



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



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et
de la Vie

Département : Biologie appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Microbiologie appliquée

Thème :

**Etude de l'effet antimicrobien des huiles essentielles de
Sauge, Thymus et Romarin
"Etude comparative"**

Présenté par :

M^{elle} : CHELLOUAI Sarra

M^{elle} : HAMZI Asma

Devant le jury :

Pr. A. Mechai	Professeur	Université de Larbi Tébessi	Président
Dr. S. Smaali	MCA	Université de Larbi Tébessi	Promotrice
Dr. H. Chadi	MAA	Université de Larbi Tébessi	Examinatrice

Date de soutenance : 11-06-2022

Année Universitaire : 2021-2022

Note : /20

Mention :

Remerciements

Louange à Allah, nous Le glorifions, Lui demandons aide et invoquons son pardon contre le mal de nos péchés, celui qui fut guidé personne ne peut l'égarer et celui qui est égaré personne ne peut le guider.

Ensuite...

Nos remerciements à notre directrice de mémoire :

Dr. SMAALI S pour nous avoir dirigée, conseillée, et encouragée, et ainsi pour sa bonne volonté, sa patience et ses précieux conseils qui a su toujours trouver les mots pour nous amener à exprimer nos rêves, faire de la recherche et transmettre les connaissances ; il nous soutenu, encadré tout au long de ce mémoire, dans les bons moments, comme dans les périodes de découragement qu'il nous a prodigués tout au long de ce travail.

Pr : Machai Abdelbast de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance.

Dr. Chadi Hafidha d'avoir accepté d'examiner notre travail et de participer au jury de notre soutenance. Veuillez trouver ici l'expression de nos remerciements sincères

Au sein du laboratoire de faculté des sciences exactes et sciences de la mature et de la vie, nous tenons à les en remercier : Mme Karima et iman

Enfin, ne pouvant citer tous ceux et celles qui nous ont aidé de près ou de loin d'un, nous leur adressons nos remerciements les plus sincères

Résumé

Dans le but de découvrir de nouveaux agents antimicrobiens, à partir des sources naturelles, nous avons étudié les huiles essentielles de feuilles de trois plantes médicinales *Thymus algeriensis*, *Romarin officinalis* et *Salvia officinalis* de deux régions différentes (Sétif et Tébessa), en déterminant leurs rendements et en évaluant leurs activités antibactérienne et antifongique sur des microorganismes pathogènes.

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation, 13 microorganismes ont été utilisés : 4 champignons, 2 bactéries à gram positif et 7 bactéries à gram négatif. L'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles a été réalisée par la méthode de l'aromatogramme.

Les résultats ont montré un rendement de $2,27 \pm 0,73$ % pour *Thymus algs*, $2,10 \pm 0,24$ % pour *Salvia off* et $1,71 \pm 0,87$ % pour *Romarin off*.

De même, l'huile essentielle de *Thymus algs* possède une capacité inhibitrice très forte vis-à-vis toutes les souches testées suivies par les huiles essentielles de *Romarin off* et *Salvia off* qui donnent une activité moindre par rapport au *Thymus algs*.

L'ensemble de résultats de notre travail a permis de souligner l'effet antimicrobien important des HEs de trois plantes étudiées.

Mots-clés : Lamiacée, Huile essentielle, Activité antibactérienne, Activité antifongique.

Abstract

In order to discover new antimicrobial agents, from natural sources, we studied the essential oils of leaves of three medicinal plants *Thymus algeriensis*, *Rosemary officinalis* and *Salvia officinalis* from two different regions (Setif and Tebessa), determining their yields. and by evaluating their antibacterial and antifungal activity on pathogenic microorganisms.

The extraction of essential oils was carried out by hydrodistillation a 13 microorganisms were used: 4 fungi, 2 gram-positive bacteria and 7 gram-negative bacteria. The evaluation of the antimicrobial activity of essential oils was carried out by the aromatogram method.

The yields were 2.27 ± 0.73 % for *Thymus algs.* $2.10\pm 0.24\%$ for *Salvia off* and $1.71\pm 0.87\%$ for *Rosemary off*.

As far as the essential oil of *Thymus algs* has a very strong inhibitory capacity against all the strains tested, followed by the essential oils of *Rosemary off* and *Salvia off* which gave negligible activity compared to *Thymus algs*.

The set of results of our work made it possible to underline the important antimicrobial effects of the HEs of three plants studied.

Keywords : Lamiaceae , Essential oil , Antibacterial activity , Antifungal activity.

ملخص:

من أجل اكتشاف عوامل جديدة مضادة للميكروبات، من المصادر الطبيعية، قمنا بدراسة الزيوت الأساسية لأوراق والزعتر *Romarin officinalis* و(اكليل الجبل) *Salvia officinalis* ثلاث نباتات طبية (الميرمية) من منطقتين مختلفتين (سطيف وتبسة)، لتحديد خصائصها والنشاط المضاد للمكروبات *Thymus algeriensis* على الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض.

حيث تم استخلاص الزيوت العطرية عن طريق التقطير المائي، وتم استخدام ثلاث عشر كائناً دقيقاً:

أربع فطريات، واثنان من البكتيريا موجبة الجرام، وسبعة بكتيريا سالبة الجرام. تم إجراء تقييم النشاط المضاد للميكروبات للزيوت الأساسية بطريقة التصوير العشري كانت لمحصول لنبات الزعتر $2.27 \pm 0.73\%$ و الميرمية $2.10 \pm 0.24\%$ و اكليل الجبل $1.71 \pm 0.87\%$ أظهرت النتائج أن للزيت العطري لنبات الزعتر قدرة مثبطة قوية للغاية ضد جميع السلالات المختبرة، تليها الزيوت الأساسية من إكليل الجبل وزيت نبات الميرمية التي أعطت نشاطاً ضئيلاً مقارنةً بالزعتر.

ومن خلال النتائج المتوصل إليها من خلال عملنا هذا أصبح من الممكن التأكيد على الآثار المضادة للميكروبات الهامة المستخلصة من الزيوت الأساسية لثلاثة نباتات تم دراستها.

الكلمات المفتاحية: Lamiaceae-زيت اساسي-نشاط مضاد الجراثيم-نشاط مضاد الفطريات.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Comparaison des différents modes d'extraction : caractéristiques, avantages inconvénients.	13
Tableau 02 : La position systématique de <i>Salvia. Off</i>	17
Tableau 03 : La position systématique de <i>Thymus algeriensis</i>	22
Tableau 04 : La position systématique du <i>Romarin officinalis</i>	26
Tableau 05 : Les prélèvements cliniques.....	34
Tableau 06 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de <i>Salvia Off</i> , <i>Thymus algs</i> et <i>Romarin off</i>	39
Tableau 07 : Présentation des rendements des huiles essentielles selon la plante.....	40
Tableau 08 : Présentation des moyennes de diamètre de la zone d'inhibition (Moy \pm Ecart type) (mm) des huiles essentielles des plantes <i>Salvia Officinalis</i> , <i>Thymus algeriensis</i> et <i>Romarin officinalis</i>	41

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Structure de l'isoprène (C ₅ H ₈).	4
Figure 02 : Appareil de (clevenger) utilisé pour hydrodistillation	8
Figure 03 : Schéma du procédé d'extraction au CO ₂ supercritique.....	9
Figure 04 : Schéma du procédé d'enfleurage	10
Figure 05 : Schéma du procédé d'extraction par un solvant volatil	11
Figure 06 : Schéma du procédé d'extraction au CO ₂ supercritique.....	12
Figure 07 : <i>Salvia Officinalis</i> .L (sauge).	16
Figure 08 : Fleure et feuilles de <i>Thymus algeriensis</i>	21
Figure 09 : <i>Romarins officinalis</i>	27
Figure 10 : Fleurs et feuilles de <i>Romarins officinalis</i>	27
Figure 11 : La partie aérienne (les feuilles) de <i>Salvia Officinalis</i>	32
Figure 12 : La partie aérienne (les feuilles) de <i>Thymus algeriensis</i>	32
Figure 13 : Carte de la Zone de récolte de <i>Thymus algs</i> et <i>Salvia off</i> (Ain ouelmen) (Sétif)	33
Figure 14 : La partie aérienne (les feuilles) de <i>Romarin officinal</i>	33
Figure 15 : Carte de la zone de récolte de <i>Romarin off</i> . Zeitoun (Tébessa)	34
Figure 16 : L'hydro distillateur	35
Figure 17 : Les étapes d'aromatogramme.....	37
Figure 18 : Les huiles essentielles de 3 plantes étudiée	39
Figure 19 : Les bactéries à Gram +	42
Figure 20 : Les bactéries à Gram -	42
Figure 21 : Levures et moisissures	43

LISTE D'ABRÉVIATIONS

- %** : Pourcentage
- AFNOR** : Association Française de Normalisation
- °C** : Degré Celsius
- DL50** : Dose létale médiane
- ET** : Ecart type
- g** : gramme
- (G +)** : Gram positif
- (G -)** : Gram négatif
- HE** : huile essentielle
- HEs** : huiles essentielles
- H** : heure
- Kg** : kilo gramme
- MHE** : la Masse d'Huile Essentielle.
- Ms** : la Masse de la matière végétale en g.
- mg** : milligramme
- mm** : millimètre
- MH** : Muller- Hinton
- Moy** : moyen
- N°** : Numéro
- P** : pression
- R** : Rendement en huile essentielle
- SCN** : *Staphylococcus coagulase négative*
- SCP** : *Staphylococcus coagulase positive*
- T** : température
- µl** : microlitre

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	i
Résumé	ii
Abstract	iii
ملخص.....	iv
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
Liste d'abréviations.....	vii
Introduction	1
Partie bibliographie	3
I. Généralité sur les huiles essentielles	3
I.1. Localisation des huiles essentielles dans les tissus végétaux.....	3
I.2. Les caractères physico-chimiques des huiles Essentielles	3
I.3. Composition chimique des huiles essentielles	4
I.3.1. Les composés terpéniques	4
I.3.1.1. Mono terpènes	5
I.3.1.2. Sesquiterpènes	6
I.4. Les facteurs influençant la composition chimique des huiles essentielles	6
I.4.1. Facteur endogène	6
I.4.2. Facteur exogène	7
I.4.3. Facteur technologique	7
I.5. Les procédés d'extraction des huiles essentielles	8
I.5.1. Extraction par Hydro distillation	8
I.5.2. Extraction par entrainement de vapeur	8
I.5.3. L'hydro diffusion	9
I.5.4. Enfleurage	9
I.5.5. Extraction par expression à froid	10
I.5.6. Extraction par les solvants organiques	11
I.5.7. Extraction par le CO2	11
I.5.8. Extraction sans solvant assistée par micro-ondes	12
I.6. La toxicité des huiles essentielles	13
I.7. Monographie de la plante étudiée	14
II. <i>Salvia officinalis</i>	16

II.1. Description botanique et répartition géographique	16
II.2. Taxonomie	17
II.3. Utilisation traditionnelle	17
II.4. Constituants chimiques du <i>Salvia off</i>	17
II.4.1. La composition d'huile essentielle de <i>Salvia off</i>	18
II.5. Activité antimicrobienne	18
II.5.1 L'activité antibactérienne	18
II.5.2 L'activité antifongique	19
II.5.3. Activité antiparasitaire	19
II.6. Toxicité	20
III. <i>Thymus algeriensis</i> Boss. & Reut	21
III.1. Description botanique et répartition géographique	21
III.2. Taxonomie	22
III.3. Utilisation traditionnelle	22
III.4. Les constituants chimiques de <i>thymus algeriensis</i>	22
III.5. L'activité antimicrobienne de HE de <i>thymus algeriensis</i>	24
III.5.1. L'activité antibactérienne	24
III.5.2. L'activité antifongique	24
III.5.3. L'activité antivirale	25
III.6. Toxicité	25
IV. Le <i>Romarin officinalis</i>	26
IV.1. Description botanique et répartition géographique	26
IV.2. Taxonomie	26
IV.3. Utilisation traditionnelle	27
IV.4. Composition chimique de <i>Romarin officinalis</i>	28
IV.4.1 Composition chimique d'huiles essentielles	28
IV.5. L'activité antimicrobienne du HE de <i>Romarin officinalis</i>	28
IV.5.1. Activité antibactérienne	28
IV.5.2. Activité antifongique	29
IV.5.3. Activité antiparasitaire	29
IV.6. Toxicité et précaution d'emploi	29
Partie expérimentale	31
I. Cadre et objectifs d'étude	31
II. Matériel et méthodes	31
II.1. Matériel biologique	31

II.1.1. Les plantes utilisées	31
II.1.2. Les souches utilisées.....	34
II.2. Méthode d'extraction des huiles essentielles	35
II.2.1. Calcul de rendement	35
II.2.2. Activité antimicrobienne des huiles essentielles	36
II.2.2.1. Aromatogramme sur milieu solide	36
II.2.2.2. Préparation de la suspension microbienne	36
II.2.2.3. Application des disques des huiles essentielles	37
II.2.2.4. Analyses statistiques.....	38
III. Résultat et discussion	39
III.1. Caractères organoleptiques des huiles essentielles	39
III.2. Détermination du rendement	40
III.3. L'aromatogramme	41
Conclusion et perspective	51
Référence bibliographique	
Annexes	

Introduction

Introduction :

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 4000 millions de personnes utilisent les plantes médicinales. Elles sont une ressource naturelle et précieuse pour l'humanité, sont considérées comme une source riche en composés bioactifs et des matières premières importantes pour de nombreuses industries. **(Bibi et al., 2014)**

Ces dernières années, les taux d'infection ont considérablement augmenté et les bactéries multirésistantes sont devenues un problème thérapeutique **(Laallam et al., 2015)**. Par conséquent, la recherche de nouveaux agents bioactifs alternatifs provenant de diverses sources telles que plantes médicinales est devenue une nécessité absolue **(Essawi et Srour ,2000)**. Les plantes médicinales ont servi de riches sources de substances pharmacologiquement actives **(Abdelkader et al., 2014)** en raison de la présence de divers métabolites secondaires dont les composés phénoliques en particulier les huiles essentielles. **(Macheix et al., 2005 ; Khiya et al., 2019 ;)**. Ces métabolites ont démontré un large spectre des activités biologiques et peut donc avoir un grand potentiel pour applications dans divers domaines **(Bensizerara et al., 2013)**.

L'utilisation des huiles essentielles est aujourd'hui d'actualité. Le nombre de produit et d'indication s'est multiplié. Elles ont été signalées à être des agents antibactériens, antifongiques et antioxydants **(Ben Mansour et al., 2013)**.

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes aromatique et médicinales, au regard de sa superficie et de sa diversité bioclimatique **(Moral, 2002 et Nait, 2012)**.

Cependant, de nombreuses espèces aromatiques comme celles appartenant à la famille des Lamiacées cette famille est la plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extrait à cause de ça fort pouvoir antimicrobien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant **(Gherman et al., 2005 ; Hilan et al., 2006)**, les huiles essentielles caractérisent cette famille poussant sous des terres arides et milieu semi-aride n'ont pas encore été étudiées.

Dans ce contexte que notre travail a été effectué dont les objectifs sont les suivants :

Etude des rendements des huiles essentielles des plantes suivants : *Romarin off*, *Thymus off*, *Salvia off*, la mise en évidence de l'activité antimicrobiennes des huiles essentielles, de *Salvia off*, *Thymus algs*, *Romarin. Off* sur des microorganismes pathogène. Enfin, la comparaison des l'effets antimicrobiennes des huiles essentielles des plantes étudiée.

Nous avons organisé notre travail en deux parties :

- ❖ La partie I : comprend une synthèse bibliographique sur les huiles essentielles, la famille des lamiacées, les plantes choisies : Sauge, Thymus, Romarins, et les facteurs qui influencent la composition et le rendement des huiles essentielles.
- ❖ La partie II : représente les méthodes analytiques de notre travail ainsi la présentation des résultats obtenus et la discussion.

Partie 1 :
Partie bibliographie

I. Généralité sur les huiles essentielles :

Le monde végétal offre des éléments nécessaires à la Survie de l'espèce humaine. Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très diversifiées (**El Abed. et Kambouche, 2013**).

En effet, à côté des métabolites primaires, ils accumulent des métabolites dits secondaires parmi lesquels, les huiles essentielles, très utilisées dans des domaines multiples. (**Sabrina, 2003**).

L'association française de normalisation (AFNOR) définit une huile essentielle (HE) comme étant un produit Obtenu à partir d'une matière végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par Hydrodistillation. L'HE est séparé de la phase aqueuse par des procédés physiques. (**AFNOR, 2000**). Cette définition est restrictive car elle exclut aussi bien les produits extraits A l'aide de solvants que ceux obtenus par tout autre procédé. Le terme « huile » s'explique par la propriété que présentent ces composés de se solubiliser Dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au Parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante (**Anton et Lobstein, 2005**).

I.1. Localisation des huiles essentielles dans les tissus végétaux :

La synthèse et l'accumulation d'une HE sont généralement associées à la présence de Structures histologiques spécialisées, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface Du végétal (**Bruneton, 1987**). Les HEs peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs (bergamotier, Tubéreuse), mais aussi dans les feuilles (eucalyptus, citronnelle) et bien que ce soit moins Habituel, dans des écorces (cannelier), des bois (bois de rose, santal), racines (vétiver), des Rhizomes (curcuma, gingembre), des fruits (anis), des graines (muscade) (**Bruneton, 1993**). À chaque pays, à chaque zone géographique et à chaque terroir même, correspond une huile essentielle unique. Car, selon la terre, le climat, l'environnement où elle pousse, une même plante fabriquera des essences différentes. (**Danièle, 2014**).

I.2. Les caractères physico-chimiques des huiles Essentielles :

En ce qui concerne les propriétés physico-chimiques, les huiles essentielles forment un Groupe très homogène selon (**Bernard et al., 1988 ; Bruneton, 1993**), les principales Caractéristiques sont :

- liquides à température ambiante,
- n'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes,
- volatiles et très rarement colorées,
- une densité faible pour les huiles essentielles à forte teneur en mono terpènes,
- un indice de réfraction variant essentiellement avec la teneur en mono terpènes et en dérivés oxygénés. une forte teneur en mono terpènes donnera un indice élevé, cependant une teneur élevée en dérivés oxygénés produira l'effet inverse ,
- solubles dans les alcools à titre alcoométrique élevé et dans la plupart des solvants organiques mais peu soluble dans l'eau,
- douées d'un pouvoir rotatoire puisqu'elles sont formées principalement de composés asymétriques ,
- très altérables, sensible à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu a la formation de produits résineux, il convient alors de la conserver à l'abri de la lumière et de l'air.

I.3. Composition chimique des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants appartenant Exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les Terpènes volatils et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Bruneton, 1999). On Distingue :

I.3.1. Les composés terpéniques :

Il s'agit d'une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Ils sont formés Par la combinaison de 5 atomes de carbone (C5) nommée : isoprène (Bakkali et al., 2008) (Figure 01).

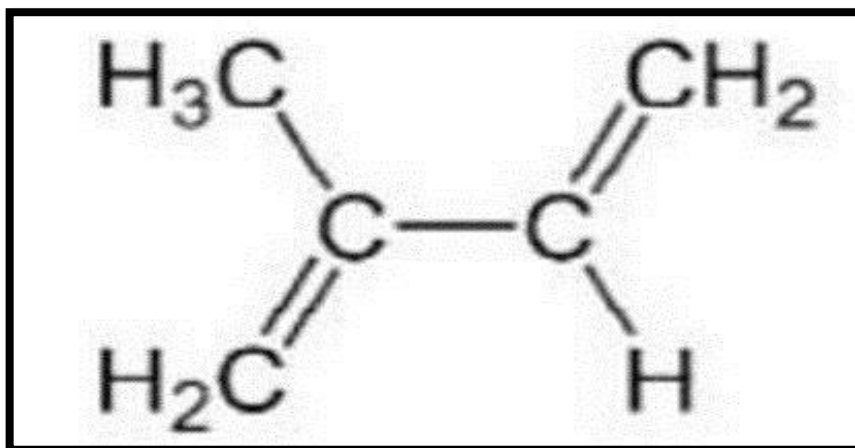


Figure 01. Structure de l'isoprène (C5H8). (Bakkali et al., 2008).

Ils sont classés selon (**Couic-Marinier et Lobstein, 2013**) :

•**Leurs fonctions** : alcools (géraniol, linalol), esters (acétate de linalyle) aldéhydes (citral, Citronellal), cétones (menthone, camphre, thuyone), éthers-oxydes (cinéole) ;

•**Leur structure** : linéaire (farnésène, farnésol) ou cyclique : monocyclique (humulène, Zingiberène), bicyclique (cadinène, caryophyllène, chamazulène) ou tricyclique (cubébol, Patchoulol, viridiflorol). Convient à souligner que seuls les terpènes de faible masse moléculaire (mono – et Sesquiterpènes) sont rencontrés dans les huiles essentielles (**Bruneton, 1999**) leur conférant un caractère Volatil et des propriétés olfactives (**Pibiri, 2006**).

I.3.1.1 Mono terpènes :

Ils sont constitués par le couplage de deux unités isopréniques (C10) et forment 90% des Huiles essentielles avec une grande diversité de structures (**Bakkali et al., 2008**).

Ils comportent plusieurs Fonctions (**Georges, 1979**) :

Carbures : peuvent être de structure acyclique, monocyclique ou bicyclique :

- Acyclique : ex : « myrcene », « ocimene », etc.
- Monocyclique : ex : « terpinenes », « p-cimene », « phellandrenes », etc.
- Bicyclique : ex : « pinenes », « camphene », « sabinene », etc.

Ex : **Huile essentielle de térébenthine** : contient « alpha-pinène » et « camphene ».

Alcools :

- Acyclique : ex : « geraniol », « linalol », « citronellol », « lavandulol », « nerol », etc.
- Monocyclique : ex : « menthol », « a-terpineol », « carveol »
- Bicyclique : ex : « borneol », « fenchol », « chrysanthenol », thuyan-3-ol », etc.

Ex : **Huile essentielle de coriandre** : contient « linalol ». Aldéhydes :

- Acyclique : ex : « geranial », « neral », « citronellal », etc.

Ex : **Huile essentielle de citronnelle** : contient « citral » et « citrannal ». Cétones :

- Acyclique : ex : « tegetone », etc.
- Monocyclique : ex : « menthones », « carvone », « pulegone », « piperitone », etc.
- Bicyclique : ex : « camphor », « fenchone », « thuyone », « ombellulone », « pinocamphone », « pinocarvone », etc.

Ex : **Huile essentielle de sauge** : contient « thuyone ».

Esters :

- Acyclique : linalyl acetate or propionate, citronellyl acetate, etc.
- Monocyclique : menthyl or a-terpinyl acetate, etc.

-Bicyclique : isobornyl acetate, etc.

Ex : *Huile essentielle de menthe bergamote* : contient « acétate de linalyle ».

Ethers : ex : « 1,8-cineole », « menthofurane », etc.

Ex : *Huile essentielle d'eucalyptus globulus* : contient « eucalyptol ».

Peroxydes : ex : « ascaridole », etc.

Ex : *Huile essentielle de chénopode* : contient « ascaridol ».

Phénols : ex : « thymol », « carvacrol », etc.

Ex : *Huile essentielle de thym* : contient « thymol ».

I.3.1.2. Sesquiterpènes :

Selon **Bekkali et al., (2008)** ils sont formés par l'assemblage de trois unités isopréniques (C15). Cependant leur structure ainsi que leur fonction restent similaires à celles des mono terpènes Composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Ils sont beaucoup moins fréquents dans les huiles essentielles que les composés terpéniques. Ils comprennent :

Aldéhyde : « cinnamaldehyde », ex : *huile essentielle de cannelle*.

Alcool : « cinnamique alcool ».

Phénols : « chavicol », « eugénol », ex : *huile essentielle de girofle* (eugénol).

Dérivés méthoxyle : « anéthol », « élémicine », « estragol », « methyleugénols », ex : *huile essentielle de fenouil* (anéthol).

Composés de méthylène dioxyde : « apicole », « myristicine », « safrole », ex : *huile Essentielle de persil* (apicole).

I.4. Les facteurs influençant la composition chimique des huiles essentielles :

De nombreux facteurs exerçant une influence sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles. Généralement, ces facteurs sont classés en deux groupes endogènes et exogènes. Ces deux groupes ont des effets extrêmement variables sur la quantité et la qualité de l'huile essentielle (**Lichtfouse, 2009**).

I.4.1. Facteur endogène :

Ce facteur comprend toutes les caractéristiques naturelles de la plante, tel que sa constitution génétique, mais aussi d'autres facteurs non génétiques tels que son âge, son stade de développement (**Lichtfouse, 2009**), ou son organe végétal utilisé (feuille, racine fleur ou graine) (**Dris et Jain, 2004**). Les facteurs génétiques influencent fortement le rendement et la composition des huiles essentielles dans les plantes, l'effet génétique est

assez fort pour créer des huiles essentielles qui diffèrent largement dans leur composition, même au sein de la même espèce, on parle du chémotype (**Havkin-Frenkel et Dudai, 2016**).

I.4.2. Facteur exogène :

Il comprend tous les facteurs externes que les plantes peuvent avoir pendant leurs cycles de croissance (**Lichtfouse, 2009**).

- Les équipes de **Dris et Jain, (2004)** ; **Figueiredo et al., (2008)** ; **Preedy, (2009)** ; **Baser et Buchbauer, (2016)** ont mentionné les facteurs suivants :

• **Facteurs environnementaux :**

- La température, l'ensoleillement, la qualité de la lumière, l'humidité, la vitesse du vent, la pluviométrie, l'irradiance.

• **Facteurs édaphiques :**

- Sol (porosité, rétention d'eau, sol argileux, sablonneux, teneur en azote, terrains calcaires, etc...). L'origine géographique : hauteur au-dessus du niveau moyen de la mer, le continent, la latitude.

• **Facteurs d'agricultures :**

- Tel que le temps de la récolte, les engrais, l'irrigation et les maladies ; l'infection par des virus et l'attaque des ravageurs peuvent également modifier la composition et le rendement de l'huile essentielle.

- Plusieurs recherches ont démontré la variation de la composition chimique des huiles essentielles au cours du jour ; Les équipes de **Vasconcelos et al., (1999)** et **Kpadonou et al., (2012)** ont démontré la variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'*Ocimum gratissimum* en fonction de l'heure de la récolte. Une autre étude portée sur *Pycnocycla spinosa* a montré également la variation de la composition chimique au cours de la journée (**Asghari et al., 2014**).

I.4.3. Facteur technologique :

La composition de l'huile essentielle peut être influencée après la récolte, il s'agit des conditions de transport, de séchage et de stockage de la matière végétale (**Preedy, 2009**). Le procédé d'obtention de l'huile essentielle peut également modifier sa composition chimique (**Flamini, 2003**).

I.5. Les procédés d'extraction des huiles essentielles :

Le choix de la technique d'extraction des huiles essentielles dépend principalement de la matière première : son état originel, ses caractéristiques et sa nature proprement dite. Ce choix conditionne les caractéristiques de l'huile essentielle, en particulier : viscosité, couleur, solubilité, volatilité, enrichissement ou appauvrissement en certains constituants (AFSSAPS, 2008).

I.5.1. Extraction par Hydrodistillation :

Cette technique consiste à utiliser un distillateur ou alambic ; la matière végétale est immergée directement dans l'eau (contact directe entre la matière végétale l'eau) puis porté à ébullition. (Figure 02).

Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par différence de densité, L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat (Bruneton, 1999).

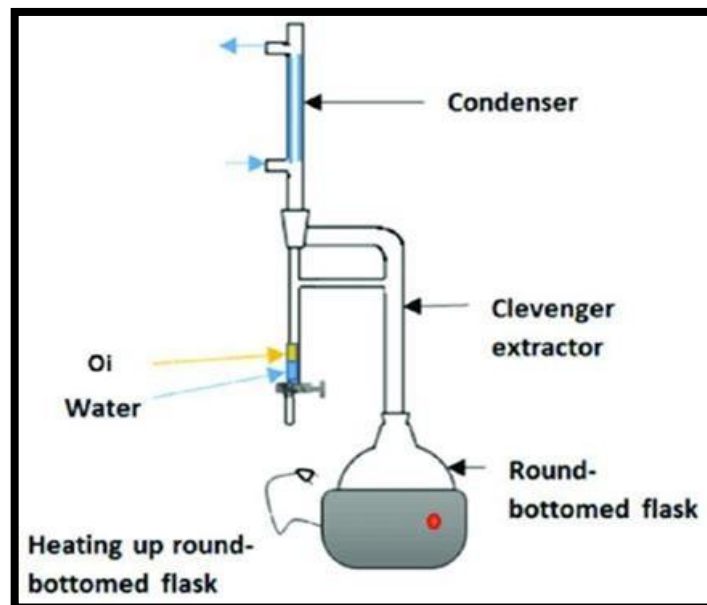


Figure 02. Appareil de (*clevenger*) utilisé pour hydrodistillation (Quirino,2016).

I.5.2. Extraction par entrainement de vapeur :

À la différence de l'hydro distillation (Figure 03), cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter, elle consiste à faire passer la vapeur d'eau à travers la matière végétale placée dans la partie supérieure de l'alambic. La partie

inférieure de celui-ci est remplie d'eau. Durant le passage de la vapeur d'eau à travers la matière végétale, l'huile essentielle est entraînée par la vapeur. Le mélange de vapeurs est condensé sur un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par décantation (AFSSAPS, 2008).

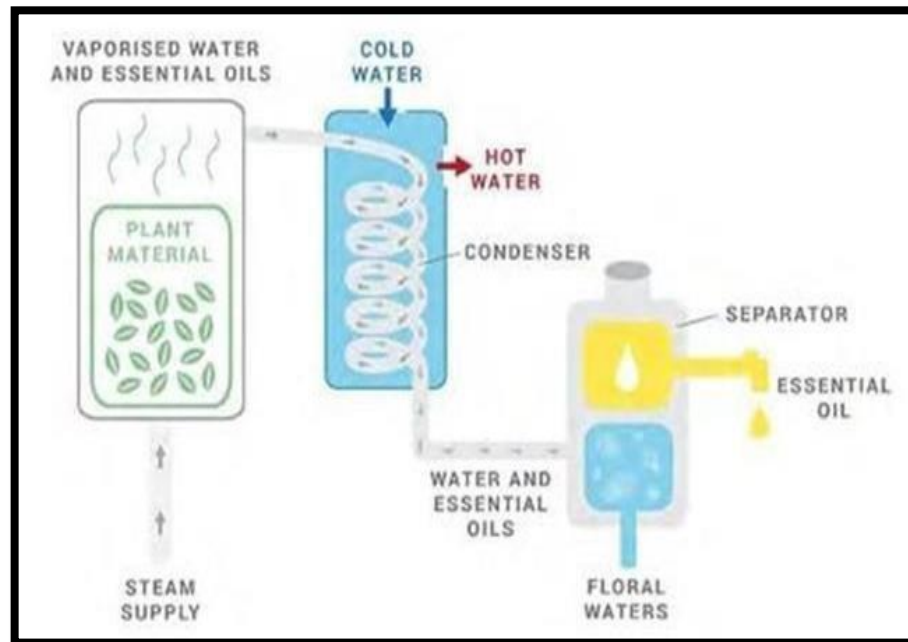


Figure 03. Schéma du procédé d'extraction au CO₂ supercritique. (Arantxa, 2020).

I.5.3. L'hydro diffusion :

L'hydro diffusion est une forme de distillation à la vapeur. La différence tient à la façon dont la vapeur entre dans l'alambic. Elle consiste à injecter la vapeur d'eau à travers la matière végétale, du haut vers le bas. Le mélange de vapeur se condense directement au-dessous du support de la plante à travers d'un plateau perforé. Le mode de séparation des huiles essentielles est le même que celui présent dans d'autres méthodes de distillation (Li et al., 2014). Cette méthode est utilisée pour l'extraction des huiles essentielles de la partie ligneuse et dure de la plante, telle que les graines. Ce procédé est beaucoup plus rapide, il permet de réduire la consommation de la vapeur, du temps de distillation, ce qui permet d'obtenir un meilleur rendement et une huile essentielle de meilleure qualité (Gould, 2003 ; Li et al. 2014).

I.5.4. Enfleurage :

C'est un procédé coûteux et long utilisé pour l'extraction des huiles essentielles à partir de fleurs très délicates comme le jasmin ou la tubéreuse et qui produisent de faible

quantité d'huile essentielle. Elle consiste à mettre des pétales de fleur sur des châssis enduits de graisse animale ou d'huile végétale inodore qui absorbent les huiles essentielles (**Wilson, 2002**). Les fleurs sont remplacées par d'autres neuves après que la matière grasse est absorbée l'huile essentielle (Toutes les 24 heures pour le jasmin et toutes les 72 heures pour la tubéreuse) (**Worwood, 2001**). Cette procédure se poursuit jusqu'à ce que la matière grasse devienne saturée avec l'huile essentielle. Ce stade génère la pommade d'enfleurage, cette dernière est lavée avec de l'alcool pour séparer l'huile essentielle de la matière grasse. L'huile essentielle absolue est récupérée par évaporation de l'alcool (**Pittman, 2004**).

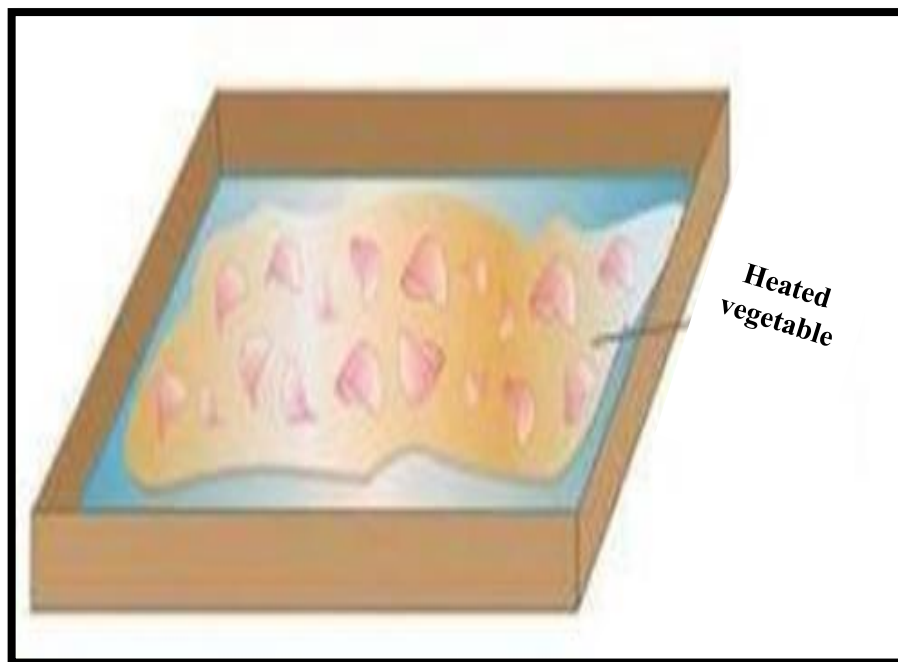


Figure 04. Schéma du procédé d'enfleurage. (**Arantxa, 2020**).

I.5.5. Extraction par expression à froid :

C'est un procédé mécanique très simple qui consiste à briser les molécules contenant l'essence « les poches oléifères » des zestes d'agrumes frais comme le citron, la bergamote, le pamplemousse, la mandarine et le yuzu (**Worwood, 2001 ; Buronzo, 2008**) . Le principe de l'extraction repose sur la rupture des poches d'essence par des moyens mécaniques (pression, incision ou abrasion). L'essence est alors séparée de la phase aqueuse par décantation ou centrifugation (**Jeantet et al., 2016**). Le produit obtenu se nomme « essence » et non huile essentielle, car le mode d'obtention est différent (**Ricard, 2013**).

I.5.6. Extraction par les solvants organiques :

Cette méthode est utilisée pour l'extraction d'huiles essentielles à partir des plantes délicates (figure05), thermiquement instables et qui possèdent une faible quantité d'huiles essentielles.

Dans ce procédé, le solvant pénètre à l'intérieur des cellules de la plante pour dissoudre les huiles essentielles ainsi que les cires et les pigments (**Board, 2011**). Un solvant volatil tel que l'hexane est utilisé pour extraire les composés aromatiques de la plante. Le produit obtenu est appelé « concrète », celui-ci est traité par la suite avec de l'alcool. Ce dernier est évaporé pour obtenir une « absolue » (**Wilson, 2002**).

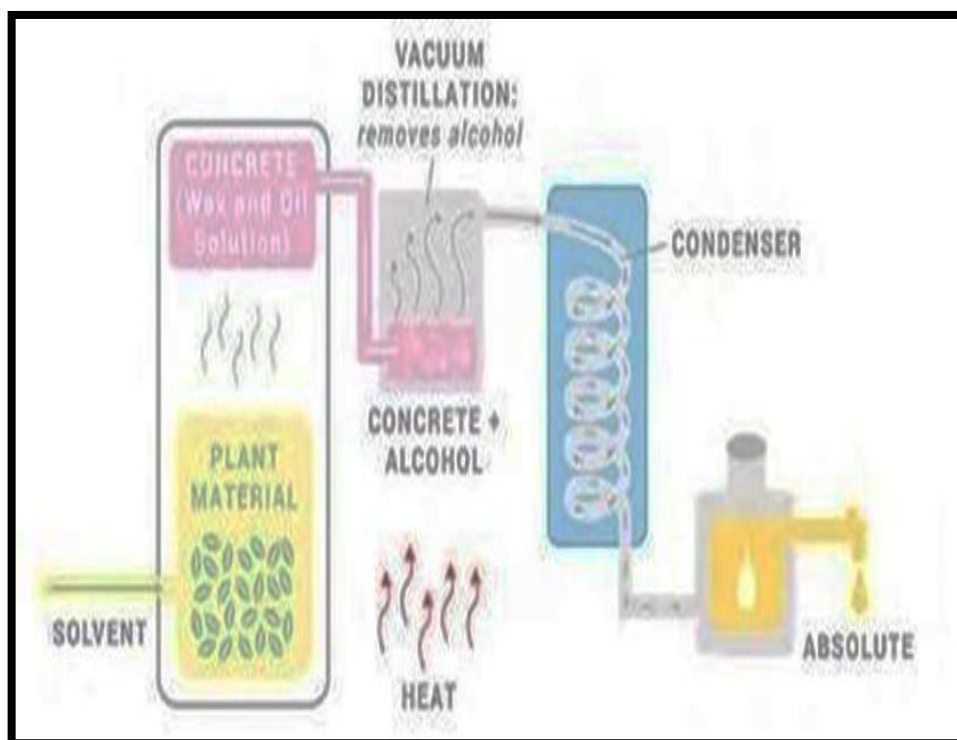


Figure 05. Schéma du procédé d'extraction par un solvant volatile. (**Arantxa, 2020**).

I.5.7. Extraction par le CO₂ :

C'est une méthode coûteuse qui implique l'utilisation du dioxyde de carbone supercritique pour l'extraction des huiles essentielles (**Capellini, 2012**) (figure06). À l'état supercritique, le CO₂ n'est ni liquide, ni gazeux. La température et la pression sont supérieures à ses valeurs critiques ($P=73,8$ bars et $T= 31^{\circ}\text{C}$). Le CO₂ est le fluide supercritique le plus utilisé ; Il n'est ni toxique ni inflammable, disponible, peu coûteux, et présente des paramètres critiques pratiques qui facilite la manipulation (**Damian et**

Damian, 1995 ; Berton, 2007 ; Jones, 2011). L'huile essentielle récupérée ne contient aucune trace de solvant résiduel qui est facilement éliminé par évaporation sous forme gazeuse (Capellini, 2012).

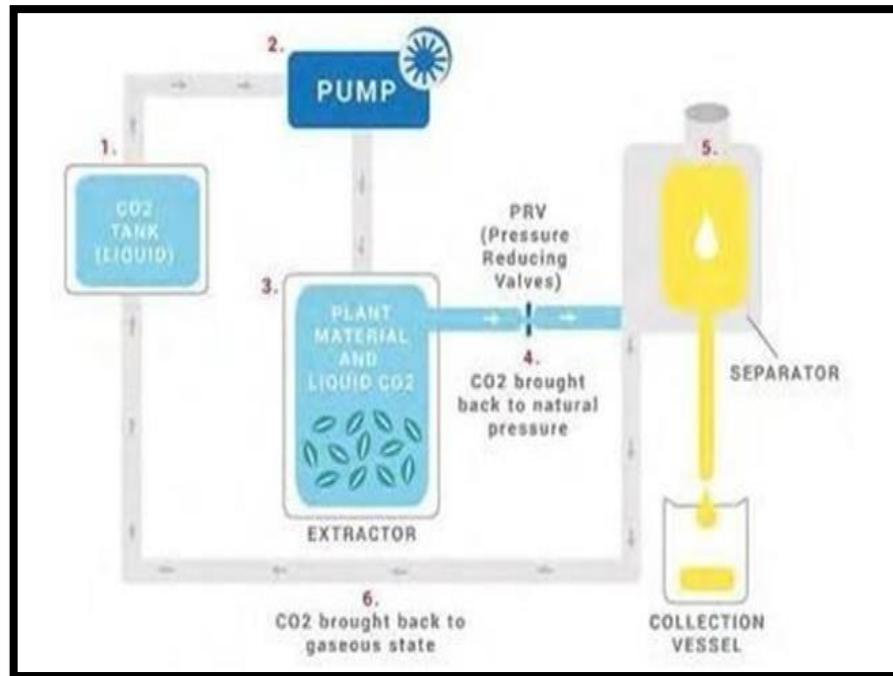


Figure 06. Schéma du procédé d'extraction au CO2 supercritique. (Arantxa, 2020).

I.5.8. Extraction sans solvant assistée par micro-ondes :

C'est l'un des procédés les plus récents utilisé pour l'extraction des huiles essentielles qui se compose principalement de quatre parties : un réacteur où la matière végétale est placée, un four à micro-ondes, un système de réfrigération, et un essencier où l'huile essentielle est récupérée.

Ce procédé consiste à une distillation sèche où la matière végétale fraîche est placée dans un réacteur à micro-ondes sans ajout d'eau ou de solvant organique. Le rayonnement micro-onde permet de chauffer la matière végétale où les glandes contenant les huiles essentielles sont brisées. Celle-ci est entraînée avec la vapeur d'eau contenue dans le végétal où elle est ensuite récupérée à l'aide des procédés classiques de condensation refroidissement et décantation (Lucchesi, 2005 ; Chemat et Cravotto, 2013).

Tableau 01 : Comparaison des différents modes d'extraction : caractéristiques, avantages inconvénients. (Arantxa, 2020).

Mécanique	À froid	Huile essentielle	Méthode mécanique simple, limite	Ne concerne que les agrumes
Gaz : vapeur d'eau	À chaud	Huile essentielle	Méthode simple, Possibilité de produire sur site facile et peu	Dénaturation par la vapeur d'eau (composition et odeur)
Gaz : vapeur d'eau	À chaud	Essence de percolation	Plus rapide (préserve la qualité)	Charge en substance non volatiles
Liquide : graisse fondue au bain marie	A chaud	Pommade	Ne convient pas aux fleurs fragiles	
Liquide : Hexane	A chaud	Concrète Absolue	Préserve Donne accès à des plantes non le parfum des fleurs Distillables	Toxicité pour les ouvriers et le Consommateur
Liquide : Graisse	A froid	Pommade	Capture le parfum des fleurs fragiles	Main d'œuvre coûteuse
Liquide : Huile végétale	A froid	Macérât	Méthode ancienne simple Corps gras facile à incorporer en cosmétique	
Fluide supercritique : CO2	A basse température et haute pression	Extrait CO2	Extrait préservant l'essence du végétal (notes de tête, de cœur et de queue), Stable (minimum 5 ans sous azote), pur (stérile, sans résidus ou métaux), sûr (non toxique) et écologique. Production rapide de faible Coût énergétique.	Installations très Couteuses Utilisable uniquement sur des végétaux à l'état Sec (difficile l'état frais)

I.6 La toxicité des huiles essentielles :

Les huiles essentielles gagnent du terrain. Le public est en demande de produits naturels pour se soigner « autrement ». Bien qu'en vente libre, y compris en dehors du circuit officinal, les huiles essentielles ne sont pas des produits anodins et présentent certains risques de toxicité. Dans son exercice quotidien, le pharmacien doit s'assurer du

bon usage des huiles essentielles par ses patients et du respect des précautions d'emploi et éventuelles contre-indications (**Robin, 2017**).

Rappelons que les huiles essentielles sont susceptibles d'entraîner plusieurs types de toxicité :

- Hépatotoxicité
- Dermotoxicité (irritations, brûlures, hypersensibilité, phototoxicité) et irritation des muqueuses exposées.
- Neurotoxicité (dépression ou excitation du système nerveux central, effet stupéfiant, convulsions)
- Néphrotoxicité
- Effets tératogènes et abortives
- Propriétés cardiogéniques
- Hypersensibilité

Les intoxications aiguës graves restent relativement rares et sont souvent liées à l'ingestion accidentelle d'huiles essentielles par de jeunes enfants.

La principale toxicité chronique observée en aromathérapie est liée à l'utilisation prolongée d'huiles essentielles phénoliques, dangereuses pour les hépatocytes sur le long terme.

L'hypersensibilité à un ou plusieurs composés volatils se rencontre chez des personnes régulièrement exposées dans le cadre professionnel.

Certaines huiles essentielles, sensibles par leur toxicité ou les usages détournés possibles, sont intégrées au monopole pharmaceutique. (**Robin, 2017**).

I.7.Monographie de la plante étudiée :

La famille des lamiacées est l'une des plus répondues dans le règne végétal (**Naghbi, 2005**). C'est une famille de grande importance aussi bien pour son utilisation dans l'industrie alimentaire et en parfumerie qu'en thérapeutique. Elle est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant (**Bouhdid,2006 ; Hilan, 2006**). Il est bien connu que les huiles essentielles extraites des plantes de cette famille possèdent des propriétés pharmacologiques tant sur le plan humain qu'industriel.de nombreuses propriétés leurs sont conférées : anti-infectieuses, antispasmodiques, antalgiques, toniques, digestives, cicatrisante. Les huiles essentielles par la diversité des

constituants qui les composent, sont des substances très actives (**Hilan, 2006 ; Bakkali, 2008**).

Cette famille comprend près de 6700 espèces regroupées dans environ 250 genres (**Miller, 2006**). La région méditerranéenne a été le centre principal pour la domestication et la culture la Labiatea, Lamiacées, caractérisée par des plantes productrices d'huiles essentielles (**Naghbi, 2005**).

Les lamiacées sont très nombreuses, les espèces les plus cités sont :

Salvia officinalis (**Fellah, 2006**), *Mentha spicata* (**Choudhury, 2006**), *Origanum vulgare* (**Dimitrijevic, 2007**), *Romarin officinalis* (**Marzouk, 2006**), *Ocimum basilicum* et le *Thym* (**Lee, 2007**).

II. *Salvia officinalis* :

Salvia officinalis (*Salvia off*) : son nom latin *Salvia*, provient de *salvare* “sauver”, “guérir”. Elle était considérée comme une plante presque magique, capable de guérir tous les maux, de tout temps, été utilisée en thérapeutique, la sauge, est aussi connue sous le nom de Thé d’Europe, de Grande sauge ou encore Herbe sacrée (Debuigne, 2013).

II.1. Description botanique et répartition géographique :

Salvia off ou sauge est originaire de la Méditerranée et appartient à la famille des Lamiacée. Cette touffue plante est annuelle ou vivace. La longueur de la sauge odorante et aromatique varie entre 40 et 100 cm. Les feuilles de sauge sont dressées sur les bords ; ils mesurent 1–4 cm de diamètre, 4–10 cm de long et sont ovales. Les bords sont nets, vert-gris coloré, pileux et amer. Les excrétiens d'odeurs aromatiques se trouvent vers la face inférieure de la feuille. Son les fleurs violettes se trouvent en grappes. Chaque groupe de fleurs porte 2 à 10 ou rarement 40 fleurs. Les plantes peuvent contenir à la fois Organes mâles et femelles ou uniquement des organes femelles. Il y a deux organes mâles. (Altindal et Altindal, 2016).

Le genre *Salvia* représente un assemblage énorme et cosmopolite de près de 1000 espèces présentant une gamme de variation remarquable. Il est distribué dans trois régions principales dans le monde : Amérique Centrale et du Sud (500 espèces), Asie Centrale/Méditerranée (250 espèces), Asie de l’Est (90 espèces) et en Afrique du Sud (30 espèces) (Walker et al., 2004).



A : Fleure de la sauge



B : feuille de la sauge

Figure 07. *Salvia Officinals*.L (sauge). (Zerrouki, 2017)

II.2. Taxonomie :

La position systématique de *Salvia. Off* est dans Tableau suivant ;

Tableau 02 : La position systématique de *Salvia. Off* (Cronquist, (1968) ; Ristic et al., (1999) ; Altindal et Altindal (2016)).

Reigne :	Plantae
Sous règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous classe :	Asteridae
Famille :	Lamiacées
Genre :	Salvia L.
Espèce :	<i>Salvia officinalis. L</i>

- Nom scientifique : *Salvia officinalis*.
- Nom vernaculaire : Selma, souak en nabi, salmia et maramia, (Bellouad, 2014).

II.3. Utilisation traditionnelle :

Les parties aériennes de l'arbuste *Salvia off* sont utilisées depuis longtemps dans cuisine et médecine traditionnelle. En raison de son arôme et propriétés d'assaisonnement, cette plante a été largement utilisée dans la préparation de nombreux aliments. Dans la médecine populaire d'Asie et d'Amérique latine, il a été utilisé pour le traitement de différents types de troubles y compris les convulsions, les ulcères, la goutte, les rhumatismes, l'inflammation, les étourdissements, les tremblements, la paralysie, la diarrhée, l'hyperglycémie (Garcia et al., 2016), Afin de traiter l'asthme, il était recommandé de fumer les feuilles séchées de *Salvia off* (Debuigne, 2013). En médecine traditionnelle européenne, *Salvia off* a été utilisé pour traiter les Dyspepsie (comme les brûlures d'estomac et les ballonnements), transpiration excessive, troubles cognitifs liés à l'âge et inflammations de la gorge et la peau. (Ghorbani et al., 2017).

II.4. Constituants chimiques du *Salvia off* :

La sauge est une source naturelle de flavonoïdes et de composés poly phénoliques (par exemple, l'acide canonique, l'acide rosmarinique et l'acide caféique) possédant de fortes activités antioxydants, anti-radicalaires et antibactériennes. La majorité des acides phénoliques des espèces de *Salvia off* sont des dérivés de l'acide caféique, élément

constitutif d'une variété des métabolites végétaux. L'acide caféique joue un rôle central dans la biochimie des plantes Lamiacées et se présente principalement sous une forme dimère comme l'acide rosmarinique. L'acide carnosique et l'acide rosmarinique, qui sont présents à des concentrations élevées dans l'extrait des plantes de sauge, ont montré de fortes propriétés antioxydants. L'acide ursolique, également un composant de la sauge, a de fortes propriétés anti-inflammatoires et, dans les préparations de sauge, il est considéré comme une mesure de contrôle de qualité pour les effets anti-inflammatoires de différentes solutions. (Mohsen et al., 2014).

La sauge contient les alcaloïdes, les glucides, les acides gras et les dérivés glycosidiques (des glycosides cardiaques, des saponines...) (Ghorbani et al., 2017). Elle contient aussi 5% de tanins (un principe amer), 5,5% de résine, 6% de gomme du mucilage, des acides phosphoriques oxaliques, des nitrates et 9% de pentosane. Elle est également une excellente source de vitamine K, A et C. On y trouve en outre un peu de fibres, des folates, du magnésium, du potassium, du calcium et du manganèse (Fruleux, 2009).

II.4.1. La composition d'huile essentielle de *Salvia off* :

Les principaux composants de l'huile essentielle de *Salvia off* sont :

- thuyones : α -thuyone (18 à 43%) et β -thuyone (3 à 8,5%), camphre (4,5 à 24,5%), 1,8-cinéole (5,5 à 13%), α -humulène (0 à 12%), β -pinène (5,44 %) de plus le bornéol, acétate de bornyl, linalol, acide rosmarinique, acide Salvianolique et l'acide carnosique.

Les proportions des composants chimiques sont variables et dépendent des conditions climatiques, de l'apport en eau et de l'altitude des plants (Ghorbani et al., 2017).

II.5. Activité antimicrobienne :

II.5.1. L'activité antibactérienne :

L'huile essentielle de *Salvia off* inhibe la croissance de certaines bactéries à gram positif : *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus subtilis* et *Bacillus cereus*. Ces résultats sont d'autant plus intéressants, que certaines de ces souches peuvent être pathogènes chez l'homme et présentent des résistances aux antibiotiques classiques (Ben Kheder et al., 2017).

Les acides oléaniques et ursoliques, testés séparément, permettent d'inhiber la croissance de certaines bactéries multi-résistantes comme *Streptococcus pneumonia* résistant à la pénicilline, les *enterococci* résistants à la vancomycine et *Streptococcus aureus* résistant à la méticilline (**Ghorbani et al., 2017**).

Autre étude s'effectuée contre d'autre type des bactéries à Gram négatif *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Salmonella* et *E. coli*. Ces bactéries ont été choisies car elles sont potentiellement pathogènes pour l'homme et certains d'entre eux sont faits partie du groupe des coliformes totaux et fécaux. Ces micro-organismes sont souvent responsables de l'apparition de maladies graves transmises par voie fécale-orale et ont été détectés dans diverses denrées alimentaires et lors de préparations alimentaires. (**Luna-Guevara 2019**).

Les genres *Enterobacter* est la même bactérie et *Citrobacter* a montré sensibilité plus élevée avec des pourcentages d'inhibition de 86,95% et 73,5 %, respectivement, Même les agents pathogènes *E. coli* et *Salmonella* ont présenté une sensibilité similaire à 100%. Concernant *E.coli*, des pourcentages d'inhibition supérieurs à 50%, et *P. aeruginosa* n'ont montré aucune inhibition donc elle est résistance. (**Conde-Hernandez et al., 2021**).

II.5.2. L'activité antifongique :

Le HE de *Salvia off* a présenté divers degrés d'activité antifongique contre quelque souche testée. Le plus sensible était *Fusarium oxysporum*, mais le HE de sauge a également montré une très bonne activité contre *Botrytis cinerea* et *Alternaria alternata*. De manière intéressante, nous avons démontré la capacité de l'huile de la *Salvia off* à contrôler certaines souches fongiques, en particulier les champignons (*A. niger*, *A. flavus* et *A. alternata*) responsables de la bio détérioration des aliments lors de la transformation, du transport et du stockage post-récolte et les champignons phytopathogènes agricoles. (**Ben Khedher et al., 2017**).

II.5.3. Activité antiparasitaire

L'huile essentielle de sauge en fumigation présente une activité sur le troisième stade larvaire de *Spodoptera littoralis*. Cette activité pourrait être due aux mono terpènes présents dans l'huile, qui inhibent l'acétylcholinestérase, enzyme très importante dans le système nerveux central de ces insectes (**Ben Kheder et al., 2017**).

II.6. Toxicité :

L'huile essentielle à une dose létale à 50% (DL50) à 2,6g/kg chez le rat. Les thuyones (α et β) sont toxiques, DL50 à 0,19g/kg par voie orale chez le rat. Une dose de 300 mg d'huile essentielle soit environ 15 gouttes peut suffire à tuer un chien (**Bruneton, 2016**).

III. *Thymus algeriensis* Boss. & Reut :

Le mot thym est un nom général pour plus de trois cents espèces de *Thymus*, hybrides, variétés et écotypes, toutes étant de petites herbes vivaces originaires d'Europe et d'Asie.

Le *Thymus algeriensis* (*Thymus algs*) "Lamiacées" est un groupe taxinomiquement complexe de plantes aromatiques utilisées depuis longtemps comme épices ou médicaments, et il figure parmi les herbes médicinales les plus utilisées au monde, en partie grâce à ses huiles essentielles. (Ben Moussa et al., 2020).

III.1. Description botanique et répartition géographique :

Thymus algeriensis Boss. & Reut est une plante appartenant à la famille des Lamiacées. Cette famille comprend environ 350 espèces (Neffati et al., 2017). C'est un sous arbrisseau pouvant atteindre plus de 25 cm de long, d'une odeur forte, aromatisant très agréable, c'est une plante à tige ligneuse et ramifiée, présente des feuilles florales peu différentes des feuilles culinaires, peu dilatées, fleurs de 5 à 6 mm groupées en épis courts et étroits. La corolle tubuleuse plus longue que le calice, ce dernier a une lèvre supérieure, tridentée, et une lèvre inférieure à deux divisions étroites et ciliées (Quezel et Santa, 1963). *Thymus algs* est une plante endémique bien adapté au climat chaud et sec de la région méditerranéenne et sont répons dans les zones semi-arides et arides de la Tunisie, l'Algérie, la Lybie, et le Maroc (Neffati et al., 2017). Elle est considérée comme l'espèce nord- africaine la plus répandue. En Algérie, il est très commun dans le sous-secteur des hauts plateaux algérois, oranais. (Sobeh et al., 2020).



Figure 08. Fleure et feuilles de *Thymus algeriensis* (Messoudi et al., 2019).

III.2. Taxonomie :

La position systématique de *Thymus algs* est suivante : Tableau 3.

Tableau 03 : La position systématique de *Thymus algeriensis*. selon : **Quezel et Santa, 1963)**

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermaphytes
Classe :	Eudicotes
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	Thymus
Espèce :	<i>Thymus algeriensis</i> Boss. Reut.

- Nom scientifique : *Thymus algeriensis* Boss. & Reut synonyme *Thymus zattarellus* Pomel, *Thymus algeriensis* var. *masculensis* Maire, *Thymus hirtus* Willd. Subsp. *Algeriensis* Boiss. & Reut.
- Noms vernaculaires : Thym (Français) ; Mezouchan, Mazoukcha (Arabe) (**Jayari et al., 2018**).

III.3. Utilisation traditionnelle :

Thymus algs est utilisée, fraîche ou séchée, comme herbe culinaire. Cette plante est largement utilisée dans la médecine traditionnelle contre les maladies du tube digestif et de l'avortement, elle est utilisée comme tonique, antiinflammatoire, antiparasitaire, antitussifs et carminatifs (**Najjaa et al., 2017**).

III.4. Les constituants chimiques de *Thymus algeriensis* :

Les principales études sur la composition chimique de la plante ont été réalisées sur la fraction volatile (Huile essentielle) (**Hazzit et al., 2009 ; Giweli et al., 2013 ; Chemat et al., 2013 ; El Ouariachi et al., 2014 ; Ben El Hadj et al., 2015**). Cependant, pour la fraction non volatile, quelques flavonoïdes ont été isolés tels que : taxifoline, ériodictyol, 5,6-dihydroxy-7,3', 4'- triméthoxyflavone et 5, 6,4'-trihydroxy-7,3'-diméthoxyflavone. **El-Domiaty et al., (1997)**, 5-hydroxy-6,7,3',4'-tetraméthoxyflavone

(5-desmethylinensetin), quercetin-3-O-rutinoside, luteolin-7-O-rhamnoside (Benkiniouar et al., 2007).

Récemment, Boutaoui et al., (2018) ont identifié 16 composés phénoliques dans les extraits de *Thymus algs* dont 11 acides phénoliques et cinq flavonoïdes. Les acides phénoliques identifiés étaient : acide gallique, acide chlorogénique, acide vanillique, acide syringique, acide 3-hydroxybenzoïque, acide p-coumarique, acide sinapinique, acide t-férulique, acide benzoïque, acide o-coumarique et l'acide benzoïque. Tandis que les flavonoïdes étaient : l'épicatéchine, de la naringine, la catéchine, la rutine, la naringénine, isovanilline, harpagoside.

Deux constituants chimiques dominent l'huile essentielle de *Thymus algs*. Le camphre (53,39%) et l'eucalyptol (26,72%).

D'autres composés sont également présents, mais à des teneurs moins importants : carvacrol (8.17), α - thujène (6.66 %), d-limonène (3,84 %), bornéol (3.31 %). Spiro (2,4) heptane-1,5- dimethyl-6-méthylène (1.93%), β - Thujene (1.11%), α -Terpinéol (0.71%), Isoborneol (0.59%), 1 Methylene-2b- hydroxymethyl-3,3- dimethyl-4b-(3-méthylbut-2-enyl) cyclohexane (0.41%) ,4,7-Dimethyl-4,4a,5,6- tetrahydrocyclopenta (c) pyran – 1 , 3 – dione (0,3677%) , α - Phéllandrène (0,3675%), Artemesiatriene (0.29%), 1-Ethyl-3-vinyl Adamantane (0.24%). (Ben Moussa et al., 2020).

Cette composition chimique est différente de celle de l'huile essentielle de la même plante étudiée par Dob et al. Qui contient comme principaux constituants le linalol (43,3 %), le thymol (29,2 %) et le ρ -cymène (6,8 %). (Dob et al., 2006).

Les essences de *Thymus algs* originaires de Khedara et Fatoum Souda [Algérie] présentent l' α -pinène (27,14-25,52 %) et le camphre (8,77-8,45%) comme des composés majoritaires, en plus du 1,8-cinéole (7,69-7,68 %), du sabinène (5,25 -5,61 %) et du β -pinène (2,66-3,12 %). (Giordani et al., 2008).

Les variations rencontrées dans la composition chimique des huiles essentielles, du point de vue qualitatif et quantitatif, peuvent être dues à certains facteurs écologiques, à la partie de la plante utilisée, à l'âge de la plante et à la période du cycle végétatif, ou même à des facteurs génétiques. (Senatore ,(1996) et Karousou et al., (2005). D'autres facteurs peuvent intervenir tels que : l'espèce, le chemotype, l'origine du matériel végétal,

le moment de la récolte, la procédure de séchage et la technique d'extraction des huiles essentielles. (Shu C-K, et Salgueiro, 1997).

III.5. L'activité antimicrobienne de HE de *Thymus algeriensis* :

III.5.1. L'activité antibactérienne :

L'huile essentielle montre une bonne efficacité contre les bactéries *S. aureus*, qui sont parmi les plus agents pathogènes courants rencontrés dans les pratiques cliniques, et ils sont une cause majeure d'infection hospitalière, d'intoxication alimentaire, d'ostéomyélite, d'endocardite, de syndrome de choc toxique et d'un large éventail d'autres troubles. Il est efficace contre la bactérie *Escherichia coli*, qui est répandue dans les aliments avariés, provoquant des troubles intestinaux et une diarrhée sévère. (Ouakouak et al., 2021).

L'étude de Gherairia et al., (2020) , testé la capacité antibactérienne de huiles essentielles de *Thymus algs* de Dekma et Ain Saynor (Souk Ahras) contre six souches bactériennes : *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et deux des origines cliniques : *Acinetobacter spp.*, *Salmonella spp.* Ces souches ont été sélectionnées pour leurs hautes fréquences de contaminer les denrées alimentaires et leur pathogénicité.

L'huile essentielle de *Thymus algs* deux région de Souk Ahras ont exposé d'importantes activité inhibitrice contre toutes les bactéries testées, à l'exception de la souche *Pseudomonas aeruginosa*, qui s'est avérée être un peu résistant (Gherairia et al., 2020)

III.5.2. L'activité antifongique :

L'huile essentielle montre également une efficacité modérée à forte sur les levures et les champignons, et son efficacité est plus forte que l'efficacité du médicament de référence utilisé.

L'huile essentielle a considérablement limité *Candida tropicalis*, *Candida albicans* est arrivé deuxième et *Candida glabrata* et *Saccharomyces cerevisiae* appartenaient au même groupe homogène en termes de propriétés antimicrobiennes. (Ouakouak et al., 2021).

L'objectif de travail du **Mustapha et al., (2013)** la recherche d'activité antifongique des huiles essentielles du Maroc, Les quatre champignons utilisés sont : *Gloeophyllum trabeum* (Persoon ex Fries) Murril, *Poria placenta* (Fries) Cooke sensu J. Eriksson, *Coniophora puteana* (Schumacher ex Fries) Karsten, *Coriolis versicolor* (Linnaeus) Quélet.

L'huile de *Thymus algs* a montré une activité antifongique plus ou moins faible. Les deux souches fongiques *Coniophora puteana* et *Gloeophyllum trabeum* ont été inhibées à partir de la même concentration 1/500 v/v. Il a fallu une concentration de 1/250 v/v de cette essence pour arrêter la croissance de *Coriolus versicolor* et *Poria placenta*.

III.5.3. L'activité antivirale :

L'activité antivirale des huiles essentielles est mal connue. Il existe des rapports sur l'activité de certaines huiles sur les virus. Cependant, ses mécanismes n'ont pas été entièrement décrits. En **2011, Saderi et Abbasi** ont observé que l'huile de *Thymus off* est potentiellement efficace contre les adénovirus (**Adaszyńska-Skwirzyńska et Szczerbińska, 2017**).

III.6. Toxicité :

L'huile essentielle peut être caustique pour la peau et le système digestif si elle est prise par voie orale. A forte dose, et pour une administration per os, l'huile essentielle est également hépatotoxique. (**Boulade, 2018**).

IV. *Le Romarin officinalis* :

Rosmarinus du latin rose de la mer. Cette étymologie est controversée : en fait "ros" viendrait d'un nom du latin dérivant de rhus "rhous=sumac" qui rappelle l'aspect d'arbrisseau de la plante (Hoefler, 1994).

IV.1. Description botanique et répartition géographique :

Romarin officinalis (*Romarin off*), est un arbrisseau de 50cm à 2m de haut, très répandu dans tout le bassin méditerranéen, il affectionne particulièrement les terrains calcaires retrouvés dans les garrigues. Il est aussi connu sous les noms de Rose marine, ou Encensier (Andrade, 2018). Il possède des feuilles persistantes, sessiles, étroites à bords retournés. Elles sont vertes chagrinées sur la face supérieure et tomenteuses blanchâtres sur le dessous. Les fleurs bleu clair ou lilas sont maculées de taches violettes et forment des inflorescences spiciformes (Bruneton, 2016).

Ces derniers ont la propriété de renforcer les capillaires. Entière, la plante a une action amère et astringente. Originaires des régions méditerranéennes comme l'Algérie et Maroc et pousse spontanément dans le sud de l'Europe : en Espagne, France, Italie, principalement pour la production d'huile essentielle (Panda, 2005).

IV.2. Taxonomie :

Selon (Goetz et Ghedira, 2012) est la suivante : La position systématique du *Romarin off* est suivante : Tableau 04.

Tableau 04 : La position systématique du *Romarin officinalis* selon. (Goetz et Ghedira, 2012).

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Lamiales (labiales)
Famille	Lamiaceae
Genre	Romarinus
Espèce	<i>Romarinus officinalis</i> L

- Nom scientifique : *Romarin officinalis*.
- Nom vernaculaire : klil eldjabal, Hatssa, louban, Hassalban, iazir, azir, ouazbir, Touzala (Beloued , 2005).



Figure 09. *Romarin officinalis* (Boulade, 2018).



Figure 10. Fleurs et feuilles de *Romarin officinalis* (Boulade, 2018).

IV.3. Utilisation traditionnelle :

Cette plante est reconnue et réputée depuis des centaines d'années en thérapeutique. Au XVIème siècle, la distillation des fleurs donne un alcoolat réputé "l'eau de la reine de Hongrie", utilisée pour guérir les rhumatismes ou encore les crises de gouttes. Le vin de romarin est appliqué en cataplasme contre les gonflements articulaires, entorses, gonflements (Debuigne, 2013).

Le *romarin* est souvent cultivé pour son huile aromatique et considérée utile pour contrôler l'érosion du sol. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique (Gonzalez et al., (2007).

IV.4. Composition chimique de *Romarin officinalis* :

Selon (Brunton, 1999) la composition chimique de cette plante est :

- 1) Huiles essentielles : 1 à 2,5 % de la plante,
- 2) Diterpènes phénoliques tricycliques : acide carnosolique : 0,35 %, rosmadial, carnosol (picrosalvine), l'épirosmanol et le rosmanol sont en fait des artéfacts d'oxydation lors de l'extraction de la drogue,
- 3) Tanins des labiées : acides phénoliques : environ 3% de l'acide caféique avec l'acide rosmarinique notamment,
- 4) Flavones méthylés : genkwanine, lutéoline, diosmétine, et leurs hétérosides : phégopoline=genkwanine-4-o-glucoside,
- 5) Triterpènes et stéroïdes : environ 10% d'acide oléanolique et 5% de dérivés de l'acide ursolique accompagnées de alpha- et bêta-amyrines,
- 6) Cuticule cireuse des jeunes feuilles : n-alcanes (97%), isoalcanes et alkène,
- 7) Constituants divers : polysaccharides acides (environ 6%) ; traces de salicylates.

IV.4.1 Composition chimique d'huiles essentielles :

Sa composition ainsi que sa concentration en ces composés dépendent fortement des chémotypes (Bousbia,2011).

Les sommités fleuries de romarin fournissent 10 à 25ml /kg d'une huile essentielle dont les constituants principaux sont : le camphre (15 à 25%), le cinéole (15 à 50%), alpha pinène (10 à 25%) et le bornéol, libre et estérifié.

IV.5. L'activité antimicrobienne du HE de *Romarin officinalis* :

IV.5.1. Activité antibactérienne :

L'huile essentielle de *Romarin off* à chémotype cinéole a démontré avec un test de micro diffusion un potentiel inhibiteur et bactéricide sur *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus epidermidis*. Cette activité serait principalement due à la forte

concentration en composés monoterpéniques de l'huile (plus de 60%) et en particulier à la présence de 1,8-cinéole (**Jardak, 2017**).

L'huile essentielle semble être plus active que ses principaux constituants utilisés séparément (**Wang, 2012**).

La majorité des études se concentrent sur l'utilisation de l'huile sentinelles, alors que peu d'études traitent le cas de l'extrait brut. D'après (**Pandey et al., (2017)**) les bactéries à Gram- négative sont moins sensibles aux HE que les bactéries à Gram-positive. La membrane externe des bactéries à Gram-négative contient des lipopolysaccharides hydrophiles (LPS) qui agissent comme une barrière contre les macromolécules et les composés hydrophobes, offrant ainsi une tolérance accrue aux composés antimicrobiens hydrophobes tels que ceux trouvés dans les huiles essentielles.

Badawy et son équipe (2013) ont testé l'efficacité in vitro antibactérienne de dix-huit huiles essentielles extraites des plantes aromatiques sur les deux bactéries phytopathogènes de Gram-négative responsables des dommages considérables *Agrobacterium tumefaciens* et *Erwinia carotovora*. Prouver que l'huile essentielle de *Romarin off* possède une efficacité remarquable.

IV.5.2. Activité antifongique :

L'étude de **Sehari, (2018)** montre que l'effet antifongique des HEs de romarin est bien remarqué sur *Aspergillus Niger* et *Aspergillus Flavus*. L'étude résulte des halos d'inhibition qui dépassent les 35mm avec une concentration de 30µl pour *A. Niger* et une zone d'inhibition de 15,986mm pour *A. Flavus* avec la même concentration de l'huile essentielle.

IV.5.3. Activité antiparasitaire :

L'huile essentielle et la nanoémulsion de *Romarin off* ont démontré une activité antiparasitaire sur *Leishmania major*. Ses compositions permet de réduire significativement le nombre d'amastigotes dans les macrophages par rapport à la solution témoin (**Shokri, 2017**).

IV.6. Toxicité et précaution d'emploi :

L'emploi culinaire de *Romarin off*, sous forme de feuilles ou d'HE (maximum 20 gouttes par jour) ne présente à priori aucune toxicité aiguë ou chronique (**Anton et**

Lobstein, 2005). Les feuilles ont une faible toxicité mais cependant non négligeable. Elles ont une action très tonique presque excitante, empêchant le sommeil. Il est préférable d'éviter l'usage du *Romarin off* de la fin de la journée au coucher (**Escuder, 2007**). L'extrait alcoolique de *Romarin off* et la poudre de la plante ne sont pas toxiques ; les jeunes pousses peuvent être administrées sous forme de lyophilisat à une dose maximale de 22 g/kg. L'HE de *Romarin off* contenant du camphre (et de l'eucalyptol) n'est pas toxique mais peut engendrer des crises d'épilepsie (**Bruneton, 2009**).

L'utilisation traditionnelle du *Romarin off* montre des effets possibles sur le développement de l'embryon ainsi que des épisodes abortifs. C'est pourquoi pendant la grossesse et l'allaitement, il est recommandé par l'Agence européenne du médicament d'éviter de prendre des produits à base de *Romarin off* (hors usage alimentaire). Cette Agence recommande également que l'utilisation des feuilles séchées de *Romarin off* soit réservée aux enfants de plus de 12 ans et celle de son HE aux personnes de plus de 18 ans (**Gigon, 2014**).

Partie 2 :
Partie expérimentale

I. Cadre et objectif d'étude :

Notre travail est déroulé sur une période allant du novembre 2021 jusqu'au mai 2022 aux laboratoires de la Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université de Laarbi Tebessi de Tébessa.

Les objectifs ont été :

1. analyse des rendements des huiles essentielles des plantes suivants : *Romarin off*, *Thymus off*, *Salvia off* ;
2. étude et comparaison de l'activité antimicrobiennes des huiles essentielles, de *Salvia off*, *Thymus algs*, *Romarin. Off* sur des microorganismes pathogène.

II. Matériel et méthodes :

II.1. Matériel biologique :

II.1.1. Les plantes utilisées :

Les parties aériennes de chaque plantes (feuilles) : *Salvia. Off*, *Thymus. algs*, *Romarin. Off* ont été récoltées à partir des régions différentes, les feuilles de *Salvia off* (figure 11) et *Thymus algs* (figure 12) ont été récoltées au mois de Décembre 2021 dans la région de Sétif commune (Ain ouelman) (Figure 13), située à 30 kilomètres au sud-ouest de la ville de Sétif à une altitude de 950 m. Les feuilles de *Romarin off* (figure 14) ont été récoltées au mois de Novembre 2021 dans la région de (Zeitoun) Tébessa (Figure 15), Il est situé approximativement au point géographique entre 35° 23' 36" de latitude Nord et 8° 7' 8" de longitude Est.

Elles ont été nettoyées et séchées à l'abri de la lumière et l'humidité. Les feuillettes ont été récupérés et conservés dans des sacs de papier propres jusqu'au moment d'extraction (hydrodistillation).



Figure 11 : La partie aérienne (les feuilles) de *Salvia Officinalis*.



Figure 12 : La partie aérienne (les feuilles) de *Thymus algeriensis*.



Figure 13 : Carte de la Zone de récolte de *Thymus algs et Salvia off* (Ain ouelmen) (Sétif) (D. MAPS, 2022)



Figure 14 : La partie aérienne (les feuilles) de *Romarin officinal*.



Figure 15 : Carte de la zone de récolte de *Romarin offic.* Zeitoun (Tébessa)
(D. MAPS, 2022)

II.1.2. Les souches utilisées :

Pour déceler l'activité antimicrobiennes des huiles essentielle des plantes choisies *Salvia. Off*, *Thymus.algs*, *romarin. Off* on a impliqué des souches provenant des prélèvements cliniques (tableau 05) :

Tableau 05 : Les prélèvements cliniques.

Type	Nom des souches testées
Gram Négatif (G -)	<i>Yersinia sp</i>
	<i>Escherichia Coli</i>
	<i>Klebsiella sp</i>
	<i>Pseudomonas sp</i>
	<i>Citrobacter sp</i>
	<i>Proteus sp</i>
Gram positif (G +)	<i>Staphylococcus coagulase positive (SCP)</i>
	<i>Staphylococcus coagulase négative (SCN)</i>
Champignons	<i>Candida sp</i>
	M1
	M2
	M3

II.2. Méthode d'extraction des huiles essentielles :

L'hydrodistillation est le procédé suivi pour extraire les huiles essentielles du végétal au moyen d'un dispositif d'extraction de type (*Clevenger*) (Figure. 16). Elle consiste à mettre 100 g du végétal coupé grossièrement dans un ballon en verre avec une quantité d'eau distillée suffisante pour recouvrir la matière végétale. Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon à une température de 100°. Les vapeurs chargées d'huile qui se dégagent passent à travers le serpentin de refroidissement en verre où aura lieu la condensation. L'opération d'extraction dure deux heures à partir du début de l'ébullition. L'huile ainsi obtenue est récupérée.

Enfin, lorsque les huiles essentielles sont volatiles et capable de perdre leur propriété, donc il faut le gardée et conservée dans des flacons opaques bien scellés à une température basse (4 °C). (**Bouchra et al, 2019**).

NB : Chaque extraction a été répétée 3 fois pour les trois plantes *Salvia off*, *Thymus algs*, *romarin. Off*.

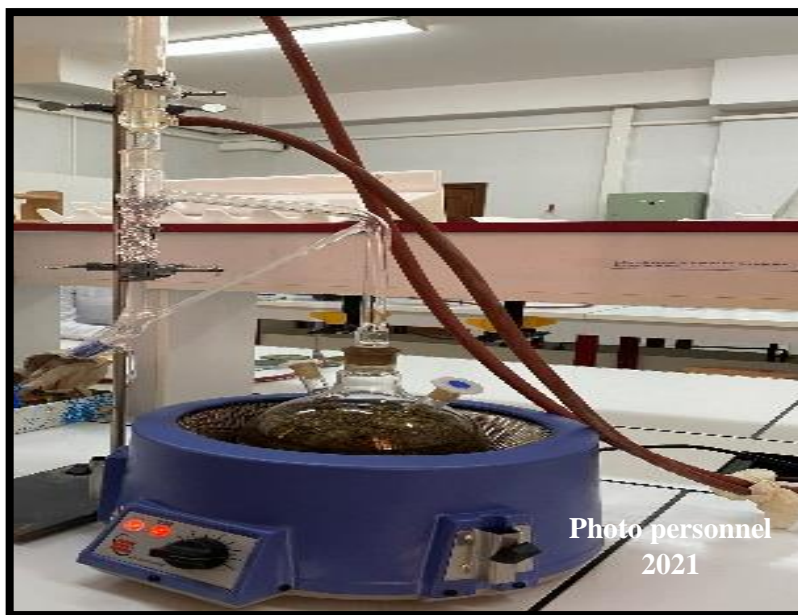


Figure 16 : L'hydro distillateur.

II.2.1. Calcul de rendement :

Le calcul du rendement est défini comme étant le rapport entre la masse de la matière végétale et la masse de l'huile essentielle obtenue (**Belyagoubi, 2006**), selon la formule suivante :

R : Rendement en huile essentielle.

MHE : la Masse d'huile essentielle.

Ms : la Masse de la matière végétale en g.

$$\mathbf{R\ HE = MHE/Ms.100}$$

II.2.2. Activité antimicrobienne des huiles essentielles :

II.2.2.1. Aromatogramme sur milieu solide :

L'évaluation de l'activité antimicrobiennes *in vitro* a été réalisée par la méthode de diffusion des disques sur milieu solide ou aromatogramme. Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des huiles essentielles sur un milieu solide (Gélose Muller- Hinton) à l'intérieure d'une boîte de pétri qui consiste à déposer des disques de papier Wattman (6 mm de diamètre) imprégnés d'HE à la surface d'une gélose préalablement inoculée avec une suspension du microorganisme à étudier pour déterminer la résistance ou la sensibilité vis-à-vis de cette huile essentielle.

Les boîtes sont ensuite incubées pendant une période de temps appropriée et observées pour la croissance microbienne. Si une huile exerce une activité antimicrobienne, le micro-organisme ne se développera pas dans la zone qui entoure le disque du papier filtre, cette zone claire ou « zone d'inhibition » est mesurée ensuite et enregistrée en mm (Ouaar,2018).

II.2.2.2. Préparation de la suspension microbienne :

- A l'aide d'une pipette Pasteur, quelques colonies bien isolées des souches cibles ont été prélevées à partir d'une culture fraîche de 18 à 24 h sur milieu Gélosé nutritif.
- Puis déchargées dans de l'eau physiologique et homogénéisées à l'aide d'un Vortex.
- Cet inoculum sert à ensemercer par écouvillonnage des boîtes de Pétris stériles préalablement coulées par la gélose MH, sur une épaisseur de 4 mm et séchées 30 minutes à température ambiante avant emplois.

II.2.2.3. Application des disques des huiles essentielles :

- Des disques de papier Wattman N°1 de 6 mm de diamètre ont été préparés, Stérilisés puis sont par la suite chargés avec 10 μ l de chaque HE et déposés à la surface des boîtes ensemencées (3 disques par boîtes).
- Les boîtes sont laissées diffusées pendant 2 heures à 4°C, puis incubées à 37°C pendant 18-24h. Trois essais sont réalisés pour chaque test.
- Les diamètres sont mesurés en mm et le résultat étant la moyenne des trois essais « Interprétation Au terme du temps d'incubation, les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés en mm à l'aide d'une règle. (Hussain *et al.*, 2010).

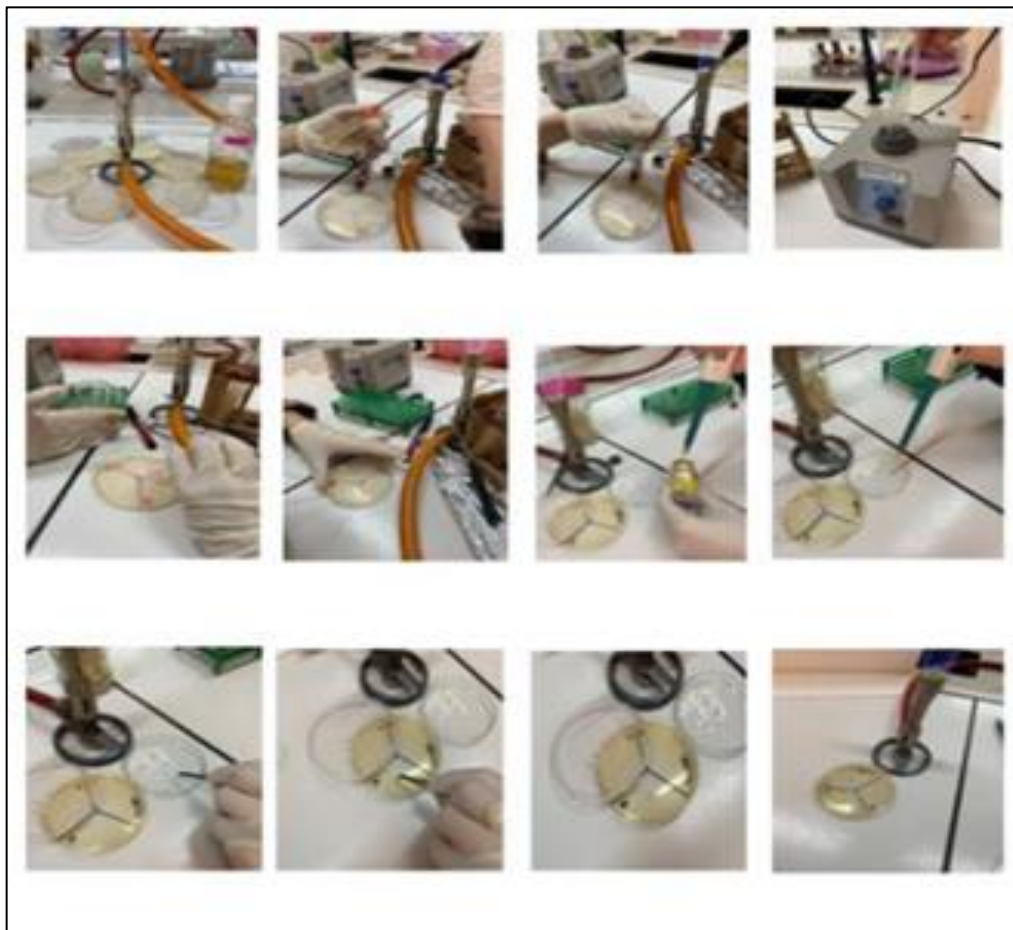


Figure 17 : les étapes d'aromatogramme.

- Selon **Bouguerra *et al.*, (2014)**, les diamètres sont mesurés en mm et le résultat étant la moyenne des trois essais « Interprétation Au terme du temps d'incubation, les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés en mm à l'aide d'une règle.

- Non sensible (-) ou résistante : <8 mm
- Sensible (+) = 8-12 mm
- Très sensible (++) = 12-19mm.
- Extrêmement sensible (+++) >15mm.

II.2.2.4. Analyses statistiques :

La saisie et l'analyse statistique des données ont été réalisées à l'aide du logiciel StatPlus version 6.1.7.0 2016 pour MAC. Ce logiciel permet la détermination des Fréquences des variables qualitatives, la détermination des moyennes et des écarts Types pour les variables quantitatives ; la comparaison des moyennes. Le test Statistique utilisé est l'ANOVA. Les différences ont été considérées comme Significatives lorsque $P < 0.05$.

Conclusion

Conclusion et perspective :

Les résultats de notre étude ont montré que le rendement le plus élevé est constaté dans l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* suivie par l'huile de *Salvia officinalis* et puis l'huile de *Romarin officinalis*.

Cependant, les paramètres organoleptiques des HEs de trois plantes médicinales étudiées ont été conformes avec celui mentionné dans la norme AFNOR (2000).

Pour l'étude de l'activité antimicrobienne des HEs par la méthode de diffusion de disque (aromatogramme), l'HE de *Thymus algériensis* donné un pouvoir antibactérien et antifongique important surtout sur les levures, les bactéries G+, les bactéries G- et les moisissures. Tandis que, les autres huiles essentielles de *Romarin officinalis* et *Salvia officinalis* ont montré un effet plus ou moins importantes sur les souches testées.

Vu l'effet importants des HEs des plantes étudiées in vitro d'autres études approfondies sont recommandées pour marquer leur effet in vivo.

En effet, l'utilisation des huiles essentielles comme agents antimicrobiens présente deux caractéristiques principales : leur origine naturelle qui est un moyen de sécurité ainsi elles n'entraînent ni résistance des germes, ni sélectivité des flores saprophytes et pathogènes, ni altération des systèmes de défense. Dans le milieu hospitalier, nous pouvons proposer l'application des huiles essentielles contre les infections ou bien pour désinfecter : les mains, les chambres des malades, les plaies et les muqueuses, le matériel de soins et les instruments.

Référence bibliographique

A

- Abdelkader, M., Ahcen, B., Rachid, D., & Hakim, H. (2014).** Phytochemical study and biological activity of sage (*Salvia officinalis* L.). *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 8(11), 1231-1235.
- Adaszyńska-Skwirzyńska, M., & Szczerbińska, D. (2017).** Use of essential oils in broiler chicken production—a review. *Annals of Animal Science*, 17(2), 317-335.
- AFNOR. (2000).** Échantillonnage et méthodes d'analyse (Tome 1) - Monographies relatives aux Huiles essentielles (Tome 2).<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014>
- Ahmadyasbchin, S., Mostafapor R, M., & Rajae, S. (2016).** The in vitro inhibitory effects of the rosemary essential oil on some gram positive and negative bacteria. *Journal of ilam university of medical sciences*, 24(2), p 80-89. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=540891>
- Altindal .D, Altindal . A .(2016).** Sage (*Salvia officinalis*) Oils Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, 715-721. : <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00081-X>
- Amal M. El-Feky1 and Wael M. Aboulthana.2016.** Phytochemical and Biochemical Studies of Sage (*Salvia officinalis* L.) *UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences* Vol. 4(5), 56-62. <https://doi.org/10.20510/ukjpb/4/i5/118037>
- Amiour, S. D., Alloui-Lombarkia, O., Bouhdjila, F., Ayachi, A., & Hambaba, L. (2014).** Étude de l'implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. *Phytothérapie*, 12(2), 135-142.
- Andrade L, Joana M. Andrade, Célia F, Catarina, Garcia. (2018).** “Rosmarinus officinalis L. : an update review of its phytochemistry and biological activity”. *Future Science OA*, vol4(4),1-7.
- Anton, R., Lobstein, A. (2005).** *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles Essentielles*. Paris, Lavoisier, 522p. (Technique et Documentation).
- Arantxa L, (2020).** *Guide A L'usage Des Huiles Essentielles Dans L'industrie Cosmétique : Comprendre Les Huiles Essentielles De La Plante Au Flacon, L'évaluation De Leur Sécurité Et Analyse Des Dispositions Règlementaires*. Thèse Pour Le Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie. Université Toulouse Iii Paul Sabatier.252p
- Asghari, G., Gholamali, H., Mahmoudi, Z., Asghari, M. (2014).** Diurnal Variation of Essential of the Oil Components of *Pycnocycla spinosa* Decne. *Ex Boiss. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Product*, 9(1), 35–38.

B

- Bajalana I, R,Rouzbahania, A, Ghasemi , Pirbaloutib,c,F.Maggi.(2017).** Antioxidant and antibacterial activities of the essential oils obtained from

seven Iranian populations of *Rosmarinus officinalis*. *Industrial Crops & Products* 107 , 305–311.

Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M (2008). Review Biological effects of essentielles oils-A review food and chemical toxicology, vol.46(2) ; pp 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>

Baser, K.H.C., Buchbauer, G. (2016). Handbook of essential oils : science, technology, and applications (2 ed.). Boca Raton : CRC Press.

Belaiche P. (1979). Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. L'aromatogramme Tome I, Edition Maloine.

Bellouad, A. (2014). Plante médicinale d'Algérie. Ben Aknune : Edition OPU, 296 p. ISBN 978.9961.0.0304.6

Ben Jabeur M & Hamada W. (2014). Antifungal activity of chemically different essential oils from Wild Tunisian *Thymus* spp., *Natural Product Research : Formerly Natural Product Letters*, p ; 1-7. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.984182>

Ben Khedher.M , S, Ben Khedher, Ikbal Chaieb, Slim Tounsi, and Mohamed Hammami. EXCLI J. (2017). Chemical composition and biological activities of salvia officinalis essential oil from tunisia. *EXCLI Journal*.16:160-173–ISSN1611-2156.<http://dx.doi.org/10.17179/excli2016-832>

Ben kiniour R., Rhouati S., Touil A., Seguin E .and chosson E. (2007). Flavinoïdes from thymus algeriensis. *Chemistry of Natural compounds* .43(3).321.322.

Ben Mansour M, Balti R, Rabaoui L, et al., (2013). Chemical composition, angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil from South Tunisian *Ajuga pseudoiva* Rob. Lamiaceae. *Proc Biochem* 48 :723–29

Bendjabeur S · O Benchabane· C Bensouici · M Hazzit · A Baaliouamer · Arezki B. (2018). Antioxidant and anticholinesterase activity of essential oils and ethanol extracts of *Thymus algeriensis* and *Teucrium polium* from Algeria. *Journal of Food Measurement and Characterization*. P ;1-11.<https://doi.org/10.1007/s11694-018-9845-x>

Ben El Hadj Ali. M Chaouachi , Radhia B , Ikbal C, M Boussaïd , F Harzallah-Skhiri (2015). Chemical composition and antioxidant, antibacterial, allelopathic and insecticidal activities of essential oil of *Thymus algeriensis* Boiss. Et Reut. *Industrial Crops and Products* 77 , 631–639.

Ben Moussa M, A. Belhadi1, I. Douak, A. Kassah Laouar, S. Boudjemaa, Y. HadeF, A. Bouaricha5 (2020). Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* Boiss & Reut.de la région de Batna Algérie. *Pharmacognosie Article original, Revue Aurassienne du Laboratoire. RAL Vol (I) 03.* ISSN :2716-7879.p85-90

Bernard T., Perinau F., Brav O., Delmas M., Gaset A., (1988). Extraction des huiles Essentielles. Chimie et technologie. Information chimie

Berton, L.P. (2007). Chemical Engineering Research Trends. New York : Nova Science Publishers

Bibi, S., Sultana, J., Sultana, H., Malik, R.N. (2014). Ethnobotanic use of medicinal plants in the highlands of Soan Valley, Salt Range, Pakistan, Journal of Ethnopharmacology, 155, 352–361.

Bord, J. (1981). Cartographie de l'utilisation du sol dans l'Est algérien : essai de zonage agricole. Thèse Dr. Univ. Paul Valéry - Montpellier III

Bouchra L, Imane N, Taha E, Abdelhak B, Mustapha T , Mahdi C , Noureddine E.2019. Extraction of Essential Oils of *Rosmarinus officinalis* L. by Two Different Methods : Hydrodistillation and Microwave Assisted Hydrodistillation. The Scientific World Journal. Article ID 3659432, 6 pages. <https://doi.org/10.1155/2019/3659432>

Bouhdid S, Idaomar M, Zhiri A, Baudoux D, Skali N. S (2006). Thymus essential oils : chemical composition and in vitro antioxidant and anti bacterial activities Congrès International de Biochimie. Agadir ; Vol ; 09 ; p 324-327.

Boulade C, (2018). *Lamiaceae* : caractéristiques et intérêts thérapeutiques à l'officine. Thèse d'état de docteur en pharmacie. Université Toulouse. Paul Sabatier, faculté des sciences pharmaceutiques.155p

Boutaoui. N, L, Zaiter., F, Benayache., S, Benayache., S, Carradori., S, Cesa. A M Giusti., C, Campestre., L Menghini, D Innosa and M Locatelli. (2018). Qualitative and Quantitative Phytochemical Analysis of Different Extracts from *Thymus algeriensis* Aerial Parts. Molecules, 23(2), 463; <https://doi.org/10.3390/molecules23020463>

Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 2ième éd. Tec. Et Doc., Lavoisier, Paris, France, 623p

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales., 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.

Bruneton J. (2016). *Pharmacognosie* : 5ème édition. Éditions Lavoisier, 2016. 1487p

Bukvicki. D, A Giweli, D Stojkovic, L Vujisic, V Tesevic, Ms Nikolic, M Sokovic, and Petar D. Marin. (2018). *Short communication* : Cheese supplemented with *Thymus algeriensis* oil, a potential Natural food preservative. American Dairy Science Association. 101 :1–7. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13714>

Buronzo, A. M. (2008). Le Grand Guide des Huiles Essentielles : Santé, Beauté, Bien être. Hachette Pratique

C

Capillini, S. (2012). The Complete Spa Book for Massage Therapists. Cengage Learning.

Carte SETIF géographique format gratuit muettes https://d-maps.com/pays.php?num_pay=3541&lang=fr

Carte TEBESSA géographique format gratuit muettes https://d-maps.com/pays.php?num_pay=3585&lang=fr

Casanova J , F Tomi. (2018). Spécificité de l'huile essentielle de romarin spontané (*Rosmarinus officinalis* L.) de Corse et de Sardaigne. ISTE Ltd. London, UK – opencience.fr. p; 1-17.

Charlene sc. Garcia C. Menti A Paula F, Lambert T, B sidnei moura, C calloni cátia s. Branco M, Salvador M, Roesch-ely J, A.P. Henriques. (2016). Pharmacological perspectives from brazilian *Salvia officinalis* (lamiaceae) : antioxidant, and antitumor in mammalian cells. *Biological sciences • an. Acad. bras. Ciênc.* 88 (1)

<https://doi.org/10.1590/00013765201520150344>

Chemat, F., Cravotto, G. (2013). Microwave-Assisted Extraction for Bioactive Compounds, Theory and Practice. New York : Springer

Chaudhry R.P, Kumar A, Garg A.N (2006). Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic element and its antioxidant behaviour *Journal of pharmaceutical and Biomedical Analysis* ; Vol.41 ; pp 825-832.2006

Couic-Marinier F., Lobstein A. (2013). Composition chimique des huiles essentielles. *Actual pharm* ; 52 (525) : 22-25.

Conde-Hernández, M. L. Luna-Guevara J. J. Luna-Guevara ,1 J. Pérez-Vázquez,1 and R. J. Aranda-García (2021) Mexican Sage (*Salvia officinalis*) Extraction Using Factorial Design and Its Effect on Chemical and Antibacterial Properties. Volume 2021. P 1-8. |Article ID 5594278 :| <https://doi.org/10.1155/2021/5594278>

Cronquist, A. (1968). The evolution and classification of flowering plants. London : Ed Nelson, 396 p. ISBN : 9780395053461.

D

Daferera DJ, Ziogas BN, Polissiou MG (2000) GC–MS Analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungi toxicity on *Penicillium digitatum*. *J Agri Food Chem* 48 :2576–81

Damian, P., Damian, K. (1995). Aromatherapy Scent and Psyche. Canada : Healing Arts Press, Rochester.

Dang, H.N.P., Quirino.J.P. (2021). Analytical Separation of Carcinogenic and Genotoxic Alkenylbenzenes in Foods and Related Product (2010-2020). *Toxins (Basel)*.13(6) :387. Doi : 10.3390/toxins13060387.

Debuigne D et Couplan F, (2013). *Le petit Larousse des plantes qui guérissent.* Éditions Larousse, 2013. 1029p

Deschepper D. (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse de docteur en pharmacie ; faculté de pharmacie aix marseille .172p.

Dris, R., Jain, S.M. (2004). Production practice and quality assessment of food crop. Quality handling and evaluation, Vol. 3. London : Kluwer Academic Publication.

Dimitrijevic S.I, Mihajlovski K.R, Antonovic DG, Milanovicstevanovic M.R, Mijin D.Z (2007). A study of the synergistic antilisterial of a sub – lethal dose of lactic Acid and essential oils from thymus vulgaris L., Rosmarinus officinalis L.and Origanum vulgare L – Food chemistry ;Vol.104 ;pp 774-782.

Dob, T., Dahmane, D., Benabdelkader, T., & Chelghoum, C. (2006). Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of Thymus algeriensis Boiss et Reut. The International Journal of Aromatherapy, 16(2), 95-100.

Doukkali L, Tahiri A, Tazi B et Guenoun F, (2018). Chemical Composition and Antibacterial Activity of two Essential Oils of rosemary Against Erwinia amylovora the causal agent fire blight. Journal of Materials and Environmental Sciences. Vol 5, n°10. P 2913-2918

E

ElAbed D et Kambouche N. (2003), Les huiles essentielles , Edition Dar Elgharb.

El-Domiaty M.M., El-hafae A.M., and Abdel-aalm.M.(1997). Alexandria Journal of pharmaceutical Sciences , 11, 13.

El-Ouariachi E., Hamdania I., Bouyanzera A., Hammoutia B., Majdid L., Costac J., Paolinic J., Chetouani A.(2014). Chemical composition, antioxydant activity of essential oil of thymus algeriensis and thymus broussonetti.from Morroco.Asian Pacific Journal of Tropical Disease , 4(4) : 281-286.

El Ouahdani, K ; Es-safi, I ; Mechchate, H.; Al-zahrani, M.; Qurtam, A.A.; Aleissa, M.; Bari, A.; Bousta, D.(2021). *Thymus algeriensis* and *Artemisia herba-alba* Essential Oils: Chemical Analysis, Antioxidant Potential and In Vivo Anti-Inflammatory, Analgesic Activities, and Acute Toxicity. *Molecules*, V26, 6780. <https://doi.org/10.3390/>

Escuder O.2007. Plantes médicinales mode d'emploi. Paris : Ulmer, 255p.

Essawi T, Srour M (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. J Ethnopharmacol 70(3):343-9

F

FELLAH S, ROMDHANE M, ABDERRABA A (2006). Extraction et etude des huiles essentielles la salvia officinalis . L Journal de la Société Algérienne de la Chimie. ; Vol.16 ; N°2 ;pp 193-202.

Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G., Scheffer, J.J.C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants : volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 23, 213–226.

Flamini, G. (2003). Acaricides of natural origin, personal experiences and review of literature (1990–2001). *Studies in Natural Products Chemistry*, 28, 381–451.

Fruleux L. (2009). L3 environnementaliste Monographie *Salvia officinalis*

G

Georges Sens-Olive, (1979) « Les huiles essentielles – généralités et définitions », dans *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie*, éd. Maloine.

Gherairia N, Boukerche S, Chouikh, S Khoudir, A Chefrou. (2020). antibacterial activity of essential oils from two species of genus thymus growing in different sites of north eastern algerian. *analele universității din oradea, fascicula biologie original .Paper Tom. Xxvi, issue : 2, pp. 100-104*

Gherman C, Culea M, Cozar O (2005). Comparative analysis of some active principles of herb plants by GC/MS. 53 :253-62

Ghorbani, M. Esmailzadeh, et al., (2017). Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components, *Journal of Traditional and Complementary Medicine*.33 , p 1-8.

Gigon F.2014. 50 plantes efficaces pour vous soigner. Paris : Editions de l'Opportun, 380p

Giordani R, Hadeff Y, Kaloustian J. (2008). Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*.79 [3]:199-203.

Giweli .A.A.,D'zamic .A.M. , Sokovic .M.D., Ristic .M.S., Marin P.D.(2013).Chemical composition , antioxydant and antimicrobial activities of essential oil of thymus algeriensis wild-growing in libya.*Central European Journal of Botany*,504-511.

Goetz P et Ghedira K, (2012). *Phytothérapie anti-infectieuse*. Ed Springer Verlag France, Paris. p 342-345.

Gonzalez-Trujano, M.E., Pena, E.I., Martinez, A.L., Moreno, J., Gould, F. (2003). *Aromatherapy for holistic therapists*, London : Nelson Thornes.

Guevara-Fefer, P., Deciga-Campos, M., Lopez-Munoz,F.J. (2007).Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. *J Ethnopharmacol*. 111: 476-482.

H

Havkin-Frenkel, D., Dudai, N. (2016). *Biotechnology in Flavor Production* (2 ed.). UK : Wiley Blackwell.

Hazzit M., Baaliouamer A., Veríssimo A. R., ML Faleiro, Miguel M. G. (2009). Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. Food chemistry, 116 (3), 714-721.

Hendel N, Napoli E, Sarri M, Saija A, Cristani M, Nostro A, Ginestra G et Ruberto G, (2019). Essential Oil from Aerial Parts of Wild Algerian Rosemary : Screening of Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities. Journal of Essential Oil Bearing Plants. Vol 22, n°1. p 1- 17. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1590246>

Hilan C, Sfeir R, Jawich D et Aitour S (2006). Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des *lamiaceae*. Libanaise Science Journal ; vol 67 ; pp43-51

Hoefler C, (1994). Contribution à l'étude pharmacologique des extraits de *Rosmarinus officinalis* L., et notamment des jeunes pousses : activités cholérétiques, anti-hépatotoxiques, anti-inflammatoires et diurétiques. Thèse de doctorat en pharmacognosie. Univ de METZ. P 9-18.

Hussain Al., Anwar F., Chatha SAS., Jabar A., Mahboob S., Nigam PS.(2010) *Rosmarinus officinalis* essential oil : antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities . Brazilian J Microbiol ;41 :1070-08.

J

Jayar .A, El Abed N., A Jouini, O Mohammed S Abdul-Wahab, A Maaroufi, S Ben Hadj. (2017). Antibacterial activity of *Thymus capitatus* and *Thymus algeriensis* essential oils against four food-borne pathogens inoculated in minced beef meat. Journal of food safety. 9,p 1-8.<https://doi.org/10.1111/jfs.12409>

Jardak, M, J Ellouni-Mseddi, S Aifa et S Mnif, (2017). Chemical composition, anti-biofilm activity and potential cytotoxic effect on cancer cells of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil from Tunisia". *Lipids in Health and Disease*, vol. 16.14-23

Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., Brulé, G. (2016). Handbook of Food Science and Technology 3 : Food Biochemistry and Technology, Vol. 3.

Jones, M. (2011). The Complete Guide to Creating Oils, Soaps, Creams, and Herbal Gels for your Mind and Body. Atlantic Publishing Company.

K

Karousou R, Koureas DN, Kokkini S. (2005). Essential oil composition is related to the natural habitats : *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Phytochemistry*.66 [22] :2668-73

Khiya, Z., Hayani, M., Gamar, A., Kharchouf, S., Amine, S., Berrekhis, F., ... & El Hilali, F. (2019). Valorization of the *Salvia officinalis* L. of the Morocco bioactive extracts: Phytochemistry, antioxidant activity and corrosion inhibition. *Journal of King Saud University-Science*, 31(3), 322-335

L

Labiad, M, Belmaghraoui, W, Ghanimi, C, El-Guezzane, N, Chahboun, H, Harhar, C, Egea-Gilabert, A, Zarrouk, M, Tabyaoui .(2022). Biological properties and chemical profiling of essential oils of *Thymus (vulgaris, algeriensis and broussonettii)* grown in Morocco Chemical Data Collections p ; 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.cdc.2021.100797>

Laallam H, Boughediri L, Bissati S, Menasria T, et al. (2015). Modeling the synergistic antibacterial effects of honey characteristics of different botanical origins from the Sahara Desert of Algeria. *Front Microbiol* 6 :1239

Lee S.J, Umamo K, Shibamoto T, Lee K.G .(2007). Identification of volatile components in basil (*ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties -*Food Chemistry* ; Vol.91 ; pp131-137

Li, Y., Fabiano-Tixier, A.S., Chemat, F. (2014). Essential oils as reagents in green chemistry. Cham : Springer International Publishing.

Lichtfouse, E. (2016). Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms. Springer Dordrecht Heidelberg London New York

Lucchesi, M.E. (2005). Extraction sans solvant assistée par microondes : Conception et application à l'extraction des huiles essentielles ». Thèse de Doctorat en sciences (option : Chimie), Faculté des Sciences et Technologies, Université de la Réunion.

Luna-Guevara. J.J, M. M. P. Arenas-Hernandez, C. Martínez de la Peña, J. L. Silva, and M. L. Luna-Guevara, (2019) . Role of Pathogenic *E. Coli* in fresh vegetables: behavior, contamination factors, and preventive measures," *International Journal of Microbiology*, vol. 2019, pp. 1–10, Article ID 2894328

M

Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR presses polytechniques.

Mareshah, A. S, Schroeder. L, Goelz. A, Sulser. Tiffany, S. R, Keely. Puchalski and Jeffrey Langland. (2021). Antimicrobial activity of the volatile substances from essential oils. *Complementary Medicine and Therapies*. 21 :124. P ; 1-14.
<https://doi.org/10.1186/s12906-021-03285-3>

Marzouk Z, Neffati A, Marzouk B, Chraief I, Khemiss F, Chekir Ghedira L, Boukef K (2006). Chemical composition and antibacterial and antimutagenic activity of tunisian *Rosmarinus officinalis* L. oil from Kasrine . *Journal of Food Agriculture and Environment* ; Vol.4 ; N°3-4 ; p 61-65

Megdiche-ksouri et al. (2015). Potential use of wild *Thymus algeriensis* and *Thymus capitatus* as source of antioxidant and antimicrobial agents *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 23(4), 1046-1056

Miller R.E, Conville M.J, Woodrow I.E (2006). Glycosides from the rare Australian endemic rainforest *Clerodendrum grayi* (Lamiaceae). *Phytochemistry* ; vol67, pp43-51.

Milpied, H. (2009). *Progres en dermato-allergologie* : Bordeaux. John Libbey Eurotext.

Messaoudi. M, Mr.Benreguieg., M.Merah and Z.Messaoudi. (2019.) Antibacterial effects of *Thymus algeriensis* extracts on some pathogenic bacteria. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 41, e48548, DOI :

<https://doi.org/10.4025/actasciobiols.v41i1.48548>

Mohsen H., Rafie H., Soheila H., Mina S. (2014). Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 4(2) : 82-88.

Morales.R. (2002). The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the Thymus. Ed. Taylor & Francis, London. Évolutive des composés secondaires.Thèse de doctorat-Ecole nationale supérieure d'Agronomie de Montpellier.* pp. 1-43.

Mouas Y, BENREBIHA F Z, Chaouia C. (2017). Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *rosmarinus officinalis* L. *revue agrobiologia.* 7(1) : 363-370

Mustapha E, M Ghanmi , Badr S , Fatiha A ,M Rahouti , Abderrahman A , M Rachid Ismaili & A Farah (2013). Composition chimique et activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth contre les champignons de pourriture du bois, *Acta Botanica Gallica*, 157 :2, 285-294, DOI : <http://dx.doi.org/10.1080/12538078.2010.10516206>

N

Naghibi F, Mohammadi M.S et Ghorbani A. (2005). Labiatae family in medicine in Iran : from Ethnobotany to pharmacology-Iranian *Journal of Pharmaceutical research* ; Vol.2 ; pp63-79

Nait A.K (2012). Etude de la composition chimique des essences de quatre espèces d'eucalyptus poussant dans la région de tiziouzou. Thèse de magistère en chimie appliquée, université Mouloud mameri; pp:13

Najjaa, H., Ben Arfa, A., Máthé, A., Neffati, M. (2017). Aromatic and Medicinal plants of Tunisian Arid and desertic zone used in Traditional Medicine for Drug Discovery and biotechnological applications. In : *Medicinal and Aromatic Plants of the World-Africa Vol. 3.* Dordrecht : Springer. Pp. 157–230.

Neffati, M., Najjaa, H., Mathe, A. (2017). Medicinal and aromatic plants of the WorldAfrica, Vol. 3. Dordrecht : Springer.

O

Ouaar D, Megherbi-Benali A, Lotte S, Gérard J et Toumi-Benali F, 2018. Activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite de la sciure de bois de *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*. CNRS. P 275.

Ouakouak, H., Benarfa, A., Messaoudi, M., Begaa, S., Sawicka, B., Benchikha, N., SimalGandara, J. (2021). Biological Properties of Essential Oils from *Thymus algeriensis* Boiss. *Plants*, 10, 786. <https://doi.org/10.3390/plants10040786>

P

Pandey A-K, Kumar P, Singh P, Tripathi N-N et Bajpai V-K, 2017. Essential oils: Sources of antimicrobials and food preservatives. *Frontiers in microbiology*. Vol 7. P 2161

Pibiri M. C.2006. Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation Au moyen d'huiles essentielles. Thèse Doctorat 2006, EPFL Lausanne, p.161.

Pitman, V. (2004). Aromatherapy: A Practical Approach. Nelson Thornes.

Preedy, V.R. (2009). Beer in health and disease prevention. London : Academic Press.

Q

Quzel P, Santa S. (1963). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertique meridionales.", tome 2, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Paris 7 France), 1170 p, 804-807.

R

Radulescu V, Chiliment S, Oprea E. (2004). Capillary gas chromatography–mass spectrometry of volatile and semi-volatile compound of *Salvia officinalis*. *J Chrom A* .1027 :121–26

Ricard, M.H. (2013). Se soigner avec les huiles essentielles. E.D.M Edition.

Ristic,D , Brikic,N.T. and Zalfija .(1999).Salvia officinalis I , Bric D (ed) institute for medicinal plants JosifPanacic and Art GrafikBelgrad , p 151-167.

Rivera Calo J, Crandall PG, O'Bryan CA, et al. (2015). Essential oils as antimicrobials in food systems-a review. *Food Control*. 54 :111–119.

S

Salamon I, M Kryvtsova, D Bucko, Amer H. Tarawneh. (2019). Chemical characterization and antimicrobial activity of some essential oils after their industrial large-scale distillation. *j microbiol biotech food sci* : 8 (4) 984-988. doi: 10.15414/jmbfs.2019.8.4.984-988

Salgueiro LR, Vila R, Tomi F, Figueiredo AC, Barroso J, Cañigüeral S, et al. (1997). Variability of essential oils of *Thymus caespitosus* from Portugal. *Phytochemistry*.45 [2] :307-11.

Sehari N-H, (2018). Etude de l'effet de l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis* et de la *Mentha pulegium* dans la lutte biologique contre les parasites des denrées stockées. Thèse de Doctorat en Biodiversité Végétale. Univ de Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes. p 71-72

Sharma, A, Sasireka R, A Srivastava, Satyawati S and Bishwajit K. (2016). Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* 1322, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil, *J. Biosci. Bioeng.* P ;1-7.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2016.09.011>

Senatore F. (1996). Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a thyme [*Thymus pulegioides* L.] growing wild in Campania [Southern Italy]. *Journal of agricultural and food chemistry*.44 [5] :1327-32.

Shokri, A, Majid S, Mahdi Fr, et al., (2017). “Antileishmanial Activity of *Lavandula angustifolia* and *Rosmarinus Officinalis* Essential Oils and Nanoemulsions on *Leishmania major* (MRHO/IR/75/ER)”. *Iranian Journal of Parasitology*, vol. 12, n°4, pp 622-631.

Shu C-K, Lawrence BM. (1997). Reasons for the variation in composition of some commercial essential oils. ACS Publications. 19.

Sobeh, M., Rezq, S., Cheurfa, M., Abdelfattah, M. A., Rashied, R. M., El-Shazly, A. M., ...& Mahmoud, M. F. (2020). *Thymus algeriensis* and *Thymus fontanesii*: Chemical Composition, In Vivo Antiinflammatory, Pain Killing and Antipyretic Activities: A Comprehensive Comparison. *Biomolecules*, 10(4), 599. : <https://www.mdpi.com/2218-273X/10/4/599>

Stojiljkovic J, M Trajchev, D Nakov, M Petrovska. (2018). Antibacterial activities of rosemary essential oils and their components against pathogenic bacteria. *Advances in Cytology & Pathology*. V 3(4). P ; 93–96. DOI : <https://doi.org/10.15406/acp.2018.03.00060>

T

Tanhaeian A, M Sekhavati and M Moghaddam. (2020). Antimicrobial activity of some plant essential oils and an antimicrobial-peptide against some clinically isolated pathogens. *Chem. Biol. Technol. Agric.* p 7 :13 <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00181-9>

U

Umar Y, Abdulrahman K, Jamal A, Musa M. (2020). Antibacterial Properties of Rosemary (*Rosmarinus Officinalis*). South Asian Research Journal of Pharmaceutical Sciences. Volume-2, Issue-1. P : 1-4. DOI : <http://dx.doi.org/10.36346/sarjps.2020.v02i01.002>

V

Valková, V., Dúranová, H., Galovičová, L., Vukovic, N.L., Vukic, M., Kačániová, M. (2021). In Vitro Antimicrobial Activity of Lavender, Mint, and Rosemary Essential Oils and the Effect of Their Vapours on Growth of *Penicillium* spp. in a Bread Model System. *Molécules*, 26, 3859. <https://doi.org/10.3390/molecules26133859>

Vasconcelos Silva, M.G., Craveiro, A.A., Abreu Matos, F.J., Machado, M.I.L., Alencar, J.W. (1999). Chemical variation during daytime of constituents of the essential oil of *Ocimum gratissimum* leaves. *Fitoterapia*, 70, 32–34

W

Wang, N. Li, Y. Zu et T. Efferth, (2012). “Antibacterial activity and anticancer activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to that of its main components”. *Molecules*, vol. 17, n°3, pp 2704-2713. Mars 2012.

Walker, J.B, Kenneth , J ,and Wink, M.(2004). *Salvia lamiaceae* is note monophyletic : Implication for the systmatic , radiation , and ecological pecialization of *Salvia* and trieb *Menthae* .*American journal of Botany*, 91(7) ,p 1115-1125. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.7.1115>

Wichtl M, Anton R (2003). *Plantes thérapeutiques.* (Tec &Doc ed.). Lavoisier. Paris, pp 539–40

Wilson, R. (2002). *Aromatherapy : Essential Oils for Vibrant Health and Beauty,* New York : Avery.

Worwood, V.A. (2001). *Aromatherapy for the beauty therapist* (1 ed.). Cengage Learning.

Z

Zayyad N, Abdellah F et J Bahhou. (2014). Analyse chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des trois espèces de *Thymus* : *Thymus zygis*, *T. algeriensis* et *T. bleicherianus*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 83, p. 118 – 132.*

Zerrouki K. (2017). L’effet antioxydant de quelques plantes médicinales sur la neurotoxicité et les maladies neurodégénératives dues aux métaux lourds (Aluminium et plomb): (Etude expérimentales chez les souris). Thèse de doctorat : Biochimie. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn – Badis .196p.

Zouari N, Fakhfakh N, Zouari S, et al. (2011). Chemical composition, angiotensin I-converting enzyme inhibitory, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Tunisian *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut (Lamiaceae). *Food Bioprod Process* 89 :257–65.

Annexes

Annexes :

Appareillage et verrerie :

Grands matériels :

- Agitateur (vortex).
- Autoclave.
- Bain marie.
- Balance.
- Etuve.
- Plaque chauffante.
- Réfrigérateur.

Petits matériels :

- Anse de platine.
- Barreaux magnétique.
- Bec bunsen.
- Boîtes de Pétri.
- Portoirs.
- Micropipette.
- Papier wattman n°1.
- Pipettes Pasteur.
- Spatule.

Les verreries :

- béchers gradués.
- éprouvettes graduées.
- tubes à essai stériles.

- les flacons.
- les fioles erlenmeyers.

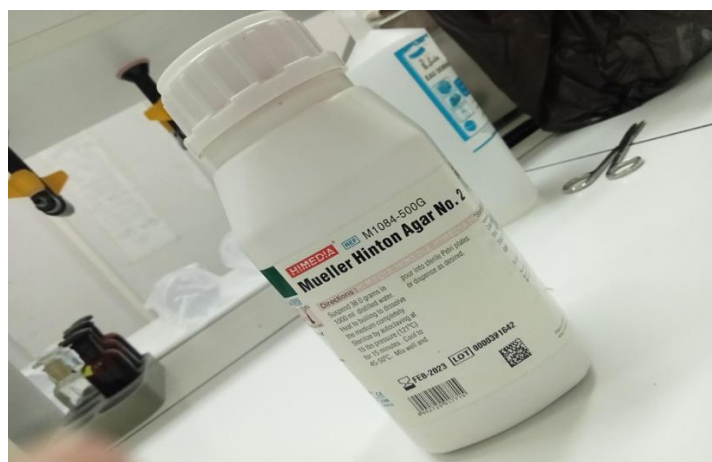
Milieux utilisés :

- Gélose nutritive.
- Gélose Muller- Hinton.
- Gélose Sabouraud.

I. Préparation du milieu de culture

I.1. Muller Hinton (MH) : C'est le milieu de culture utilisé pour étudier l'activité antibactérienne parce que c'est le milieu le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens Ce milieu peu est préparé selon la méthode suivante : on pèse avec précision une quantité de poudre déshydratée du MH équivalente 38 g dans un bicher en y ajoutant 1000 ml d'eau distillée. Le mélange de la poudre-eau distillée est chauffé sur plaque chauffante avec agitation à l'aide d'un barreau magnétique pendant 30 min, afin d'assurer une bonne dissolution des cristaux. Le milieu MH est ensuite réparti dans des flacons stériles avant d'être autoclave pendant 20 min à 120°C.

- Infusion de viande de bœuf :.....300,0 ml
- Peptone de caséine :.....17,5 g
- Amidon de maïs :.....1,5 g
- Agar :.....17,0 g
- pH.....7,4





I.2. Gélose nutritive (GN) :

Une gélose nutritive est un milieu gélosé qui permettra culture de micro-organismes en microbiologie.

- Ce milieu est dit non sélectif car il ne permet pas de sélectionner une souche bactérienne précise.
- Ce milieu permet donc à toutes souches bactériennes
- De pouvoir pousser, à condition qu'elles soient non
- Exigeantes, c'est-à-dire que les souches peuvent pousser
- Sur un milieu minimum, qui n'apporte que les éléments
- Essentiels à leur développement.

Extrait de viande1g/l.

Extrait de levure..... 2,5g/l

Peptone5g/l.

Chlorure de sodium.....5g/l

Agar.....5g/l

pH.....7

Préparation :

On pèse avec précision une quantité de poudre déshydratée du GN équivalente 28 g dans un récipient en y ajoutant 1000 ml d'eau distillée. Le mélange de la poudre-eau distillée est chauffé sur plaque chauffante avec agitation à l'aide d'un barreau magnétique pendant 30 min, afin d'assurer une bonne dissolution des cristaux. Le milieu GN est ensuite réparti dans des flacons stériles avant d'être autoclave pendant 20 min à 120°C.

I.3. SABOURAUD :

La gélose de Sabouraud constitue un milieu classique pour la culture, l'isolement et l'identification des levures et des moisissures saprophytes ou pathogènes.

Elle est recommandée essentiellement pour l'isolement des moisissures dans les prélèvements peu chargés en bactéries, les contrôles de stérilité des produits pharmaceutiques, cosmétiques ou alimentaires, la culture des moisissures en vue de réaliser leur identification.

Dans le cas de prélèvements fortement contaminés, il est préférable d'utiliser la gélose Sabouraud + chloramphénicol. Ce milieu peu est préparé selon la méthode suivante: on pèse avec précision une quantité de poudre déshydratée équivalente 30g dans un récipient en y ajoutant 1000 ml d'eau distillée. Le mélange de la poudre-eau distillée est chauffé sur plaque chauffante avec agitation à l'aide d'un barreau magnétique pendant 30 min, afin d'assurer une bonne dissolution des cristaux. Le milieu MH est ensuite réparti dans des flacons stériles avant d'être autoclave pendant 20 min à 120°C.