**

Des disques de papier filtre de 6mm de diamètre imbibés de 15µl des extraits bruts (méthanolique et aqueux) ont été placés à la surface de gélose Mueller Hinton sèche, inoculée au préalable par un millilitre de dilution de la suspension bactérienne contenant approximativement 107UFC/ml de *Staphylococcus aureus* et 106UFC/ml pour les autres souches bactériennes. Après incubation à 37°C pendant 24heures, la sensibilité a été évaluée en mesurant le diamètre d'inhibition. Partie expérimentale 48 Les résultats obtenus sont comparés à celui de l'antibiotique testé sur les mêmes souches et par la même méthode. Trois répétitions sont effectuées pour chaque extrait.

Dans le laboratoire d'hygiène, nous devons utiliser les souches des bactéries suivantes :

**Tableau06** : tableau des Souches des bactéries destinées à être utilisées.

Souches destinées à être utilisées	Gram
<i>Escherichia coli</i>	Bactéries à Gram (-)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bactéries à Gram (+)
<i>Bacillus cereus</i>	Bactéries à Gram (+)

Nous devons aussi utilisées certains champignons et moisissures suivantes :

**Tableau07:** tableau des champignons et moisissures destinées à être utilisées.

champignons	moisissures
<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Curvularia lunata</i>
<i>oryzaeFusarium oxysporium</i>	<i>Helmintho sporium</i>
<i>Penicilium spp</i>	<i>Pyricularia oryzae</i>

## Chapitre IV : Synthèse

Dans cette partie du travail, nous ferons une étude analytique en raison de l'incapacité de mener l'expérience à cause des conditions qui traversent le monde entier, à savoir la pandémie de coronavirus (covid-19), nous comparerons entre cinq méthodes et nous ferons la synthèse.

Nous avons fait une comparaison entre les cinq recherches :

- **La première recherche :**

Est un article qui comprend une étude de **Farah HADDOUCHI\***, **Hamadi Abderrahmane LAZOUNI**, **Abdelkader MEZIANE** et **Abdelhafid BENMANSOUR (2009)**. Sur Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut à Laboratoire des Produits Naturels, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Aboubekr BELKAID, B.P. 119, 13000 Tlemcen, Algérie.

- **La deuxeme recherche :**

Est un article qui comprend une étude de **G. Yakhlef, S. Laroui, L. Hambaba , M.-C. Aberkane , A. Ayachi (2011)**. Sur l'évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle à Laboratoire de chimie des matériaux et des vivants : activité et réactivité, département de biologie, faculté des sciences, université EL-Hadj-Lakhdar, Batna 05000, Algérie et Laboratoire de chimie et phytochimie, département de chimie, faculté des sciences, université EL-Hadj-Lakhdar, Batna 05000, Algérie aussi dans Laboratoire de microbiologie et immunologie, département de vétérinaire, faculté des sciences, université EL-Hadj-Lakhdar, Batna 05000, Algérie .

- **La troisième recherche :**

Article qui comprend une étude de **Hakima Sqalli, Asmae El Ouarti, Abdellah Farah, Abdeslam Ennabili, Abdellatif Haggoud, Saad Ibsouda, Abdellah Houari et Mohammed Houssaini Iraqui (2009)**, sur l'activité antibactérienne de *Thymuspallidus* Batt. Et la détermination de la composition chimique de son huile essentielle, Acta Botanica Gallica, 156 :2,303-310 à Laboratoire de biotechnologie microbienne, Faculté des sciences et techniques de Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, BP 2202, Fès, Maroc; et l'institut

national des plantes médicinales et aromatiques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, BP 159, Taounate principale, Maroc.

- **La quatrième recherche :**

Est un article qui comprend une étude de **A. Khadir, M. Bendahou, F. Benbelaid, M.A. Abdoune, D.E. Abdelouahid (2013)**. Sur le pouvoir antimicrobien de *Thymus lanceolatus Desf.*, récolté en Algérie à Laboratoire de microbiologie appliquée à l'agroalimentaire, au biomédical et à l'environnement, LAMAABE, BP 119, université de Tlemcen, Algérie.

- **La cinquième recherche :**

Memoire du diplome de magister en genie des procedes chimiques et pharmaceutiques Présenté par Melle **MEBARKI NOUDJOUR(2010)** . Sur le thème Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse – antimicrobienne

### IV-1 Études analytique :

➤ Selon **Farah HADDOUCHI et al., (2009)** , ils ont trouvé les résultats suivants :

Ils ont appliqué deux méthodes à certaines bactéries et champignons :

Méthode de Vincent (technique de l'aromatogramme) : Ils ont testé l'effet antimicrobien, sur toutes les souches bactériennes et sur *Candida albicans*, de l'huile fraîchement extraite et des huiles conservées pendant 150 jours dans des conditions mentionnée dans l'article,

Méthode de contact direct et Nature de l'activité antibactérienne, ils ont inoculés chacun d'eux de la manière mentionnée dans le tableau. Ensuite, ils la laissent incuber selon la période mentionnée.

Ils ont trouvé les résultats suivants :

#### 1. Etude de l'effet antimicrobien par la Méthode de Vincent :

La plus grande surface d'inhibition est observée dans le cas d' *Acinetobacter baumannii*, suivi par les 2 souches de *Staphylococcus aureus*. Ces espèces sont donc les plus sensibles à cette huile.

L'activité de l'huile est plus importante sur la souche fongique de *Candida albicans* (diamètre de 39mm) par rapport aux bactéries.

Les activités antimicrobiennes de l'huile fraîchement extraite, comparée à celles conservées pendant les 5 mois, dans les conditions décrites, nous permet de déduire qu'elles ne varient pas, ou peu, pour la plupart des souches, à l'exception des deux souches de *Staphylococcus aureus*, dont l'activité a sensiblement augmenté pour l'extrait 1 pour la souche de référence, et pour l'extrait 3 pour la souche prélevée. Aussi bien qu'une augmentation d'activité est observée pour *Bacillus cereus* pour l'extrait 3 et une diminution pour *Candida albicans* pour les extraits 2 et 3 ; ces extraits demeurent très actifs.

Ils ont donc conclu que le temps, la température et la lumière sont rares de l'influence sur l'efficacité antimicrobienne de cette huile essentielle.

La nature de l'activité de l'huile est faite sur les bactéries. Elle est bactéricide contre les bactéries gram négatif et bactériostatique contre les bactéries gram positif . Nos résultats sont

en accord avec ceux de **Zaika, en 1988**, Il est communément reconnu que les bactéries à Gram négatif sont plus résistantes aux huiles essentielles **Billerbeck, 2000** et **Cosentino, 1996**

Il apparaît dans notre étude, que l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* constitue une exception.

## **2. Etude de l'effet antibactérien par la méthode de contact direct en milieu solide :**

Il y a absence de la croissance de toutes les souches au niveau de la solution mère et dans la dilution 1/10. La souche d'*Enterobacter cloacae* est la plus résistante avec une CMI comprise entre 614.6 et 921.9 µg/ml. Les CMI des souches de *Bacillus cereus* et de *Staphylococcus aureus* S3 sont comprises entre 368.76 et 460.95 µg/ml, alors que les souches d'*Escherichia coli*, d'*Acinetobacter baumannii* et de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ont des CMI plus faibles qui sont comprises entre 184.38 et 368.76 µg/ml.

L'huile essentielle de thym est donc très active sur l'ensemble des souches testées.

## **3. Etude de l'effet antifongique par la méthode de contact direct en milieu solide :**

Les concentrations minimales inhibitrices de l'huile étudiée sont comprises entre 4.6 µg/ml et 46 µg/ml contre la totalité des moisissures.

L'inhibition totale de la croissance de toutes les moisissures étudiées nécessite une concentration  $\geq 46$  µg/ml. A une concentration de 4.6 µg/ml le pourcentage d'inhibition d'*Aspergillus flavus* est important.

- Les activités antibactériennes et antifongiques sont confirmées. L'activité antimicrobienne est très importante vis-à-vis de toutes les souches étudiées, à l'exception de *Pseudomonas aeruginosa* et *Pseudomonas fluorescens*. Elle est plus importante sur la souche de levure *Candida albicans* 444IPP et sur les champignons filamenteux (moisissures) comparés aux souches bactériennes. En effet, les souches les plus résistantes sont *Pseudomonas aeruginosa* et *Pseudomonas fluorescens* qui sont totalement résistantes. De même *Enterobacter cloacae* avec une CMI comprise entre 614.6 et 921.9 µg/ml et *Aspergillus flavus* dont le pourcentage d'inhibition est important à la concentration de 4.6 µg d'huile essentielle /ml.

- Alors que **G. Yakhlef et al.,(2011)** qui ont étudié l'évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* ils ont trouvé les résultats suivants :

Pris en considération qu'un extrait a une action bactériostatique si son diamètre d'inhibition est supérieur à 12 mm. **Sağdıç (2003)**.

Tous les extraits ont réagi positivement au moins sur une des souches microbiennes testées. Ils ont remarqué aussi de larges écarts dans les diamètres des zones d'inhibitions obtenues allant de 7 à 64 mm.

L'importante action antimicrobienne démontrée par l'extrait EP de *Thymus vulgaris* est en relation avec sa composition en huiles essentielles réputées avoir une très grande action antimicrobienne. **Bouhdid et al., (2006)**.

grande action antimicrobienne **Bouhdid et al., (2006), Friedman et al., (2002), Giordani et al.,(2008)**. Les extraits EP et DCM de *Thymus vulgaris* agissent de façon très active sur l'ensemble des souches testées. Dans le cas de *Candida albicans*, levure responsable de mycoses chez l'homme, les résultats sont spectaculaires, il est évident que *Candida albicans* est la plus sensible à ces extraits. En revanche, aucune activité anticandidosique (sur *Candida albicans*) n'a été observée avec les extraits polaires (MeOH et Aq).

Par ailleurs, nos résultats montrent donc une grande variabilité des qualités bactériostatiques des extraits vis-à-vis des différentes souches. Les deux souches de *Staphylococcus aureus* à Gram positif sont plus sensibles que les autres souches bactériennes testées à Gram négatif

Les souches de *Pseudomonas aeruginosa* se révèlent les plus résistantes, cela est lié à leur grande capacité à développer des résistances vis-à-vis de nombreux agents antimicrobiens, d'où leur implication fréquente dans les infections hospitalières **Mann et al., (2000)** . Plusieurs auteurs rapportent la faible sensibilité des souches de *Pseudomonas aeruginosa* vis-à-vis de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* .**Bouhdid et al., (2006), Thuille et al., (2003)**.

#### **Antibiogramme :**

L'antibiogramme consiste à rechercher la sensibilité des souches vis-à-vis des antibiotiques.

Les résultats montrent que les différents antibiotiques possèdent des effets distincts sur les bactéries testées, ces effets sont significativement inférieurs ( $p \leq 0,001$ ) à ceux des extraits EP et DCM de *Thymus vulgaris*. Les résultats sont très intéressants puisqu'ils témoignent d'une

très forte activité bactériostatique des extraits apolaires de *Thymus vulgaris*.et moyenne d'inhibition est de  $16,09 \pm 1,15$  mm.

#### CMI :

Des zones d'inhibition, obtenus avec la méthode de l'antibioaromatogramme.

**Aligiannis et al., (2001)** ont proposé une classification des extraits du matériel végétal sur la base des résultats des CMI, comme suit :

- forte inhibition : CMI inférieure à 500  $\mu\text{g/ml}$  ;
- inhibition modérée : CMI varie de 600 à 1 500  $\mu\text{g/ml}$  ;
- faible inhibition : CMI supérieure à 1 600  $\mu\text{g/ml}$ .

Ainsi, selon cette classification, on constate une très forte inhibition avec l'extrait EP de *Thymus vulgaris* sur les souches suivantes : *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Escherichia coli* respectivement, alors que l'extrait DCM de la même espèce est très active sur la levure *Candida albicans* et les deux souches de staphylocoques.

- Ils ont concluons dans cette étude que les extraits Les extraits EP et DCM de *Thymus vulgaris* ont témoigné une forte activité antimicrobienne, même vis-à-vis de souches multirésistantes aux antibiotiques (*Pseudomonas aeruginosa*). Leur effet inhibiteur sur la levure *Candida albicans* est spectaculaire, il est beaucoup plus important que celui de la nystatine (antifongique).

➤ Par ailleurs **Sqalli et al.,(2009)**, ils ont trouvé les résultats suivants :

#### A. Activité biologique des extraits aqueux et éthanoliqes de *T. pallidus*

les résultats obtenus pour les tests antimicrobiens des extraits éthanoliqes de *T. pallidus*. Les différents extraits sont capables d'inhiber la prolifération des bactéries testées. Le principe actif est donc soluble aussi bien dans l'eau que dans l'éthanol, et n'est pas affectée par un chauffage à 100 ° C pendant 15 min. De plus, l'activité est obser- ainsi que sur les bactéries Gram positives et Gram négatives et sur les mycobactéries. L'activité

antimicrobienne de l'extrait éthanolique est également confirmée par les disques méthode (qui montre que plus la quantité de matière sèche végétale augmente plus les diamètres d'inhibition deviennent importants).

### **B. Activité biologique de l'huile essentielle de *T. pallidus***

L'huile essentielle, obtenue par hydro-distillation, a une couleur de lame jaune, une forte odeur et un pH de 6,4. Le rendement de production de cette huile est de 0,9% (v/w). Plusieurs plantes **produisent des quantités beaucoup plus faibles d'huiles essentielles (Wichtl, 1994), ce qui montre que *T.pallidus***. Elle peut être considérée comme une plante à haute production d'huiles essentielles.

plus le pourcentage d'huile essentielle augmente, plus le nombre de bactéries viables diminue; l'effet antibactérien le plus élevé est observé contre *M. smeg-matis*.

- L'extrait aqueux de *T. pallidus* est capable d'inhiber la prolifération du fol-bactéries miniatures: *Mycobacterium smegmatis* MC 2 155, *M. aurum* A +, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* DH5 $\alpha$  et *Erwinia chrysanthemi*. Cette activité n'est pas affectée par le chauffage à 100 ° C pendant 15 min. De plus, l'activité antibactérienne est également observée avec le extrait éthanolique de *T. pallidus*.

De plus, l'huile essentielle de *T.pallidus* est obtenue avec un rendement de 0,9% (v/w) et Il semble également capable d'inhiber la croissance des bactéries testées. Cette inhibition est totale pour un pourcentage d'huile essentielle de 0,08%. L'analyse GC / MS de la composition chimique de cette huile permet l'identification de 27 composants. Les composants du secteur sont  $\alpha$ -terpi-nène (42,21%) et thymol (23,95%). Les pourcentages de p-cymène, menthone et  $\beta$ -cymène sont respectivement de 3,76%, 4,54% et 8,3%. Les pourcentages des autres. les composants varient entre 0,1% et 1,85%.

➤ Tandis que **Khadir et al.,(2013)**, ils ont trouvé les résultats suivants :

#### **Obtention de l'huile essentielle :**

L'obtention de l'huile essentielle de *Thymus lanceolatus* a donné une huile jaune peu visqueuse et très aromatique avec un rendement d'extraction de 0,9 ml par 100 g de matière de plante.

#### **Tests d'activité antimicrobienne :**

Les résultats d'activité antimicrobienne montrent que la plante a une activité antibactérienne excellente sur les souches de référence et de clinique puisque la méthode de diffusion en gélose a montré des diamètres supérieurs à 20 mm en utilisant seulement 2 µl de volume de l'huile essentielle pour toutes les souches testées. Ces diamètres varient entre 20 et 60 mm, sauf pour la souche de *Pseudomonas aeruginosa* qui apparaît résistante à l'action de l'huile essentielle de *Thymus lanceolatus*. Aucune zone d'inhibition n'a été observée pour cette souche ni une CMI.

Les résultats de la diffusion en gélose ainsi que les CMI et les DMI sont présentées dans le Tableau 08.

**Tableau 08.** Les résultats de la diffusion en gélose et les CMI et les DMI **Khadir et al., 2013**

Souches	Diamètre (mm)	CMI (%)	DMI (µl/ml)
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 2453	20	0,125	0,1322
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	27	0,0625	0,0661
<i>Candida albicans</i> souche clinique 1	65	0,03	0,0661
<i>Candida albicans</i> souche clinique 2	60	0,03	0,0661
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	55	0,03	0,132
<i>Candida albicans</i> IPP444	45	0,03	0,0661
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 43300	45	0,06	0,0661
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	25	0,25	0,132
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	19	0,25	0,0661
<i>Staphylococcus aureus</i> SARM clinique 1	25	0,125	0,2644
<i>Salmonella montevideo</i> ATCC 3581	32	0,125	0,132
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	40	0,125	0,132
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 70603	21	0,5	0,2644
<i>Staphylococcus aureus</i> MRSA ATCC 43866	31	0,125	0,0661
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	23	0,125	0,2644
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	40	0,0625	0,0661
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 33862	35	0,0625	0,132
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	6	ND	ND
<i>Staphylococcus aureus</i> SARM clinique 2	36	0,125	0,0661
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	38	0,125	0,1322

ND : non défini.

Les résultats des tests d'activité de l'huile essentielle en phase vapeur ont montré que cette dernière a un effet antimicrobien remarquable lorsqu'elle est dans un état volatil, puisque les

DMI étaient inférieures pour certaines souches de l'ordre de 4 µl même s'il s'agit de souches cliniques résistantes comme c'est le cas des souches SARM prélevées d'infections hospitalières. D'ailleurs, la souche *Enterococcus faecalis* semblait plus sensible en phase

vapeur qu'en phase solide d'où l'intérêt de tester la réaction des souches envers la volatilisation de l'huile essentielle, qui nous donne une information sur la possibilité de l'utilisation de cette huile essentielle pour la désinfection atmosphérique de l'air confiné des établissements de santé par mesure de la lutte contre la propagation de la résistance aux antibiotiques et puisque les huiles essentielles sont parmi les substances les moins toxiques dans cette utilisation **Inouye (2003)**. Des auteurs confirment que parfois les huiles essentielles ont une très forte activité en phase gazeuse comparée à leur activité en phase liquide **Inouye et al.,(2001)**. L'effet de cette vapeur de l'huile essentielle dépend de la volatilité relative de ses constituants. **Laird, Phillips(2012)**. Le pouvoir antimicrobien de l'espèce *Thymus lanceolatus Desf.* a été démontré pour la première fois par ce travail. Les résultats ont mis en valeur un pouvoir antimicrobien intéressant, ce qui explique son utilisation dans la pharmacopée traditionnelle comme plante médicinale à effet anti-infectieux et contre les affections pulmonaires causées principalement par des micro-organismes, dont les staphylocoques, en tant qu'agents causaux majeurs. En outre, les souches de staphylocoques dorés testées se sont avérées extrêmement sensibles à l'action de l'huile essentielle pour les souches SARM de références ATCC 43300 et ATCC 43866 ainsi que les souches SARM d'origine hospitalières.

- Dans la cinquième recherche **MEBARKI NOUDJOUR(2010)** elle a trouvé les résultats suivants :

### 1-Aromatogrammes :

*Escherichia coli* ATCC 25922 a manifesté une sensibilité vis-à-vis des deux huiles et des mélanges, l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* était plus active que celle de *Zyziphorahispanica*.

Le mélange des deux huiles (*Zyziphorahispanica*/3\**Thymus fontanesii*) avait la meilleure activité antimicrobienne contre *E. coli*, environ trois fois plus importante que celle des antibiotiques utilisés comme témoins positifs.

Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* est active sur toutes les souches bactériennes testées, sauf *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, avec les CMI suivantes :

*Escherichia coli* ATCC 25922 (0.5%), *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (0.25%), *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (0.25) *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 (0.062%), *Klebsiellapneumoniae* ATCC 700603 (0.5%), *Enterococcusfaecalis* ATCC 29212 (0.5%), *Bacillus cereus* ATCC 11778 (0.5%).

Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Zyziphorahispanica* est active sur les souches bactériennes testées, sauf *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, avec les CMI suivantes :

*Escherichia coli* ATCC 25922 (0.5%), *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (0.25%), *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (0.5%) *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 (0.25%), *Klebsiellapneumoniae* ATCC 7006033 (0.5%), *Enterococcusfaecalis* ATCC 29212 (0.5%), *Bacillus cereus* ATCC 11778 (0.5%).

Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* est active sur toutes les souches fongiques.

## 2-Concentrations minimales bactéricides (CMB) :

L'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* contre *Bacillus cereus* ATCC 11778 était également bactériostatique. Aucune activité bactéricide n'a pu être révélée. La CMB la plus faible a été observée chez *Escherichia coli* ATCC 25922 (0. *Enterococcusfaecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *Staphylococcus* 125%), la plus élevée (1%) chez *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *aureus* ATCC 29213, et *Klebsiellapneumoniae* ATCC 700603.

L'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* contre *Bacillus cereus* ATCC 11778 était également bactériostatique. Aucune activité n'a pu être révélée.

Les résultats montrent que l'huile essentielle de *s* est dotée d'une action fongicide dont la concentration minimale la plus faible a été obtenue avec *Penicillium viridicatum* (0.25%) et celle la plus forte a été obtenue avec *Aspergillus flavus* (0.5%).

Les résultats montrent que l'activité antifongique que possède l'huile essentielle de *Zyziphorahispanica* contre *Penicillium viridicatum* est fongistatique et qu'elle n'est pas fongicide, elle possède par contre des activités fongicides vis-à-vis du reste des souches fongiques testées, les CMB de *Fusarium oxysporum* et de *Rhizopus stolonifer* sont égales à 0.5 %, quant à *Aspergillus flavus* la CMB est égale à 1 %.

### 3- Micro-atmosphères :

La résistance de *Pseudomonas* Les résultats montrent que *Bacillus cereus* ATCC 11778 est particulièrement sensible aux composés volatiles de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* avec un diamètre d'inhibition égal à 31.36 mm suivie par *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *S. aureus* 2921, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ; alors que *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 n'ont manifesté aucune sensibilité.

On constate que la seule souche n'ayant manifesté aucune sensibilité vis-à-vis de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* est *Aspergillus flavus*, toutes les autres souches se sont montrées très sensibles.

Les résultats ne montrent aucune sensibilité des souches fongiques vis-à-vis des composés volatils de l'huile essentielle de *Zyziphora hispanica*. L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Zyziphora hispanica* pourrait être due à son composé majoritaire la pulégone, composé dont l'activité bactéricide a été prouvée par plusieurs études **Feng 2007, Giordani 2006**, comme elle pourrait être due à l'action synergétique de son composé majoritaire avec les autres composés qui la constituent. **Pinto et al., 2006**.

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* pourrait être due à la présence de composés hautement bactéricides notamment le thymol, le p-cymène et l' $\gamma$ -terpinène. Ceci a été prouvé par plusieurs études. **Maksimović et al., 2008, Klaric et al., 2006** Cette activité pourrait tout de même être due à l'action synergétique de tous ses composés. **Winward et al., 2002**.

*aeruginosa* lors de tous les tests effectués peut s'expliquer par le fait que sa membrane cellulaire possède des mécanismes complexes et efficaces qui parviennent à empêcher la pénétration des constituants de l'huile essentielle. **Horváth et al., 2002**.

#### IV-2 Conclusion de la comparaison :

Dans le genre *thymus* il existe différentes espèces, qui ont toutes les mêmes effets. Et nous avons choisi d'autres espèces au-dessus du *thymus fontanesii* tel que *Thymus vulgaris*, *Thymus lanceolatus* Desf, *Thymus pallidus* Batt ; pour faire la comparaison et nous avons trouvé qu'ils ont le même effet ou un effet similaire.

## Conclusion Général

La flore steppique est riche en plantes aromatiques et médicinales et bon nombre d'entre elles peuvent être valorisés en tant que sources de produits lucratifs. Ces derniers obtenus par hydro distillation du matériel végétal, trouvent des usages dans divers secteurs (parfumerie, cosmétique, aromathérapie...). Ils peuvent alors constituer un créneau d'activités contribuant à un développement économique durable pour la steppe.

La présente étude a porté sur l'espèce *Thymus fontanesii* appartenant à la famille de lamiacées, une des familles les plus importantes dans la flore algérienne et les plus utilisées par les thérapeutes traditionnels.

Les extraits naturels issus des plantes contiennent une variété de composés phénoliques et des flavonoïdes portés on attribue le pouvoir antioxydant et antimicrobien; ces molécules naturelles de nature phénolique sont très recherchées en phytothérapie vu les effets secondaires des médicaments.

Nous avons mené l'étude en raison de l'incapacité de mener l'expérience à cause des conditions qui traversent le monde entier, à savoir la pandémie de coronavirus. L'activité antimicrobienne a été effectuée sur cinq recherches, selon différents méthodes. Les résultats obtenus selon que les extraits et les huiles Posséder une activité antimicrobienne sur la plupart des souches testées. Pour l'évaluation d'autres activités biologiques intéressantes.

L'ensemble des résultats obtenus au cours de ces études nous a permis de que tous les produits testés profiter d'une activité antifongique et antibactérienne très importante, dans laquelle certaines souches semblent se distinguer par une sensibilité très élevée par rapport aux autres.

Nous avons conclu donc que la formulation à base de l'extrait de *Thymus fontanesii* peut être utilisée en qualité d'antimicrobienne efficace dans le traitement des mycoses cutanées. Elle constitue un traitement indiscutablement efficace des infections cutanées.

### A

- **ANDI, (2015):** Agence Nationale de Développement de l'Investissement(2015).
- **Aliyiannis N, Kalpotzakis E, Mitaku S, Chinou IB (2001)** Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. *J Agric Food Chem* 40: 4168–70.
- **Ayad R., 2008.** Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce *zygophyllum cornutum*, Mémoire magister En Chimie Organique, université MentouriConstantine. P 35-39, 40, 47.
- **Azoudj, S., (1999).** « Valorisation des huiles essentielles de quelques espèces d'*Origanum* et *thymus* spontanées en Algérie ». P.F.E département d'agronomie Blida, 61p.

### B

- **Badiaga M., 2011.** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *NaucleaLatifolia*Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali, thèse de doctorat, université deBamako, 137 p. niversité Montpellier 2, 21 p.
- **Bahorun T., 1997.** Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne .une source d'approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural ResearchcouncilMauritias*, pp 83-9
- **Bartolucci, F; Peruzzi, L; Passalacqua, N. 2013.** Typification of names and taxonomic noteswithin the genus *Thymus* L. (Lamiaceae). *Taxon*, Volume 62, Number 6, 20, pp. 1308-1314(7).
- **Batish D.R., Pal singh H., Kholi R.K., kaur S., (2008).** Eucalyptusessentialoil as anatural pesticide.*Forestecologyandmanagment .vol 256*, pp 2166-2174.
- **Bellakhdar, J., (1997).** «La pharmacopée marocaine traditionnelle : médecine arabe et savoir populaire ». Ed. Al Biruniya, Rabat, pp.337-340.
- **Benaissa O., 2011.** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. *Activité Biologique*, Thèse Doctorat, université MentouriConstantine. 63 p.
- **Benayad N. (2008).** *les huiles essentielles extraites des plantes medicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées.* Thèse du doctorat. Faculté des Sciences de Rabat, Rabat.59pp.

## Références Bibliographiques

- **Benarous K., 2009.** Effets des extraits de quelques plantes médicinales locales sur les enzymes: a-amylase, trypsine et lipase, Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur d'état en génie biologique, université Amar Telidji Laghouat Mémoire de fin d'étude d'ingénieur, université de Ouargla.
- **Benjilali B.** Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 2004 : 17-59.
- **Benkiki N (2006)**-Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes: *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum* - Thèse de doctorat; Université El-Hadj-Lakhdar. Batna.
- **Bekhechi C, Bekkara FA, Abdelouahid DE, et al. (2007)** Composition and antibacterial activity of the essential oil of *Thymus fontanesii* Boiss. et Reut. from Algeria. *J Essent Oil Res* 19: 594–6
- **Besombes C., 2008.** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées, Thèse de Doctorat, Université de la Rochelle, France, 289p.
- **Boisvert C., 2003.** Plantes et remèdes naturels, éd minerva, Geneve, 527p.
- **Buchbauer G (2011)** A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour Fragr J* 27: 13–39
- **Bouguet G., 2010.** La cueillette du Thym dans les garrigues : décrire un savoir écologiquetraditionnel, l'intégrer dans un processus d'ingénierie écologique. Master IEGB, Montpellier
- **Bouhdid S, Idaomar M, Zhiri A, et al. (2006)** *Thymus* essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. *Biochimie, substances naturelles et environnement. Congrès international de biochimies*, Agadir, pp. 324–7
- **Brian, M. L et Arthur, T. 2002.** The Genus *Thymus* as a source of commercial products. In: *Thyme: The genus Thymus* (eds E. Stahl-Biskup and F. Saez) p.346, pp.252-262. LLC Taylor and Francis group.
- **Broadasky T. F., Lewis C., Eble T.E. ; 1976.** Bioautographic thin layer chromatophic analysis of antibiotics and their metabolites in the whole animal. I Clindamycin in the rat. *J. Chromatogr.*, 123, 33-44.
- **Bruneton, J., (1993).** « Pharmacognosie, Plantes médicinales » 2èmè éd. Paris, 464p

- **Bruneton J., 2009.** Pharmacologie. Phytochimie, plantes médicinales, 4eme ed, ed: EM Inter/Lavoisier Tec & Doc, Paris, 1270P.
- **Brurt, 2004.** Essential oilstheirantibacterialproperties and potentiel applications in food-a rewiewinterntional.J.Foodmicrobiol, vol 94, pp 223-253.
- **Buchbauer G (2011)** A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. Flavour Fragr J 27: 13–39

### C

- **Carrette A.S, 2000.** La lavande et son huile essentielle. Thèse de doctorat .Univercité deToulouse.p100.

### D

- **Dob T, Dahmane D, Benabdelkader T, Chelghoum C (2006)** Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. Int J Aromather 16: 95–100
- **Doran J C. (1999).** *CajuputOil, dans teatree, The genusMelaleuca, SouthwellI. Et Lowe R.* HarwoodAcademic Publisher, Australie, 211-235.

### E

### F

- **FantinoN.S, 1990.** Etude polymorphisime au d'une population de lavande (*lavandulaangustifolia Mill*)-Détermination de critères précoces de selection, These de doctorat, Université de la Rechelle, pp 41-45.
- **Feng W et Zheng X -2007** Essential oils to control *Alternaria alternaria* in vitro and vivo- Food Control; Vol. 18; pp 1126-1130.
- **Fillatre Y. (2011)** Produits phytosanitaires: Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode

tandem. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale : Matières, Molécules, Matériaux des pays de Loire, Angers, 667pp.

- **Friedman M, Henika PR, Mandrell RE (2002)** Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica*. *J Food Prot* 65: 1545–60
  
- **Franchomme P. et Penoel D. (1990).** *Matière médicale aromatique fondamentale (317-406), livre quatrième, l'aromathérapie exactement.* Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. R.Jollois Edit., Limoge, 446p.

### G

- **Giordani R, Hadeff Y, Kaloustian J (2008)** Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia* 79: 199–203
- **Giordani R, Kaloustian J 2006** - Action anticandidos des huiles essentielles: leur utilisation concomitante avec des médicaments antifongiques - *Phytothérapie*; Vol. 3; 121-124.
- **Guignard J. L., 2000.** *Biochimie végétale.* 2ème ed : *Edition Dunod*, Paris, pp 198-207.

### H

- **HADDOUCHI Farah \*, Hamadi Abderrahmane LAZOUNI, Abdelkader MEZIANE et Abdelhafid BENMANSOUR (2009).** Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut à Laboratoire des Produits Naturels, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Aboubekr BELKAID, B.P. 119, 13000 Tlemcen, Algérie.
- **Haddouchi F., Chaouche T. M., Ksouri R., Medini F., Sekkal F. Z., Benmansour A. (2014).** Antioxidant activity profiling by spectrophotometric methods of aqueous methanolic extracts of *Helichrysum stoechas* subsp. *rupestre* and *Phagnalon saxatile* subsp. *saxatile*. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 12(6): 0415-0422.

## Références Bibliographiques

- **Haïkal M.E., Abderrezek A.O.,1993.**les plantes medicinales et aromatiques :phytochimie, production ,effets thérapeutiques,ed :institution des connaissances ,El Iskandaria,egypt,2 ème,514p.(vertion arabe).
- **Hamia C., Guergab A., Rennane N., Birache M., Haddad M., Saidi M et yousfi M. (2014)** Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits du rhanterium adpressium. Annales des sciences et technologie. Vol 6. N° 1.
- **Hartmann T, 2007.** Fromwasteproducts to ecochemicals: fiftyyearsresearch of plantsecondarymetabolism. Phytochemistry. p68, 2831–2846
- **Hazzit M, Baaliouamer A, Faleiro ML, Miguel MG (2006)** Composition of the essential oils of Thymus and Origanum species from Algeria and their antioxidant and antimicrobial activities. J Agric Food Chem 54: 6314–21
- **Hazzit M, Baaliouamer A, Veríssimo AR, et al. (2009)** Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. Food Chem 116: 714–21
- **Hemingway, R., Laks, P.E et Branham S. J.1992.** Plant polyphenols: Synthesis, Properties, Significance. Plenum Press, New York, p. 1026.
- **.Hemwimon, S., Pavasant, P., & Shotiprux, A., (2007).** «Microwareassisted extraction of antioxidative anthraquinones fromroots of *MorindabCitrofolia*». *Separation and Purification Technology*, 54, 44-50.
- **Hernandez-ochoa, L.R.,** « Substitution de solvants et matières actives de synthèse par combiné “ Solvant/ Actif “ D’origine végétale », Thèse de Doctorat, Institut National Polytechniques de Toulouse.
- **Horváth Gy, Kocsis B, Botz L, Németh J, Szabó LGy2002** - Activité antibactérienne de Thymus phénols par bioautographie directe - *Actes du 7e Congrès hongrois sur Physiologie végétale, S3-P03 Acta Biologica Szegediensis*; Vol. 46; N ° 3-4; 145-146.
- **Huard D,Haurd.I, 2002.** Les huiles essentielles : l’aromathérapie, edquebecre, 197p.
- **Hudiab M., Speroni E., pietra A.M.D ., Carvin V., (2002).** GC/MS evaluation of thym (*thymus vulgaris L.*) oil composition and variations duringVegetativ cycle .J.Pharmaceutical andbiomedicalanalysis vol 29, pp 691-700.
- **Hussain A.I ; Anwar F ; Sherazi , S.T.H ; Przybylski , Food Chemistry 2008,** 108,986- 995Industrial Crops and Products, 62: 250–264.Internationales : 692.

### I

- **Inouye S, Takizawa T, Yamaguchi Y (2001)** Antibacterial activity of essential oil and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J Antimicrob Chemother* 47: 565–73
- **Inouye S (2003)** Comparative study of antimicrobial and cytotoxic effects of selected essential oils by gaseous and solution contacts. *Int J Aromather* 13: 33–41
- **Institut Européen des Substances Végétales, 2015.paris -James T., 1993.** White, the national cyclopaedia of American Biography, vol 21, University of Michigan.
- **Isman, M. B.( 1999).** Pesticides based on plant essential oils. *Pestic. Outlook* 10: 68–72

### G

- **Jeun J. M., Annie F., Chrystian J. L., 2005.** Les composés phénoliques des végétaux.
- **Garniron J, 1991.** Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. ed : Encyclopédie des médecins naturelles. Paris, France, pp2-20.
- **Jourdain, D. 2002.** Dictionnaire des plantes médicinales. Ed. Quebecor, p. 186, pp.11-19, pp.180-181

### K

- **Khadir. A, Bendahou .M, Benbelaid. F, Abdoune. M.A, Abdelouahid .D.E. (2013).** pouvoir antimicrobien de *Thymus lanceolatus Desf.*, récolté en Algérie à Laboratoire de microbiologie appliquée à l'agroalimentaire, au biomédical et à l'environnement, LAMAABE, BP 119, université de Tlemcen, Algérie.
- **Khenaka K., 2011.** Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur laméthanogénèseruminale chez l'ovine, Diplôme de Magister En Microbiologie Appliquée, Université Mentouri Constantine. p19, 24. pp203-204.
- **Khetouta M L., 1987.** Comment se soigner par les plantes médicinales Marocaines et internationales, Tanger, 311 p.
- **Klaric MS, Kosalec I, Mastelic J, Pieckova E, Pepeljnak S2006** - Activité antifongique de huile essentielle de thym (*Thymus vulgaris L.*) et thymol contre les

moisissures des habitations humides *Lettres en microbiologie appliquée*; Vol. 44; N ° 1; pp 36-42.

- **Krief S., 2003.** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle. 32p.

### L

- **Labore M C., 2000.** Les essences et les soins de la peau, Edition mortagne.
- **Lahlo M., 2004.** Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy research*, vol 18, PP 435-448.
- **Laird K, Phillips C (2012)** Vapour phase: a potential future use for essential oils as antimicrobials? *Lett Appl Microbiol* 54: 169–74
- **Laouer H., Zerroug M. M., Sahli F., Chaker A. N. Valentini G., Ferretti G., Grande M. & Anaya J. (2003).** Composition and Antimicrobial activity of *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. essential oil. *Journal of Essential oil Research*, 15: 135-138.
- **Laouer H. (2004).** Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ammoide spussillaet* de *Magydari spastinacea*. Thèse de Doctorat d'état, Département de Biologie, Faculté des sciences, UFA de Sétif.
- **Lee K.W., Hur H.J, Lee C.Y., 2005.** Antiproliférative effects of dietary phenolic substances and hydrogen peroxide. *J. Agric. Food Chem* vol 53, pp 1990-1995
- **Lesueur D., Serra D.de Rocca, Bighelli A., Hoi T.M., Ban N.K., Thai T.H., Casanova J. ; 2007.** Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Michelia faveolata* Merrill ex Dandy from Vietnam. *Flavour and Fragrance Journal*, 22, 317-321.
- **Longuefosse J.L., 2003.** Plante médicinales caribéennes, tome 1. Edition Gondwana, France, 239 P.
- **Lucchesi, M.E., (2005).** «Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles ». Thèse de Doctorat en Sciences, discipline: Chimie. Université de la Réunion, 143p.

### M

## Références Bibliographiques

- **Maksimović Z, Milenković M, Vučićević D, Ristić M2008** - Composition chimique et activité antimicrobienne de *Thymus pannonicus* All. ( Lamiaceae ) huile essentielle - Cent Eur; J.Biol; Vol. 3; N ° 2; 149-154.
  - **Manallah A., 2012.** Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulped'olive *Olea europaea* L. Pour obtenir le Diplôme de magister, Option Biochimie Appliquée, Université Ferhat Abbas- Sétif, 87p.
  - **Mann CM, Cox SD, Markham JL (2000)** The outer membrane of *Pseudomonas aeruginosa* contributes to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). Lett Appl Microbiol 30: 294–7
  - **Mebareki L., 2010.** Analyse comparative de la diversité génétique et de la structure des populations chez l'orge (*Hordeum Vulgare* L) à l'aide de marqueurs SSR, DArT et du pedigree.
  - **MEBARKI NOUDJOUR(2010)** . Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse – antimicrobienne.
  - Medicinal Plants into Drugs. Ed. **WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim**, 405p.
  - **Miguel M. G. (2010).** Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. *Molecules*, 15: 9252-9287.
  - **Mohammedi Z., 2006.** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen, Mémoire magister, Université Abou BakrBelkaïd Tlemcen. 155p
  - **Mohamed S., Abu Darwich A . , Abu Dieyeb Z.H.M., 2009.** Essential oil content and heavymelats composition of *thymus vulgaris* cultivated in various climatic region of Jordan .Int J.agric, boil, Vol 11N° 1, pp59-63.
  - **Morales, R. 2002.** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In: *Thyme: The genus Thymus* (eds E. Stahl-Biskup and F. Saez) p.346, pp.1-43. LLC Taylor and Francis group.
- N
- **Naghibi, F., Mosaddegh, M et Mohammadi, M. 2005.** Labiatae Family in folk Medicine in Iran: from Ethnobotany to Pharmacology. N°2: 63-79.

- **Nazli n, B.**, « Etude des huiles essentielles de quelques plantes Algériennes caractéristiques chimiques et valorisation agronomique ».
- **Ntonifor N.N. ,Ngufor C.A., Kimbi H.K., Oben B.O. (2006).** Traditional use of indigenous mosquito-repellents to protect humans against mosquitoes and other insect bites in a rural community of Cameroon. *National library of Medicine*. 83(10):8-553.

### O

### P

- **Pebret, F. (2003)** maladie infectieuses .édition heurs de France 1ed.France.312p :58.
- **Piochon, M., (2008).** « Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et héli-synthèse Mémoire, Université du Québec à Chicoutimi, Canada, 200p.
- **Pinto E, Pina-Vaz C, Salgueiro L, Gonçalves MJ, Costa-de-Oliveira S, Cavaleiro C,Palmeira A, Rodrigues A et Martinez-de-Oliveira J 2006-** Activité antifongique de l'essentiel huile de Thymus pulegioides sur Candida, Aspergillus et dermatophytes - Journal of Microbiologie médicale; Vol. 55; pp 1367-1373.
- **Pirard M., 2013.** Initiation à la phytothérapie, guide pratique d'un herboriste, edEdilvre, 17 p.

### Q

- **Quezel, P., et Santa, M.,(1962)** « Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales » Ed. CNRS. Paris , 1170 p.
- **Quezel, P et Santa, S. 1963.** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, p. 377.

### R

- **Roux, D., 2008** « Conseil en aromathérapie ». *2ème édition, Pro-Officina*, 187p.

- **Roux, D. 2011.** Les nouvelles plantes qui soignent. Ed. Alpen. Monaco, p.95, pp. 12-27, p. 54.

### S

- **Sağdıç O (2003)** Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregano hydrosols. *Lebensm-Wiss U-Technol* 36: 467–73
- **Saidji F., 2006.** Extraction d'huile essentielle de thym : *thymus numidicus kabylica* – thèse de magistère en technologie des hydrocarbures, département génie des procédés chimique et pharmaceutique : université M'Hamed bougara-boumerdes.
- **Samate Abdoul D. (2001).** *Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanaise du Burkina Faso : Valorisation*, thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, Burkina Faso.
- **Sanchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-calixto F. ; 1998.** A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal Sci. Technology International*, 8, 121-137.
- **Selles C., 2012.** Valorisation d'une plante médicinale à activité antidiabétique de la région de Tlemcen: *Anacyclus pyrethrum* L. Application de l'extrait aqueux à l'inhibition de corrosion d'un acier doux dans H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5M, Thèse de Doctorat, Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, Algérie.
- **Soliman K.M., badeaa R.I., 2002.** Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. Ed. Elsevier Science Ltd- *Food and chemical Toxicology* 40 (2002) 1669 - 1675.
- **Sophie A. et Ehrhart N., 2003.** *La phytothérapie se soigner par les plantes*, ed : Eyrolles, paris, 36p, pp: 21, 25, 27, 30.
- **Sqalli Hakima, El Ouarti Asmae, Farah Abdellah, Ennabili Abdeslam, Haggoud Abdellatif, Ibsouda Saad, Houari Abdellah et Iraqui Mohammed Houssaini (2009),** l'activité antibactérienne de *Thymus pallidus* Batt. Et la détermination de la composition chimique de son huile essentielle, *Acta Botanica Gallica*, 156 :2, 303-310
- **Stalikas C.D., 2007.** Extraction, separation and detection methods for phenolic acids and flavonoids Review, *J. Sep. Sci*, vol 30, pp 3268-3295 –
- **Stary F., 1992.** *Plantes médicinales*. Ed : Grun, Paris, p22.

### T

- **Thuille N, Fille M, Nagl M (2003)** Bactericidal activity of herbal extracts. *Int J Hug Environ Health* 206: 217–21

### U

### V

### W

- **Wang, H.F.; Yih, K.H.; Huang, K.F., 2009.** *Journal of Food and Drug Analysis* 2010 , (18) 1 , 24 - 33; b) Nikhat, F.; Satynarayana, D.; Subhramanyam, E.V.S. Skeel. *Asian J. Research Chem*, (2)2 , 218 – 221
- **Wichtl, M, Anton, R., ( 2003)** «Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique». 2 ème édition française. Paris: éd. Tee & Doc; Cachan. *Médicale Internationales* , 692p.
- **Wink M., 2003.** Evolution of SecondaryMetabolitesfrom an Ecological and MolecularPhylogenetic Perspective. *Phytochemistry*, vol 64, pp 3-19.
- **Winward GP, Avery LM, Stephenson T, Jefferson B2002** - Huiles essentielles pour désinfection des eaux grises - *Tech Rep Ser; Vol. 905; pp 1-109.*

### X

### Y

- **Yakhlef.G , Laroui.S, Hambaba.L , Aberkane M.-C., Ayachi. A (2011).** l'évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle à Laboratoire de chimie des matériaux et des vivants : activité et réactivité, département de biologie, faculté des sciences, université EL-Hadj-Lakhdar, Batna 05000,
- **Yusuf Y., 2006.** *Trends Food Sci. Tech*, Vol 17, pp 64-71.

### Z

- **Zobayed S M A, Afreen F, Kozai T. 2005.** Temperature stress can alter the photosynthetic efficiency and secondary metabolite concentrations in St. John's wort. *Plant Physiology and Biochemistry*. 43: 977-984

## Références Bibliographiques

---

www.Toutiempo .net

- <http://www.berkem.com/fr/expertise/extraction-vegetale>
- <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fscience.>
- <https://www.aujardin.info/plantes/thym.php>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Thymus\\_vulgaris](https://fr.wikipedia.org/wiki/Thymus_vulgaris)