



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

Université de ECHAHID CHIKH LAARBI TÉBESSI –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : biologie appliquée

Mémoire : de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Science de la nature et vie

Filière : Sciences biologiques

Option : microbiologie appliquée

Thème :



**Evaluation du potentiel antimicrobien des extraits
bioactifs de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens***

Présenté par:

M^{lle}DERBAL Kaouther M^{lle}ABIDI Bouthaina M^{lle}GHRIEB Aya

Devant le jury:

Dr.BOUKOUCHA Mourad	MCA	Université de Tébessa	Président
Dr.BENHADJ Mabrouka	MCA	Université de Tébessa	Rapporteuse
Dr.TOUMI Nassima	MCA	Université de Tébessa	Examinatrice

Date de soutenance : 05/06/2023

Note :

Mention :



Remerciements

Avant toute chose on remercie Dieu tout puissant pour nous avoir donné la force et la patience de continuité, et nous a donné la volonté pour réaliser ce travail de recherche.

Nous exprimons notre sincère gratitude et remerciement à nos familles et plus précisément nos parents et nos frères et sœurs pour leur soutien financier, moral et psychologique, mais particulièrement pour l'amour qu'ils nous portent le long de nos études.

On voudrait adresser nos profonds remerciements à notre encadreur de mémoire Mme Benhadj Mabrouka pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions, merci de nous avoir laissé libre dans nos choix, merci pour votre soutien, et la confiance que nous vous avons accordée.


On remercie d'une façon toute particulière notre demoiselle Matrouh Roumaïssa pour son soutien, sa gentillesse, et son aide dans notre modeste travail.

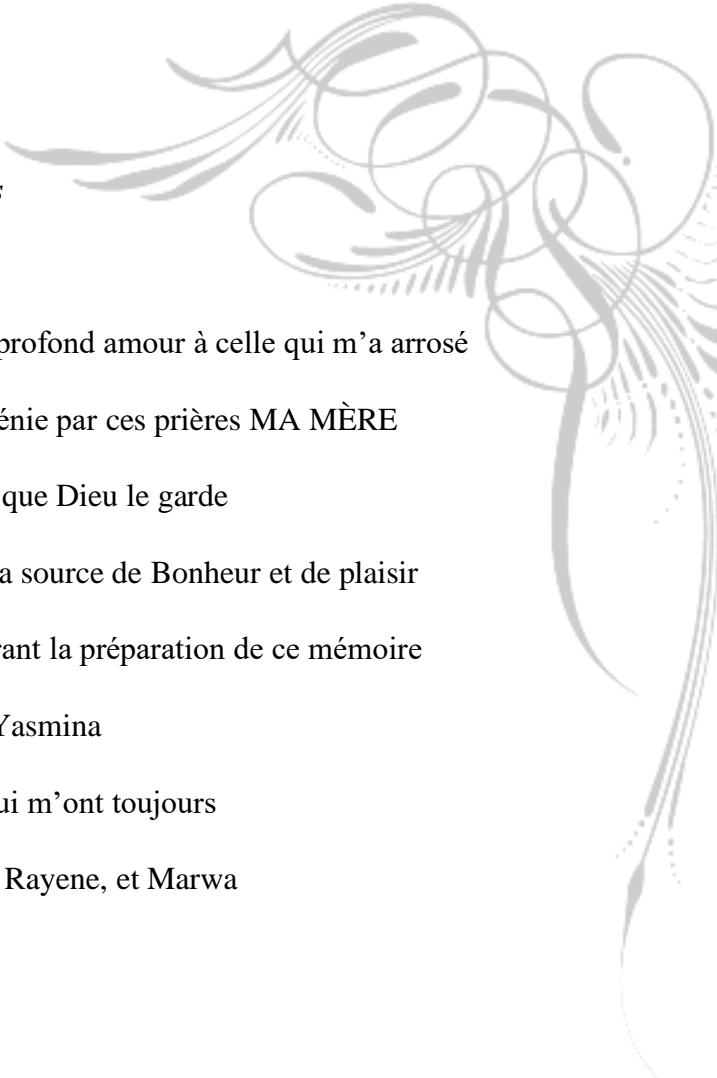
On adresse également nos reconnaissances à tous les membres de jury, qui nous ont fait l'honneur de juger ce travail et de participer au jury de ce mémoire.

On adresse nos sincères remerciements à toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant les recherches.

On veut aussi remercier tous nos enseignants durant les deux années qui ont constitué un apport considérable pour qu'en atteigne ce jour.

Avec tous les estimes et profonds respects.





Dédicaces

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour à celle qui m'a arrosé

D'espairs à la source d'amour qui m'a bénie par ces prières MA MÈRE

A mon très CHER PERE, que Dieu le garde

A mes chers frères Mohamed et Nacer, ma source de Bonheur et de plaisir

A mes supporters qui m'ont encouragé durant la préparation de ce mémoire

Mouna, Lilya et Yasmina

A mes amies de Collège qui m'ont toujours

Aidés Kaouther, Bouthaina, Rayene, et Marwa

Aya





Dédicaces

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour

À l'esprit de mon cher père, qui était mon idole, la raison de mon succès et mon grand support dans ma vie.


À Celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs, à mon soutien, à la source de l'amour,
ma mère

À mes chères frères et sœurs

A toutes les personnes de ma grande famille

A tous mes amis,

Et à l'ensemble des étudiants de la promotion de microbiologie appliquée 2022-2023



Bouthaina

Dédicaces

Mes dédicaces adressent d'abord à Dieu, créateur de toutes choses, pour son souffle divin et ses bienfaits qui me donnent d'espoir de vie, ce mémoire est le fruit des Efforts fournis et des sacrifices consentis par plusieurs personnes que je ne pourrai oublier

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à ma très chère mère

Wanasa, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi pour sa soutien, surtout pour l'amour et ses sacrifices afin que rien n'entrave le déroulement de mes études, la personne la plus proche à mon cœur

A ma petite famille qui me donne la chaleur familiale et le désir et la volonté, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour

A mon frère Bilel charef et Mohamed Nabba pour leur encouragements et ses efforts qui m'aide et j'impulse ce modeste travail A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès Et mes chères collègues Et tout qui m'aide et impulsé ce modeste travail A tous ceux que j'aime

En fin, je dédie mon binôme, GHRIEB Aya et ABIDI Bouthaina, qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

Kaouther

Résumé

Depuis longtemps, Les plantes présentent un rôle très important pour l'humanité, car elles peuvent synthétiser des nombreuses molécules organiques complexes dotées souvent d'activités biologiques potentielles. Dans ce contexte, nous avons conduit cette étude qui avait pour objectif d'investiguer les effets antibactériens et antifongique des extraits bioactifs de *Thymus vulgaris*, *Ruta graveolens*.

En premier lieu, l'extraction de l'HEs a été réalisée par l'hydrodistillateur de type Clevenger, l'activité antibactérienne a été réalisé par la méthode de diffusion en milieu gélosé MH sur plusieurs souches Bactériennes : *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *klebsiella pneumoniae*, *enterobacter*, *Proteus Vulgaris*.... . Et l'activité antifongique a été réalisé aussi par la méthode de diffusion mais En milieu gélosé Sabouraud sur trois levures (*Candida spY8*, *Candida sp Y11*, *Candida sp Y1*).

Les rendements des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Ruta graveolens*, sont 2.15%, 1.20% respectivement, les résultats obtenus montrent que toutes les HEs testées ont un pouvoir antibactérienne et antifongique sur la plupart des souches, don't la meilleure activité a été marquée par l'HEs de *Thymus vulgaris*.

En deuxième lieu, l'extraction des extraits par solvants a été réalisé par l'appareil de Rota vapor en utilisant trois solvants différents : éthanol, méthanol et butanol.

Au bout de cette étude, nous retiendrons que les extraits bioactifs de nos plantes (que ce soit HEs ou extrait par solvants), exercent un fort effet antibactérien et antifongique sur les souches étudiées et pourrait par conséquent être utilisé dans le traitement des maladies infectieuse.

Mots clés: Extraits bioactifs, *Thymus vulgaris*, *Ruta graveolens*, Activité antibactérienne, Activité antifongique, Huile essentielle,

Abstract

Plants have long presented a very important role for humanity, as they can synthesize a large number of complex organic molecules often endowed with potential biological activities. In this context, we conducted this study which aimed to investigate the antibacterial and antifungal effects of bioactive extracts of *Thymus vulgaris*, *Ruta graveolens*.

Firstly, the extraction of EO was carried out by the Clevenger type hydrodistiller, the antibacterial activity was carried out by the method of diffusion in gelled medium MH on different Bacterial strains: *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *klebsiella pneumoniae*, *enterobacter*, *Proteus Vulgaris*.... .And the antifungal activity was also carried out by the diffusion method but in Sabouraud geled medium on three yeasts (*Candida spY8*, *Candida spY11*, and *Candida sp Y1*).

The yields of essential oils of *Thymus vulgaris*, *Ruta graveolens*, are 2.15%, 1.20% respectively; the results showed that all the Eos tested have antibacterial and antifungal activity on most strains, the best activity of which was marked by EO from *Thymus vulgaris*.

Secondly, the extraction of the extracts by solvents was carried out by the Rota vapor apparatus using 3 different solvents: ethanol, methanol and butanol.

At the end of this study, we will retain that both of essential oils and extracts by solvents of our plants applied a strong antibacterial and antifungal effect on the strains studied and could therefore be used in the treatment of infectious diseases.

Keywords: bioactive extracts *Thymus vulgaris*, *Ruta graveolens*, Antibacterial activity, Antifungal activity, Essential oil.

ملخص

لطالما قدمت النباتات دورًا مهمًا جدًا للبشرية ، حيث يمكنها تركيب عدد كبير من الجزيئات العضوية المعقدة غالبًا ما تتمتع بأنشطة بيولوجية محتملة. في هذا السياق ، أجرينا هذه الدراسة التي هدفت إلى التحقق من التأثيرات المضادة للبكتيريا والفطريات للمستخلصات النشطة بيولوجيًا من الزعتر (*Thymus vulgaris*) و الفيجل (*Ruta Graveolens*)

أولاً ، تم إجراء استخلاص الزيوت الأساسية بواسطة جهاز التقطير المائي من نوع Clevenger وتم تنفيذ النشاط المضاد للبكتيريا بواسطة طريقة الانتشار في الوسط الهلامي (MH) على مختلف البكتيريا ، كما تم تنفيذ النشاط المضاد للفطريات بطريقة الانتشار ولكن في وسط (Sabouraud) على ثلاث خمائر .

ثانيًا ، تم استخلاص المستخلصات بالمذيبات بواسطة جهاز بخار روتا باستخدام 3 مذيبات مختلفة: الإيثانول ، الميثانول و البيوتانول.

في نهاية هذه الدراسة ، وجدنا أن كل من الزيوت الأساسية و المستخلصات الخاصة بنباتاتنا لها تأثير قوي مضاد للبكتيريا ومضاد للفطريات وبالتالي يمكن استخدامها في علاج الأمراض المعدية.

الكلمات المفتاحية: مستخلص حيوي، زيت أساسي، نشاط مضاد للبكتيريا، نشاط مضاد للفطريات، زعتر، فيجل.

Liste des figures

• Figure 1: Les plantes médicinales et aromatiques (Bencheikh, 2017).....	3
• Figure 2: la plante de <i>Thymus vulgaris</i> (Demane et Serai, 2021).....	7
• Figure 3 : Aspect morphologique de <i>Thymus vulgaris</i> (Iserin, 2001).....	9
• Figure 04 : Distribution géographique du <i>Thym</i> dans le monde.....	10
• Figure 05 : Carte de la répartition de <i>Thymus vulgaris</i> dans différents régions en Algérie (Abdelli, 2017)	11
• Figure 06 : Composition chimique de l'HE <i>Thymus vulgaris</i> (Abdelli, 2017).....	12
• Figure 07 : La plante de <i>Ruta graveolens</i> (Abdi, et Tirouche, 2022)	15
• Figure 08: site d'action des huiles essentielles sur les cellules bactériennes	29
• Figure 9 : dispositif d'extraction des HEs de type Clevenger	35
• Figure 10: les constituants de Clevenger (Mahtab, 2016).....	36
• Figure 11: Récupération d'huile essentielle obtenue (photo personnelle).....	37
• Figure 12 : Macération de matériel végétale (photo personnelle)	38
• Figure 13 : Dispositif d'extraction des extraits par solvant de type évaporateur rotatif....	40
• Figure 14: Récupération d'extrait alcoolique obtenue (photo personnelle).....	40
• Figure 15: les Différentes cultures fraîches utilisées (photo personnelle)	43
• Figure 16 : Suspension bactérienne préparée (photo personnelle)	44
• Figure 17: coulage de milieu de culture gélosé Mueller Hinton(MH) dans les boîtes pétri (photo personnelle).....	45
• Figure 18: microplaque de CMI (photo personnelle).....	47
• Figure 19: niveau d'étude des personnes questionnées.....	52
• Figure 20 : les catégories des personnes qui utilisent le <i>Thymus vulgaris</i>	53
• Figure 21: Efficacité de <i>Thymus vulgaris</i>	53
• Figure 22: information sur la plante de <i>Thymus vulgaris</i>	54
• Figure 23: parties utilisées de <i>Thymus vulgaris</i>	55
• Figure 24 : modes d'utilisation de <i>Thymus vulgaris</i>	55
• Figure 25: mode d'administration de <i>Thymus vulgaris</i>	56
• Figure 26: façons d'utilisation de <i>Thymus vulgaris</i>	57
• Figure 27: les catégories qui utilisent <i>ruta graveolens</i>	58
• Figure 28 : efficacité de <i>Ruta graveolens</i>	59
• Figure 29 : information sur la plante.....	59

- Figure 30 : les parties utilisées de la plante de *Ruta graveolens* 60
- Figure 31: mode d'utilisation de *Ruta graveolens* 61
- Figure 32: les modes d'administration de *Ruta graveolens* 61
- Figure 33: les façons d'utilisation de *Ruta graveolens* 62
- Figure 34: Zones d'inhibition obtenues des HEs de *Thymus vulgaris* des souches testées 70
- Figure 35 : Zones d'inhibition d'HE de *Ruta graveolens* des souches testées 77
- Figure 36 : Zones d'inhibition d'extrait de *Thymus vulgaris* sur les souches testées 84
- Figure 37: Zones d'inhibition d'extrait de *Ruta graveolens* sur les souches testées..... 90
- Figure 38 : les diamètres d'inhibition des HEs de *Ruta graveolens* des souches testées.. 93
- Figure 39 : les diamètres d'inhibition des HEs de *Thymus vulgaris* des souches 94
- Figure 40: les diamètres d'inhibition d'extrait éthanolique de *Thymus vulgaris* des souches testées 95
- Figure 41: les diamètres d'inhibition d'extrait méthanolique de *Thymus vulgaris* des souches testées 95
- Figure 42 : les diamètres d'inhibition d'extrait butanolique de *Thymus vulgaris* des souches testées 96
- Figure 43: les diamètres d'inhibition d'extrait éthanolique de *Ruta graveolens* des souches testées 97
- Figure 44: les diamètres d'inhibition d'extrait méthanolique de *Ruta graveolens* des souches testées 97
- Figure 45: les diamètres d'inhibition d'extrait butanolique de *Ruta graveolens* des souches testées 98

Liste des tableaux

- Tableau 01: Souches bactériennes et fongiques testées..... 34
- Tableau 02 : Sensibilité des germes selon les diamètres des zones d'inhibition 46
- Tableau 03: caractéristiques organoleptiques et rendement des huiles essentielles obtenus..... 63
- Tableau 04: Diamètres (mm) des zones d'inhibition des HEs de *Thymus vulgaris* des souches testées..... 71
- Tableau 05 : Diamètres des zones d'inhibition d'HE de *Ruta graveolens* (mm)..... 78
- Tableau 06 : Diamètres (mm) des zones d'inhibition d'extrait de *Thymus vulgaris*..... 85
- Tableau 07 : Diamètres (mm) des zones d'inhibition d'extrait de *Ruta graveolens* 91
- Tableau 8: Résultats de CMI et CMB obtenus..... 99

Liste des abréviations

- **HEs** :Huiles essentielle
- **HE**: Huile essentielle
- **MH**: Muller Hinton
- **CMI**:Concentration minimale inhibitrice
- **CMB**:Concentration minimale bactericide
- **FMS**:Food Machinery Corporation in line
- **CO2**:dioxyde de carbone
- **RHE**:rendement d'huile essentielle
- **MHE**:masse d'huile essentielle
- **MPS**:masse de la plante séche
- **R**:rendement
- **MS**:masse d'extrait sec
- **MV** : masse de matériel végétale
- **Ec**:echierichia coli
- **Pv**:proteus vulgaris
- **OMS**:organisation mondiale de la santé
- **AFNOR**:Association française de Normalisation
- **ATCC**: American type culture collection
- **BN**:bouillon nutritive
- **C°**:Degré Celsius
- **DMSO**:Diméthylsulfoxyde
- **Ec** : Escherichia Coli
- **G**:gramme
- **Mm** :millimètre
- **Min** :Minute

Résumé
Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des Tableaux

Liste des abréviations

Partie bibliographique

Chapitre I

Généralités sur les plantes médicinales

Introduction.....	1
1. Les plantes médicinales	3
1.1 Définition.....	3
1.2. Répartition géographique	4
1.2.1 Dans le monde.....	4
1.2.2 En Algérie	4
1.3 L'utilisation des plantes médicinales	4
1.4 Mode d'utilisation des plantes médicinales	5
2. Présentation des Espèces étudiés.....	6
2.1. Plante de <i>Thymus vulgaris</i>	6
2.1.1. Genre <i>Thymus</i>	6
2.1.2. Définition de <i>Thymus vulgaris</i>	6
2.1.3. Classification botanique de <i>Thymus vulgaris</i>	7
2.1.4. Description botanique.....	8
2.1.5. Répartition géographique	9
2.1.6. Composition chimique.....	11
2.1.7. Propriétés de <i>Thymus</i>	12
2.1.8. Utilisations de <i>Thymus vulgaris</i>	12
2.1.9. L'activité antibactérienne de <i>Thymus vulgaris</i>	13
2.2. Plante <i>Ruta graveolens</i>	14
2.2.1. Définition	14
2.2.2. Classification.....	15
2.2.3. Description morphologique.....	15
2.2.4. Répartition géographique.....	16
2.2.5. Composition chimique.....	16

2.2.6. Domaines d'application.....	16
2.2.7. L'activité antibactérienne de <i>Ruta graveolens</i>	18
2.2.8. L'effet Toxicique.....	18
Chapitre II.....	19
Les huiles essentielles.....	19
1. Définition.....	20
2. Histoire des huiles essentielles.....	20
3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	21
4. Localisation.....	21
5. Composition chimique des huiles essentielles.....	22
5.1. Les Composés terpéniques.....	22
5.1.1. Monoterpènes.....	22
5.1.2. Sesquiterpènes.....	23
5.2. Les composés aromatiques.....	23
5.3. Les composée d'origines divers.....	23
6. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	25
6.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	25
6.2. Extraction par Hydrodistillation.....	25
6.3. Expression à froid.....	26
6.4 Extraction par solvant organique.....	26
6.5. Extraction assistée par micro-ondes.....	27
6.6 Extraction par fluide à l'état supercritique.....	27
7. L'utilisation des huiles essentielles.....	28
8. Mode d'action.....	29
9. Toxicité.....	30
10. Conservation.....	30
1. Cadre et objectif de l'étude.....	32
2. Enquête ethnobotanique.....	32
3. Matériel et produit de laboratoire.....	33
3.1. Matériel végétal.....	33
3.2. Les souches testées.....	33
4. Méthode.....	35
4.1. Extractionpar hydrodistillation.....	35
4.1.1 Principe d'hydrodistillateur.....	35
4.1.2 Mode opératoire.....	36

4.1.3 Conservation	37
4.1.4 Rendement	37
4.2 Extraction par solvant	37
4.2.1 Préparation des macérats	37
4.2.2 Principe de Rotavapor.....	39
4.2.3 Mode opératoire	41
4.2.4. Conservation	41
4.2.5. Rendement d'extraction.....	41
4.3 Activité antimicrobienne	42
4.3.1. Préparation de la culture	42
4.3.2. Méthode de diffusion sur disque (aromatogramme).....	44
4.4. Lecture des résultats.....	46
4.5. Détermination de la Concentration minimale inhibitrice	46
Résultats et discussion	50
1. L'enquête ethnobotanique.....	52
1.1 <i>Thymus vulgaris</i>	52
1.2. <i>Ruta graveolens</i>	57
1.3. Discussion	62
2. Résultats des tests réalisés sur les plantes.....	63
2.1 .Les huiles essentielles.....	63
2.1.1. Rendement	64
2.1.2 Activité antimicrobienne.....	66
2.2 Extrait par solvant.....	79
2.2.1 Rendement	80
2.2.2 Activité antimicrobienne.....	80
3. Etude comparative.....	93
3.1. Etude comparative des huiles essentielles des deux plantes	93
3.1.1. <i>Thymus vulgaris</i>	93
3.1.2. <i>Ruta graveolens</i>	93
3.2. Etude comparative des extraits par solvants des deux plantes	95
3.2.1. <i>Thymus vulgaris</i>	95
3.2.2. <i>Ruta graveolens</i>	97
Conclusion	100

Références bibliographiques

Annexes



Partie théorique

Chapitre I

Généralités sur les plantes médicinales

Introduction

Depuis longtemps, Les plantes médicinales ont toujours eu une place importante dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité. Vue leur richesse en milliers de composants de valeur thérapeutique. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation de ces plantes dont leur savoir a été transmis de génération en génération (**Derabla, (2016)**).

Les substances naturelles issues des plantes ont diverses utilisations dans l'industrie : alimentaire, cosmétologique et dermopharmaceutique. Parmi ces composés, on retrouve dans une grande mesure les métabolites secondaires comme les huiles essentielles qui se sont surtout illustrés en thérapie, et Les extraits bruts qui commencent à attirer beaucoup d'attention en tant que sources potentielles de molécules bioactives naturelles.

Les pharmacies utilisent encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale, la recherche pour découvrir de nouvelles molécules actives dans les plantes, ou des matières premières pour la semi-synthèse (**Bahorun, 1997**).

La Pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi-synthèse (**Bahorun, 1997**).

La qualité alimentaire ou thérapeutique d'un extrait naturel est liée à l'efficacité et à la sélectivité du procédé d'extraction utilisé (**Nkhili, 2009**). Parmi les divers procédés utilisés, on compte l'extraction par hydrodistillation, l'extraction par macération dans un solvant (Éthanol, Méthanol, Bétanol) et l'extraction par décoction ou avec de l'eau chaude qui est la méthode le plus utilisé traditionnellement par la population algérienne, soit dans la préparation des boissons les plus populaires comme le thé ou dans les préparations traditionnelles à base de plantes médicinales.

Les huiles essentielles sont utilisées depuis des milliers d'années dans diverses cultures à des fins médicinales et de santé (**Ansah et al., 2019**). Elles continuent d'être d'une importance capitale jusqu'à nos jours (**Djilani et al ; 2012**). Ce sont des composés complexes qui se caractérisent par une forte odeur et sont formés à partir de divers métabolites végétaux. (**Kar et al ., 2018**).

La situation biogéographique d'Algérie, et ses différentes zones bioclimatiques offre une flore très diversifiée avec un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales spontanées et cultivées (**Reguieg, 2011**) (**Bouabdelli, 2012**).

Dans notre étude, Les plantes sont sélectionnées selon les critères suivants : elles font partie des plantes aromatiques les plus appréciées au monde, nos populations les utilisent régulièrement dans le domaine culinaire et en médecine traditionnelle, tandis que leurs huiles essentielles sont également utilisées dans les domaines alimentaire, pharmaceutique et industries cosmétiques, Leur efficacité dans le traitement symptomatique traditionnellement reconnu des troubles digestifs a récemment représenté un intéressant sujet d'investigation scientifique.

L'objectif de notre travail, est d'évaluer l'effet antimicrobien d'extrait bioactif de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens* sur les bactéries et les champignons, et la détermination de la concentration minimale inhibitrice des souches qui montrent une certaine sensibilité. Notre mémoire structuré en deux parties:

- Partie bibliographique qui est présentée deux chapitres.
- Partie expérimentale qui présente le matériel et les méthodes utilisées, les résultats obtenus ainsi que leur discussion et une conclusion.

1. Les plantes médicinales

1.1 Définition

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuse. C'est-à-dire qu'il se présente par ces propriétés prophylactiques ou thérapeutiques vis-à-vis des maladies humaines ou animales. Leurs effets proviennent de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre différents composés présents (**Moreau, 2003**). Les plantes médicinales contiennent des molécules à haute valeur ajoutée, parmi lesquelles nous avons identifié des composés à activité olfactive. Elles représentent les huiles essentielles dites HEs, privilégiées par les industries pharmaceutiques et cosmétiques (**Sanago, 2006**). Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur (**Bouguédam, 2013**).



Figure 1: Les plantes médicinales et aromatiques (**Bencheikh, 2017**)

1.2. Répartition géographique

1.2.1 Dans le monde

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales et urbaines en Afrique. C'est l'un des principaux moyens par lequel les individus se soignent (**Badiaga., 2011**). Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (**Tabuti et al., 2003**).

L'inventaire réalisé par l'OMS, vers la fin des années 1970 a estimé que les espèces qui ont des propriétés médicinales est 21 000 espèces dans le monde (**Penso, 1980 ; Schippmann et al., 2002**). En effet environ 65 à 80 % de la population mondiale à recours aux médecines traditionnelles pour satisfaire ses besoins, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (**Ang-lee et al., 2006 ; Palomo, 2010 ; OMS, 2013 ; Boissiere, 2018**).

1.2.2 En Algérie

Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées (**Ilbert et al., 2016**). La richesse de la flore algérienne est incontestable, avec environ 4300 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires (**Dobignard et Chatelain, 2010-2013**). Elle recèle un grand nombre d'espèces classées en fonction de leur degré de rareté : 289 espèces assez rares, 647 espèces rares, 640 espèces très rares, 35 espèces rarissimes et 168 espèces endémiques (**FAO, 2012**).

1.3 L'utilisation des plantes médicinales

Fabrication des produits médicaux: Les plantes médicinales sont utilisées pour traiter les maladies. Ces plantes médicinales sont utilisées sous diverses formes et conditions pathologiques (**Hamitouch, 2007**). Antibiotiques, tels que (*Allium sativum*) améliorent la résistance pulmonaire. Diurétiques, comme le maïs qui stimule la production d'urine. Laxatifs, comme le séné (*Cassia senna*) Stimule le transit intestinal (**Iserin, 2001**), purifiant, tonique et aphrodisiaque (**Hamitouch, 2007**).

➤ **Fabrication Cosmétique:** les cosmétiques comme le savon, Crèmes, aérosols et déodorants sont de nouvelles connaissances issues de Connaissances

traditionnelles à base de plantes, généralement à usage topique du corps (**Borris, 1996 ; Hamitouch, (2007)**). De même, **Beylier-Maurel (1976)** a démontré que le pétrole Le microbiote cutané est donc utilisé en cosmétique. De plus, l'utilisation de pommades et Les gels végétaux aident à protéger ces cosmétiques car ils ont une activité *antiseptique* et antioxydant tout en assurant son odeur agréable (**Vargas et a.l, 1999**).

➤ **Fabrication des produits alimentaires:** Selon **Iserin (2001)**, les humains sont habitués à manger et à digérer différents types d'aliments Plante, souvent appréciée pour ses qualités médicinales et nutritionnelles. Quelques Les plantes médicinales peuvent être utilisées pour les soins de santé et l'alimentation. C'est une plante Les médicaments comestibles tels que le céleri (*Apium Graveolens*) utilisé comme condiment et Végétal.

1.4 Mode d'utilisation des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont consommées sous de nombreuses formes:

- **Infusion:** la méthode de préparation la plus connue. On verse de l'eau chaude sur la plante et on la laisse infuser, souvent pendant 10 minutes. Avant d'être bue, la préparation est filtrée et additionnée de sucre ou de miel.
- **Décoctions:** obtenues en faisant bouillir la plante dans l'eau.
- **Huile:** obtenue à partir de plantes médicinales séchées par des méthodes d'extraction et liquéfiées pour un usage externe et interne.
- **Poudre:** elles sont obtenues à partir des plantes médicinales séchées puis, qui sont utilisées en usage interne pour une plus grande efficacité et aussi pour usage externe (**Gudrun, 2014**).
- **Macération:** Il s'agit de placer des plantes ou parties de plantes dans l'eau froide (macération aqueuse) ou de l'huile végétale (macération huileuse) pendant plusieurs heures à plusieurs jours afin de permettre une bonne diffusion des principes actifs (**Kraft et Hobbs, 2004**). Cette méthode est utilisée pour conserver au maximum les principaux actifs de certaines plantes qui ne supportent pas les températures élevées (**Kothe et al, 2007**).
- **Cataplasme:** Ce sont des plantes médicinales qui sont préparées et appliquées sur la peau, les cataplasmes sont utilisés pour soulager les douleurs musculaires et nerveuses, les entorses et les fractures, et pour permettre la plupart extraits des paires infectées, des ulcères et des furoncles (**Iserin et al, 2001**).

2. Présentation des Espèces étudiés

2.1. Plante de *Thymus vulgaris*

2.1.1. Genre *Thymus*

Le genre *Thymus*, l'un des taxons les plus importants de la famille des *Lamiacées* (**Jala, 1971**), contient environ 400 espèces de plantes aromatiques vivaces, plantes herbacées sempervirentes ou semi-sempervirentes (**Borugă et al., 2014**). Le nom «*Thymus*» dérive du mot grec «*Thymus*» qui signifie «parfumer» a cause de son agréable odeur (**pariente, 2001**). Le *Thymus* est également l'une des plantes les plus utilisées comme épices et extraits depuis des siècles pour ses propriétés médicinales. Ses fortes propriétés antibactériennes et anti-inflammatoires en font un choix populaire en médecine traditionnelle. (**Askarneet al., 2013**).

2.1.2. Définition de *Thymus vulgaris*

Thymus vulgaris c'est l'espèce la plus précieuse du genre *Thymus* (**Jalas, 1971**), Nommée par **Carl Von Linné** en 1753 et continue d'être le nom utilisé par toutes les nomenclatures scientifiques (**Tamer et al., 2017**), Qui poussent spontanément dans le Nord de l'Afrique (**Morales, 1997; Pedersen, 2000**), et dans les coteaux de la méditerranée (**Touhami., 2017**). Communément nommée *thym* de jardin ou thym commun (**Shmeit et al., 2020**) et en Algérie elle est appelée "Zaater".

Le *Thymus vulgaris* possède plusieurs propriétés pharmacologiques et aromatiques, est couramment utilisé dans le domaine thérapeutique (**Touhami., 2017**). Grace à leur qualité aromatique et sa forte concentration en HEs (**Askarne et al., 2013**).



Figure 2: la plante de *Thymus vulgaris* (Demane et Serai, 2021)



Nom vernaculaire

- ❖ Arabe: Zaaateur, Zaaatar, Zaitra.
- ❖ Français: thym commun, thym vulgaire, thym de jardins, farigoule et barigoule.
- ❖ Anglais: common thym, garden thym.
- ❖ Allemand: Thymian, Echter Thymian, Garten thymian, Römischer thymian (Teuscher et al., 2005).

2.1.3. Classification botanique de *Thymus vulgaris*

La classification de *Thymus vulgaris* est la suivante :

- Règne : Plantae
- Sous-règne: Tracheobionta
- Embranchement: Magnoliophyta
- Sous-embranchement: Magnoliophytina
- Classe: Magnoliopsida
- Sous-classe: Asteridae
- Ordre: Lamiales
- Famille: Lamiaceae
- Genre : *Thymus*

- Espèce: *Thymus vulgaris* (Zeghad, 2009).

2.1.4. Description botanique

Thymus vulgaris est un petit sous-arbrisseau vivace, touffu et très aromatique de 7 à 30 cm de hauteur, d'un aspect grisâtre ou vert-grisâtre.

- **Ses tiges:** Elles sont ligneuses à la base, herbacées supérieurement, et presque cylindriques. Elles sont regroupées en touffe. Elles peuvent acquérir, vers leur base, une très grande épaisseur. Les tiges florifères sont rampantes, dressées ou redressées, tortueuses dans leur partie inférieure, velue et blanches tout autour chez les jeunes rameaux.

- **Ses feuilles:**Elles sont très petites, ovales, lancéolées, à bord roulés en dessous à nervures latérales distinctes, ponctuées supérieurement, et blanchâtres à leur face inférieure.

- **Ses fleurs:**La floraison a lieu d'avril à juillet.Elles sont presque roses ou presque blanches, font de 4 à 6 mm de longueur. Elles forment une sorte d'épi foliacé au sommet des ramifications de la tige. Le limbe du calice est bilabié, un peu bossu ; la lèvre supérieure a trois divisions séparées entre elles, la lèvre inférieure possède deux divisions étroites et subulées ; l'entrée du tube est garnie d'une rangée circulaire de poils. La corolle, de taille variable, est un peu plus longue que le calice mais la partie tubulaire de la corolle ne dépasse pas celle du calice ; la lèvre supérieure est à peine chancrée, l'inférieure et à trois lobes égaux et obtus.

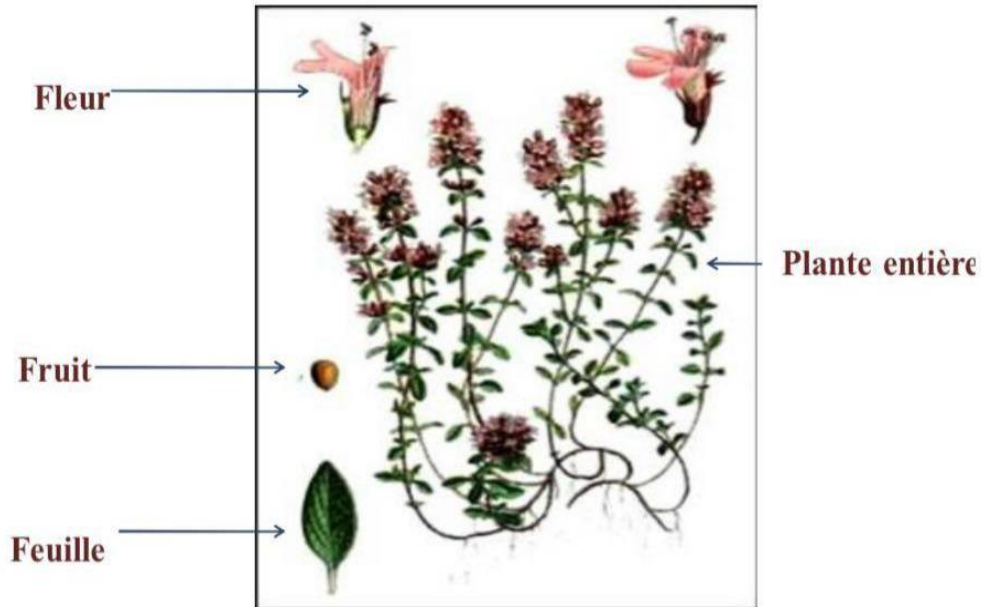


Figure 3 : Aspect morphologique de *Thymus vulgaris* (Iserin, 2001).

2.1.5. Répartition géographique

2.1.5.1. Dans le monde

Le *thym* est originaire des pays méditerranéens, des pays balkaniques et du Caucase. Assez nomade, il est subsontané dans des régions subtropicales, chaudes ou tempérées, et plus spécialement en Europe (plus de 350 espèces) et en Amérique du nord. C'est un genre très répandu dans le nordouest africain (Maroc, Algérie, Tunisie et Libye), il pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte. On peut le trouver également en Sibérie et même en Himalaya. Selon une étude menée par (Nickavar et al., 2005), environ 110 espèces différentes du genre *Thymus* se concentrent dans le bassin méditerranéen (Benayache, 2013).

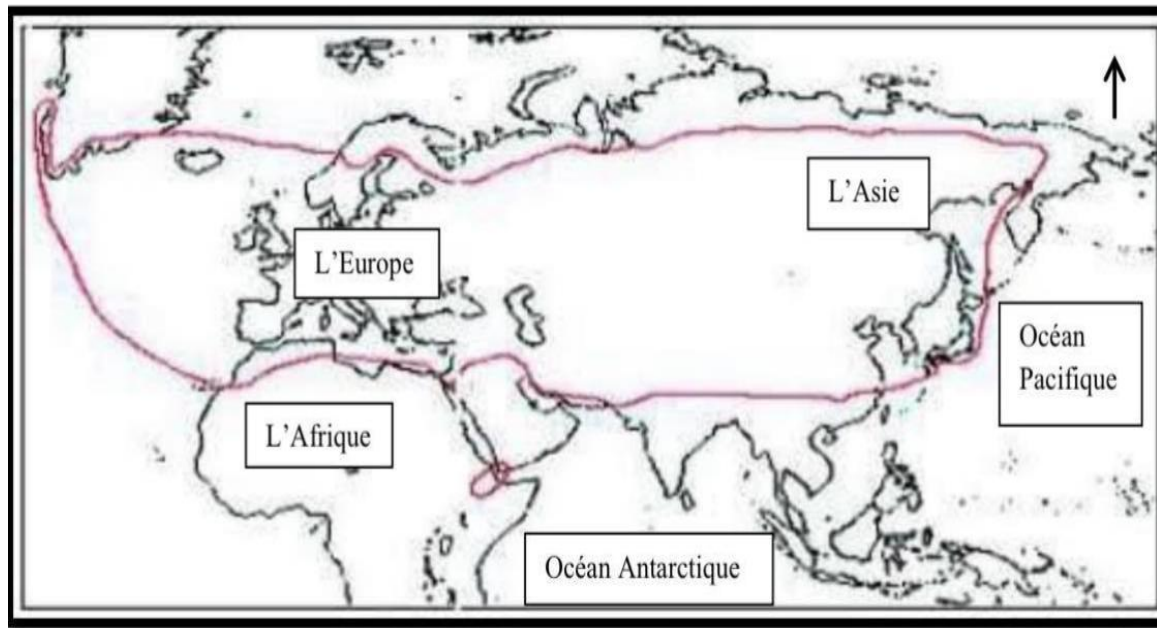


Figure 04 : Distribution géographique du *Thym* dans le monde

2.1.5.2. En Algérie

À cause de la superficie et la diversité bioclimatique, L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales. Le genre *Thymus* comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (**Hammaz et Nafa, 2017**). Pour la région algérienne, Quezel et Santa 1963 décrivent 12 espèces de *Thymus* dont huit sont endémiques (**Dob et al., 2006**). Par ailleurs, le thym est une plante répandue en Algérie, leur différentes espèces sont réparties le long du territoire national, du Nord Algérois à l'Atlas saharien, et du Constantinois à l'Oranais (**Kabouche, 2005**).

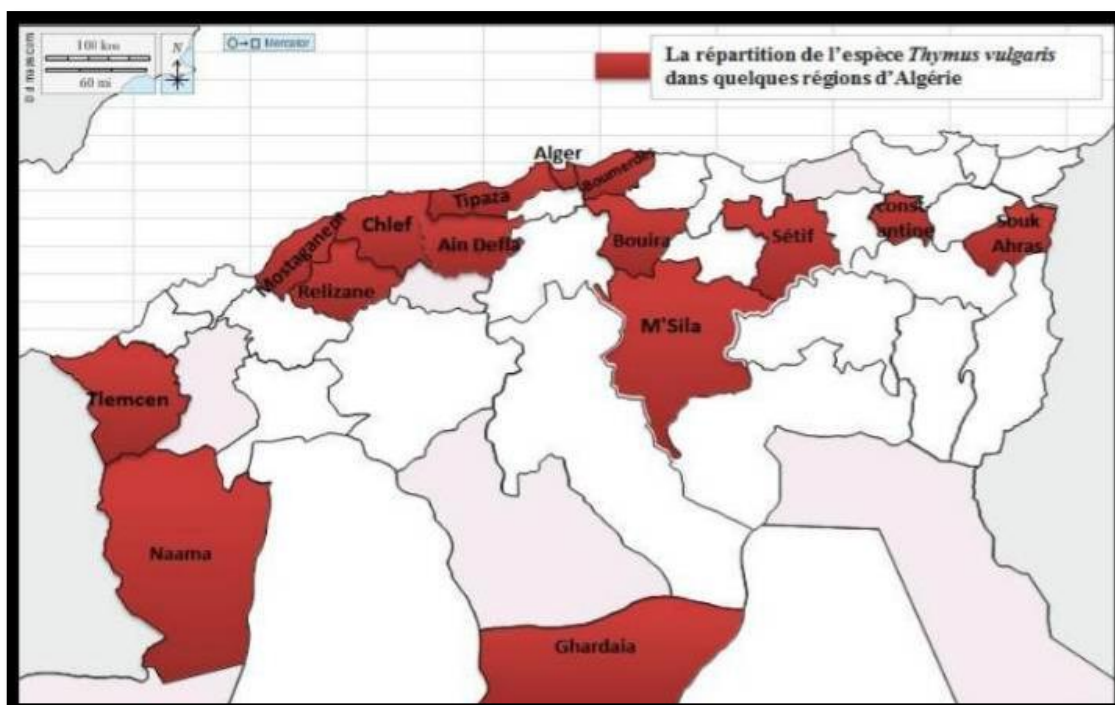


Figure 05 : Carte de la répartition de *Thymus vulgaris* dans différents régions en Algérie (Abdelli, 2017)

2.1.6. Composition chimique

En effet, les parties aériennes de *Thymus vulgaris* sont riches en plusieurs constituants. La teneur de ces composés varie en fonction de plusieurs facteurs, comme les conditions géographiques, climatiques, de stockage, de séchage et aussi les méthodes d'extraction et de détection utilisées (Yakhlef, 2010). Elle est représentée par sept chémotypes différents, définis en fonction du constituant principal de son HE. (Kaloustian et Hadji, 2013). L'HE de cette plante composée de phénols: thymol et carvacrol qui sont les majeurs constituants.

Elle contient aussi des alcools tels que linalool et α -terpineol, des monoterpènes hydrocarbonés tels que p-cymène et γ -terpinène, et d'autres composants minoritaires qui sont présentés dans le tableau (Abdelli, 2017).

L'HE de *Thymus vulgaris* était caractérisé par sa teneur élevée du thymol (Guillén et Manzanos, 1998; Balladin et Hendley, 1999; Hudaib et al., 2002; Bouhdid et al., 2006).

Tableau 2 .Composition chimique de l'huile essentielle de *T. vulgaris* (Abdelli, 2017)

Espece	famille	composition
Thymus Vulgaris	Phynols	Thymol(30-70%)
		80-20%
	Alcools	Linalool (4 - 6.5%)
		α -terpinéol (7.8 – 8.9%)
	Monoterpènes Hydrocarbonés	p-cymène (15 – 20%)
		γ -terpinène (5 – 10%)
		Bornéole, camphre, limonène, myrcène, β -pinène, trans sabinène hydrate, terpinène-4-ol (0.5 – 1.5%)
		Sesquiterpènes Hydrocarbonés

Figure 06 : Composition chimique de l'HE de *Thymus vulgaris* (Abdelli, 2017).

2.1.7. Propriétés de *Thymus*

Le thym est un antiseptique qui possède de nombreuses qualités et propriétés (Pataud, 2004) :

- Il est tonique, stimulant, digestif, antiseptique et antispasmodique entre autres.
- C'est un allié qui permet de lutter contre le froid avec ses vertus désinfectantes pour les voies respiratoires.
- Il permet également de soulager les ballonnements et les Digestion difficiles.
- Il est riche en antioxydants, en vitamines, en calcium et en manganèse.

2.1.8. Utilisations de *Thymus vulgaris*

2.1.8.1. Usage en cuisine

Il donne une touche méditerranéenne à tous les plats, que ce soit la tomate, le fromage de chèvre, la terrine et les pâtes. Dans une marinade, il parfume les légumes, les volailles et les poissons (**Tisserand et al., 2014**). Il fréquente avec plaisir l'ail, l'olive et les sauces au vin et entre dans la composition des farces. Le thym aromatise également l'huile ou le vinaigre, préalablement chauffés.

2.1.8.2. Usage en médecine

*Infections ORL : bronchite, toux, sinusite, angine...

*Infections urinaires : cystite, urétrite....

*Hivernales respiratoires et ORL : grippe, otite, bronchite, sinusite, pharyngite, rhinopharyngite, angine virale et bactérienne, grippe, maux de gorge...

*Infections intestinales : diarrhées, amibiases, dysenterie...

*Infections gynécologiques et urinaires : cystites, urétrite...

*Infections dermatologiques plutôt résistantes ou récidivantes : furoncles, mycoses, parasitoses cutanées...

*Infections buccales : gingivites, parodontites, stomatites...

*Fatigue générale, asthénie post infectieuse, faiblesse immunitaire...

*Douleurs musculaires ou articulaires (par voie cutanée et toujours diluée dans une huile végétale à maximum 5%) : sciatique, arthrose, lumbago, rhumatismes... (**Faucon, 2017**).

2.1.9. L'activité antibactérienne de *Thymus vulgaris*

Le phénol est considéré comme le composant principal Responsable de l'effet antimicrobien de *Thymus vulgaris*, qui a un large spectre inhibiteur contre des bactéries Gram négatif et Gram positif ; ces bactéries ont montré une grande sensibilité. L'utilisation de ces composants permettrait de mieux protéger l'homme contre les bactéries responsables de gastroentérite tel que *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* (**Chevalier et al., 2008 ; Farah, 2010**).

L'HE de Cette plante a un effet néfaste sur l'intégrité ainsi que sur les fonctions membranaires des micro-organismes (**Voinier et al., 2008**).

Des travaux ont montré que le carvacrol provoque un effet inhibiteur chez *Bacillus cereus*. Celui-ci est dû à une forte diminution de l'ATP intracellulaire, une

réduction du potentiel membranaire et du PH intracellulaire et aussi à une influence sur le flux de potassium (intra- et extracellulaire) (Smid et al., 1999) ;(Bisignano et al., (2002).

2.2. Plante *Ruta graveolens*

2.2.1. Définition

Ruta graveolens C'est une plante vivace d'origine méditerranéenne. Ils sont associés à l'habitat d'eau douce. Il est utilisé depuis longtemps en thérapie, en cuisine comme épice (Pline, 1999 ; Mioulane, 2004) déclare qu'il s'agit d'un sous-arbrisseau très ramifié appartient à la famille des *Rutaceae*. Elle est cultivée pour ses feuilles utilisées pour leurs qualités aromatiques et médicinales. *Ruta graveolens* ; *graveolens* vient du latin « *gravis* » signifiant fort et du verbe « *olere* » c'est-à-dire sentir, donc odeur forte et désagréable (Doerper, 2008).

✚ Le nom le plus connue en Algérie fidjlet el djbel ou Fidjela

✚ Nom commun : rue-officinale, rue fétide, et aussi rue des jardins (Le moine, 2001). Cette espèce est appelée aussi Fidjen (Abdulbasset et al., 2008).



Figure 07 : La plante de *Ruta graveolens* (Abdi, et Tirouche, 2022)

2.2.2. Classification

Selon Bonnier (1999) et Wiart (2006), *Ruta graveolens* est classé comme suit :

- Règne : Plantae
- Sous règne : Tracheobionta
- Super division : Spermatophyta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous classe : Rosidae
- Ordre: Sapindales
- Famille: Rutaceae
- Sous-famille : Rutoïdées
- Genre: Ruta
- Espèce: Ruta graveolens L

2.2.3. Description morphologique

Ruta graveolens est un petit sous-arbrisseau à feuilles persistantes ou une plante vivace semi-ligneuse, de 0,6 à 0,9 m de haut et presque aussi large (Asgarpanah, 2012). Il se caractérise par une odeur forte, piquante et pénétrante de l'huile contenue dans les sacs de schizolysogènes à la surface des feuilles.

- **Feuilles:** Vert foncé (Doerper, 2008), de 7,6 à 12,7 cm de long, pennées divisées en sections oblongues ou spatulées (Asgarpanah, 2012).
- **Fleurs:** Petites, de couleur jaune (Malik et al., 2017). Ses fleurs ont un nombre égal de sépales et de pétales, allant de 4 à 5 et 8 à 10 étamines. La floraison s'étend de mai à août.
- **Fruit:** sec, dur, rond, à 4 ou 5 lobés, dessus gris-brun, rugueux. Libère de petites graines noires à maturité.
- **Graines:** ovales, arrondies sur la partie inférieure, aplaties sur le devant (Parray et al., 2012).

2.2.4. Répartition géographique

La rue est une espèce méditerranéenne relativement commune dans le nord de l'Algérie, le nord-est de l'Afrique, le sud de l'Europe et le sud-ouest de l'Asie (**Baba aïssa, 1999**). Cette plante se trouve souvent dans les endroits arides, secs et ensoleillés, les pentes rocheuses et les prairies sèches des provinces du sud. Il est également cultivé dans les jardins et bien exposé au soleil (**Mioulane, 2004**).

2.2.5. Composition chimique

Ruta graveolens est l'une des plantes aromatiques et médicinales qui possèdent des propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent des applications dans divers domaines. Ces plantes représentent une nouvelle source de composés actifs. Nous rapportons ici la composition en HEs de *Ruta graveolens* qui a été isolée par hydrodistillation à partir des parties aériennes de la plante et voici un tableau représentatif des ses composants (**São Luís, Maranhão, Brazil, Jul, 2015**).

Tableau 01 : Composition chimique de l'HEs de *Ruta graveolens* (**São Luís, Maranhão, Brazil., Jul 2015**).

Composants	Surface(zone) de pic%
Hydrocarbures monoterpéniques	0.61
Monoterpènes oxygénés	1.49
Hydrocarbures sesquiterpéniques	5.22
Sesquiterpènes oxygénés	0.2
Composés azotes	0.21
Aldéhydes	37.12
Cétones	43.02
Alcools	0.9

2.2.6. Domaines d'application

La plante *Ruta graveolens* à de nombreuses Domaines d'application:

2.2.6.1. Domaines médicales

La plante de *Ruta graveolens* présente un grand intérêt dans le monde entier pour ses propriétés, est connue dans la médecine populaire depuis l'Antiquité. Elle est actuellement utilisée dans le traitement de diverses affections telles que la douleur, les rhumatismes, les problèmes oculaires et la dermatite (**Hussain et Natha, 2020**).

Elle a connu pour sa haute valeur pharmaceutique telle que l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, cytotoxique, antitumoral, antiarythmique, anti-androgène, contraception et Fertilité (**Sharifi et al., 2019**).

❖ Usage médicinal en médecine traditionnelle

➤ Le médicament est utilisé localement avec du miel, ce qui a un bon effet sur le traitement de la paralysie, Tremblements, arthralgies et troubles nerveux (**Parray et al., 2012**).

➤ La décoction de *Ruta graveolens* utilisée en lavement soulage les colites, flatulences et colites flatulentes (**Parray et al., 2012**).

➤ L'infusion de feuilles de rue était utilisée comme gouttes nasales pour traiter la poliomyélite (**Parray et al., 2012**).

2.2.6.2. Domaine vétérinaire

Ruta graveolens, a été utilisée dans de nombreux remèdes vétérinaires, notamment pour aider les vaches, les chèvres et les moutons à mettre bas et à prévenir les ballonnements, et dans d'autres utilisations empiriques comprennent le traitement de la fièvre bovine persistante, des parasites intestinaux, des sécrétions nasales de novo, des ectoparasites et de la prophylaxie antirabique. Il est également inclus dans la composition de médicament antirhumatismal et de poudre de calcaire (**Ait, 2006**).

Elle contient aussi une activité antiparasitaire contre *Leishmania amazonensis*, et plusieurs métabolites biologiquement actifs, tels qu'Alcaloïdes et coumarines (**Lara et al., 2019**).

2.2.6.3. Domaines alimentaire

En cuisine, *Ruta graveolens* est utilisée pour son arôme piquant caractéristique et le goût amer de ses parties aériennes, principalement pour aromatiser

certaines viandes et produits et pour préparer la boisson alcoolisée traditionnelle (grappa alla ruta) populaire dans le nord de l'Italie et en Croatie (**Mancuso et al., 2015**).

2.2.7. L'activité antibactérienne de *Ruta graveolens*

Ruta graveolens possèdent une bonne activité antimicrobienne contre les bactéries Gram position, les bactéries Gram négative et contre la levure (**Bayoud et al., 2007**).

Certains chercheurs montrent que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles est en raison de la présence des alcools à longues chaînes et des composés phénols qui inhibent la croissance bactérienne (**Skocibusic et al., 2006 ; Sharififar et al., 2007**).

2.2.8. L'effet Toxicique

Ruta a provoqué des vésicules étendues et des œdèmes localisés des membres supérieurs, équivalents à des brûlures superficielles au second degré, ont nécessité une consultation dermatologique. M.M., le jardinier, s'est fait arnaquer dans un cadre professionnel dans une rue fétide. Le lendemain, des lésions bulleuses érythémateuses similaires se sont développées sur l'avant-bras et le genou. Les deux patients ont reçu un traitement symptomatique avec des corticostéroïdes oraux et topiques. Tant que la cicatrisation persiste, l'évolution la favorise (**Diep et al., 2014**).

Chapitre II

Les huiles essentielles

1. Définition

Une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'HE est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition » (**Benoi, 2015**).

Le terme "huile" s'explique par sa propriété de dissoudre les composés Dans les graisses et leur hydrophobicité. Le terme "essentielle" fait référence à Le parfum, l'odeur plus ou moins forte que dégagent les plantes, et le fait qu'elles soient Inflammables (**Brunton, 2004**).

2. Histoire des huiles essentielles

L'utilisation des HEs remontent aux civilisations chinoises et égyptiennes, ces derniers les considèrent parmi les formes les plus anciennes de la médecine et de la cosmétique (**Peterson et al., 2006**). Les égyptiens ont fait des pommades miraculeuses à partir de l'extraction de l' HE des plantes aromatiques. On a également célébré la reine Cléopâtre qui utilisait l'HE de roses pour aveugler Marco António avec sa beauté.

Le médecin grec Hippocrate, recommandait plusieurs fois les massages avec des HEs et il faisait référence à un grand nombre de plantes médicinales dans ses écrits.

Les Romains et plus tard les Arabes ont amélioré les connaissances acquises avec les civilisations qui les ont précédées. Le fameux alchimiste Avicenne a contribué dans la civilisation arabe à cette amélioration vu qu'il a été le pionnier de la méthode de la distillation de plantes médicinales avec un alambic. Même si d'autres méthodes très sophistiquées sont apparues, celle-ci est la plus utilisée et conseillée (**Kaloustian et Hadji, 2012**).

La connaissance des pouvoirs curatifs des plantes a commencé à se perdre de nombreux siècles après. Cependant, cette croyance s'est maintenue dans les

monastères entre les moines qui préparaient des solutions antibactériennes entre autres dans le but de combattre les pestes qui faisaient de nombreuses victimes à l'époque. Une peste noire est apparue dans toute l'Europe pendant le XIV^{ème} siècle (**Dupont et Guinard, 2007**). Des herbes aromatiques étaient brûlées dans les rues et dans les églises afin de désinfecter l'air et de masquer la terrible odeur des cadavres qui émanait de tous les côtés.

3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

- Les HEs sont volatiles et peuvent être formées à la vapeur d'eau.
- A basse température, certaines vont cristalliser, comme les Hés Fenouil, menthe ou thym saturé], (**Pierron et al., 2014**)
- Ils sont généralement incolores ou jaunâtres.
- Ils sont peu solubles dans l'eau, ils sont solubles dans Alcool à haute puissance, soluble dans les huiles fixes et la plupart des solvants organiques non polaires.
 - Leur densité est généralement de 1, sauf (HEs de sassafras, clou de girofle ou cannelle).
 - Leur indice de réfraction est généralement élevé et ils ont la capacité de tourner (**Sahraoui , 2014**).
 - Très volatil, sensible à l'oxydation et enclin à la polymérisation, ce qui entraîne Les produits en résine sont formés et doivent ensuite être stockés à l'abri de la lumière Humidité (**Zabeirou, 2005**).

4. Localisation

Les huiles essentielles sont produites dans le protoplasme cellulaire des plantes aromatiques et représentent les produits du métabolisme secondaire. La synthèse et l'accumulation de ces métabolites dans les organes se fait grâce à la présence de structures histologiques : cellules sécrétrices. Elles sont rarement isolées, mais le plus souvent regroupées dans des poches (*Myrtaceae, Rutaceae*) dans des canaux sécréteurs (*Apiaceae, Composeae*) ou dans des poils sécréteurs(*Lamiaceae*). Ces cellules sont le plus souvent à la périphérie des organes extérieurs de la plante (**Pharmacopée Européenne., 2007**).

La partie de la plante utilisée pour obtenir l'HE doit être précisée, soit pour des questions de rendement, soit parce que la composition chimique de la partie considérée conduira à une application spécifique très intéressante (c'est le cas d'oranger amer (*Citrus aurantium*, *Rutaceae*): l'épicarpe frais du fruit fournit l'essence de Curaçao utilisée pour confectionner des cocktails, les fleurs fournissent l'huile de Néroli (eau de fleur d'oranger amer), les feuilles et les petits rameaux fournissent l'essence de petit grain de bigaradier).

Sur le plan quantitatif, les teneurs en HEs des plantes pouvant les contenir sont très faible, souvent inférieur à 1%. Des teneurs fortes comme celle du bouton florale du giroflie (15 %) sont rares et exceptionnelles.

5. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges variables et complexes de différents composés chimiques (**Bruneton, 1999**). Elles varient en fonction de différents facteurs, incluant le stade de développement des plantes, les organes prélevés, la période et la zone géographique de récolte, et le mode d'extraction (**Toure, 2015**). Les HEs sont constituées principalement de trois catégories : des composés terpéniques (mono et sesquiterpènes), des composés aromatiques, et des composés d'origines divers (**Kurkin, 2003**).

5.1. Les Composés terpéniques

Les HEs sont constituées d'un certain nombre de composés terpéniques, généralement les plus volatiles dont la masse moléculaire n'est pas élevée. Ces constituants proviennent de l'isoprène répondant à la formule générale $(C_5H_8)_n$, ils sont également nommés isoprenoides ou terpenoides (**Baser et Buchbauer, 2010**). On distingue selon le nombre de carbone : les monoterpènes (C₁₀) et les sesquiterpènes (C₁₅) (**Bruneton, 1999**). Et moins fréquemment les diterpènes (C₂₀), les triterpènes (C₃₀) et les tétraterpènes (C₄₀).

5.1.1. Monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les HEs (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C₅H₈), selon le mode de couplage «tête-queue» (**Padua, 1999**). Ils peuvent être acycliques (Myrcène, Ocimène), monocyclique (p-Cymène, (Terpinène) ou bicyclique (Camphène, Sabinene, Pinènes, 3- Caréne) (**Bruneton, 1995**).

5.1.2. Sesquiterpènes

Les Sesquiterpènes sont des dérivés d'hydrocarbures en C₁₅H₂₂ (constitués de trois éléments Isopréniques). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales: acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se présentent sous forme d'hydrocarbures ou d'hydrocarbures oxygénés tels que les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature (**Bruneton, 1987**).

5.2. Les composés aromatiques

Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane sont moins fréquents dans les HEs que les terpènes. Mais il est considéré comme un groupe important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des HEs (**Bencheikh, 2017**). Ils s'agit généralement d'allyles, des propénylphenols et parfois d'aldéhydes (**Bruneton, 1993**). Cette classe comporte des composés odorants bien connus tels que la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et bien d'autre. Ils se distinguent entre eux par :

- Nombre et position des groupements hydroxyles et méthoxy.
- Position de la double liaison de la chaîne latérale, allylique ou propénylique.
- Degré d'oxydation des chaînes aliphatiques (**Ouis, 2015**).

5.3. Les composés d'origines divers

En générale, ils sont de faibles poids moléculaire, entraînés lors de l'hydrodistillation (**Hessas et Simoud, 2018**). Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras comme: le (37)-hexen-1-ol et d'autres composés issus de la dégradation des terpènes comme les ionones. De plus, d'autres Composés azotes et soufrés peuvent être trouvés mais sont rares (**Bazizi, 2017**).

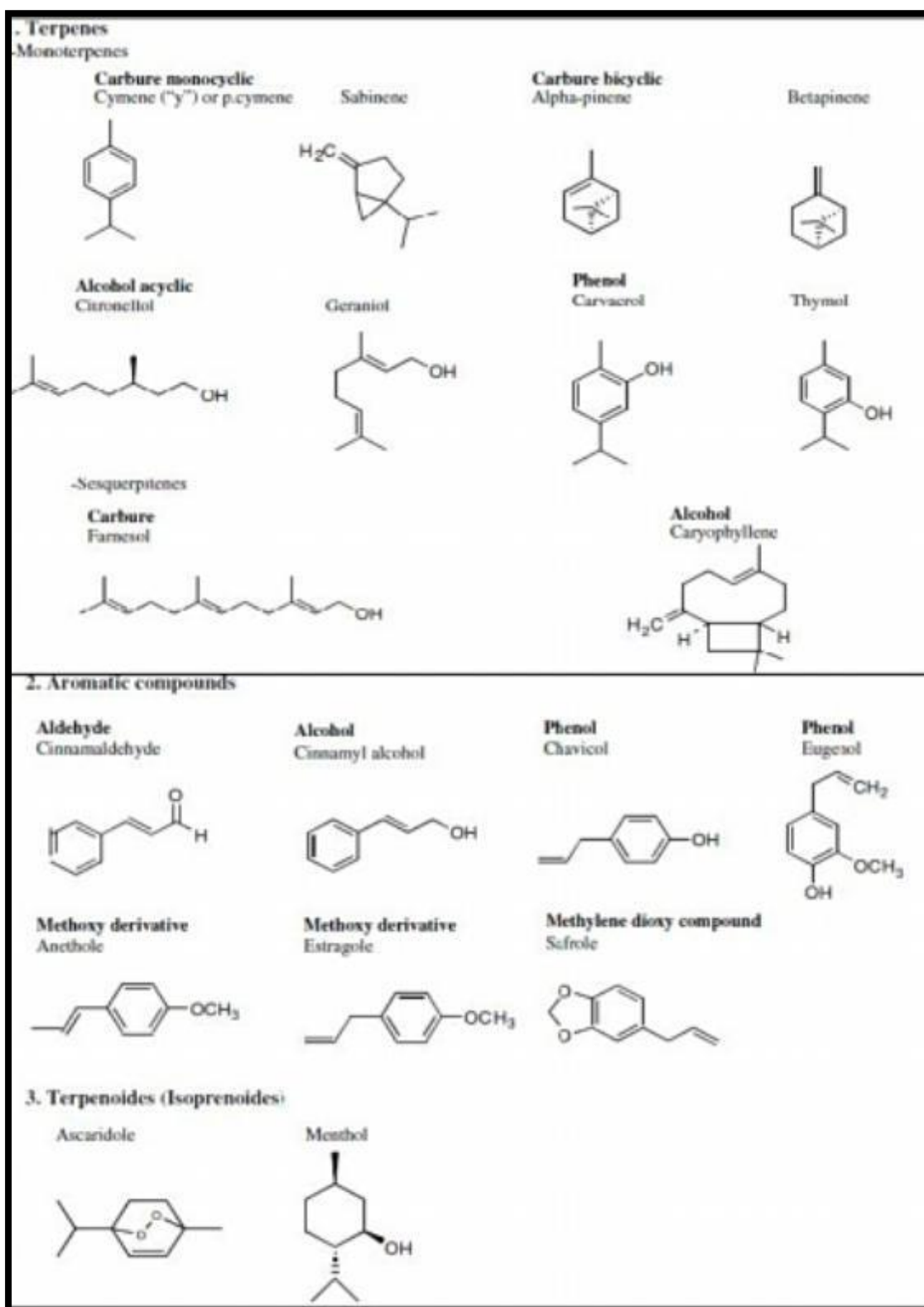


Figure 08 : structure chimique de certains des HEs (Bakkali et al, 2008)

6. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

6.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

C'est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des HEs (**Kaloustian et Hadji, 2012**). Dans cette méthode d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse (HA) et une phase organique (HEs). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile. De plus, le parfum de l'HEs obtenue est plus délicat et la distillation, régulière et plus rapide, fait que les notes de tête sont riches en esters (**Raaman, 2006**).

Les fractions dites « de tête », fragrances très volatiles dues à des molécules légères, apparaissent en premier. Le plus souvent, une demi-heure permet de recueillir 95 % des molécules volatiles, ce qui suffit aux besoins de l'industrie et de la parfumerie, comme pour la lavande. L'emploi en aromathérapie impose de prolonger l'opération aussi longtemps qu'il est nécessaire afin de récupérer la totalité des composants aromatiques volatils (**Gavahian et al., 2018**).

6.2. Extraction par Hydrodistillation

Elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau et l'ensemble est porté à ébullition. Ce procédé présente des inconvénients dus principalement à l'action de la vapeur d'eau ou de l'eau à l'ébullition ; Certains organes végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et par hydrodistillation (HD) (**Farhat, 2010**).

Cependant, le contact direct de l'HEs avec l'eau occasionne des réactions chimiques conduisant à des changements dans la composition finale de l'extrait (**Raaman et al., 2006**). Les conditions opératoires et la durée de distillation influencent le rendement et la composition de l'HEs.

La labilité des constituants des HEs explique que la composition du produit obtenu par HD soit, le plus souvent, différente de celle du mélange initialement présent dans les organes sécréteurs du végétal (**Lucchesi et al., 2005**).

L'hydrodistillation possède des limites. Le chauffage prolongé engendre une détérioration de certains végétaux et la dégradation de certaines molécules aromatiques. L'eau, l'acidité et la température peuvent induire l'hydrolyse des esters mais aussi des réarrangements, des isomérisations, des racémisations et/ou des oxydations.

6.3. Expression à froid

La technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique. Elle consiste à rompre ou dilacérer les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit, l'épicarpe, pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification.

Les essences de Citrus ont longtemps été extraites manuellement, la mécanisation et l'industrialisation de la technique d'expression à froid ne s'étant effectuées qu'au début du Xxe siècle, afin de diminuer les coûts de production et d'améliorer les rendements pour faire face à l'augmentation de la demande. Les systèmes récents, comme la « Food Machinery Corporation-in-line » (FMC), permettent d'extraire le jus de fruit et l'essence de manière quasi-simultanée sans contact des deux. C'est pourquoi l'expression à froid est la méthode de choix pour extraire ces essences, d'autant que la distillation n'est plus une technique très appropriée. En effet, la distillation produit des huiles aromatiques de moindre qualité principalement due à une présence importante d'aldéhydes, composés sensibles à l'oxydation et à la chaleur (**Belsito et al., (2016)**).

6.4 Extraction par solvant organique

Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, cyclohexane et l'éthanol. Le solvant choisi, doit posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène. Sa température d'ébullition sera de préférence basse, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait.

L'extraction est réalisée avec un appareil de Soxhlet. Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau, si bien que les extraits ne contiennent pas uniquement des composés volatils, mais également bon nombre de composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et bien d'autres substances (**Hubert, 1992 ; Hernandez, 2005**).

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer, dans un extracteur, un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques.

Cependant, les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation et cette technique évite l'action hydrolysante de la vapeur d'eau (**Lucchesi, 2005**).

6.5. Extraction assistée par micro-ondes

L'avantage de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et incrémenter le rendement. Elle présente beaucoup d'avantages : technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées (**Lucchesi et al., 2004 ; Chemat et al., 2013 ; Olivero et al., 2010**).

L'emploi des micro-ondes constitue, par ailleurs, une méthode d'extraction à part entière en plein développement. A titre d'exemple, La SFME (Solvent Free Microwave Exatrcction) est une combinaison originale des techniques de chauffage par micro-ondes et de distillation sèche. Elle consiste à placer le matériel végétal dans un réacteur au sein d'un four micro-ondes sans ajout d'eau ou de solvant. L'HE libérée est évaporée avec l'eau de la plante [**Wang, Z., et al, (2006)**]. Comparée à l'hydrodistillation traditionnelle, la SFME se caractérise par une diminution de la consommation énergétique et des rejets en CO₂ et aussi par un temps d'extraction (9 fois plus rapide). Les HE issues de ce procédé sont composées d'un taux plus important en composés oxygénés, alors que les monoterpènes sont présents en moindre quantité [**Ferhat, M. A., et al,(2006) ;(Golmakani, M. T., et al., (2008)**].

6.6 Extraction par fluide à l'état supercritique

L'originalité cette technique dite SFE, provient de l'utilisation de solvants dans leur état supercritique, c'est-à-dire dans des conditions de températures et de pressions où le solvant se trouve dans un état intermédiaire aux phases liquide et gazeuse et présente des propriétés physico-chimiques différentes. En pratique, de nombreux solvants sont employés, 90% des SFE sont réalisées avec le dioxyde de carbone (CO₂), pour sa facilité d'obtention, et aussi car il est relativement non toxique,

disponible à haute pureté et à faible prix, et il possède l'avantage d'être éliminé aisément de l'extrait [**Leszczynska, D. (2007)**].

La SFE est une technique dite « verte » utilisant pas ou peu de solvant organique et présentant l'avantage d'être bien plus rapide que les méthodes traditionnelles. Les compositions chimiques des HEs ainsi obtenues peuvent présenter des différences, qualitatives et quantitatives, avec celles issues de l'hydrodistillation [**Gomes, P. B. et al. (2007)**, /**Peterson, et al, (2006)**, **Pereira, C. et al (2010)**].

7. L'utilisation des huiles essentielles

➤ **En parfumerie et en cosmétique:** Les HEs sont utilisées comme des agents conservateurs, en raison de leurs propriétés antimicrobiennes et antiseptiques, Prolonger la durée de conservation des produits (**Bekkali, 2007**).

Dans le domaine des produits cosmétiques et d'hygiène, on note la présence d'HEs dans des préparations dermopharmacologiques, les rouges à lèvres, les shampooings, les dentifrices, les HEs de lavande, de citron, de citronnelle (**Bouamer et al, 2004 ; Bouanane et Boussehel, 2005**).

➤ **Dans le domaine agroalimentaire:** Les HEs possèdent des activités antioxydants et antimicrobiennes sur plusieurs Bactéries responsables de l'altération des aliments donc ces huiles pourraient réagir comme des agents de conservation des Aliments (**Burt, 2004 ; Tiwari et al., 2009**).

Les HEs ont également des propriétés fongicides. Elles sont utilisées en tant que pesticides car elles ne sont pas toxiques pour les plantes et sont facilement dégradables et sont très efficace contre les moisissures responsables des denrées alimentaires lors de leurs stockages (**Fillatre, 2011**).

➤ **Dans le domaine médical:** En traitement des infections, Les HEs sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques. Ce qui les rend parmi les moyens thérapeutiques pour guérir, ou prévenir les infections .Par

exemple, sont utilisés dans le traitement des affections bactériennes et fongiques de la cavité buccale (Fillatre, 2011 ; Gherib, 2009).

8. Mode d'action

Certains chercheurs estiment que la puissance de l'action des HEs varie en fonction de leurs composants majeurs et que le mode d'action est principalement lié au profil chimique des constituants de chaque HEs, qui est largement diversifié (Djaalali et Bayoud, 2020). Mais d'une manière générale, l'action d'huile essentielle se déroule en trois phases (Labioud, 2016):

- ✓ Attaque de la paroi cellulaire, provoquant une augmentation de la perméabilité, suivie de la perte des constituants cellulaires.
- ✓ Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants structurels.
- ✓ Destruction du matériel génétique, qui conduisant la mort de la bactérie.

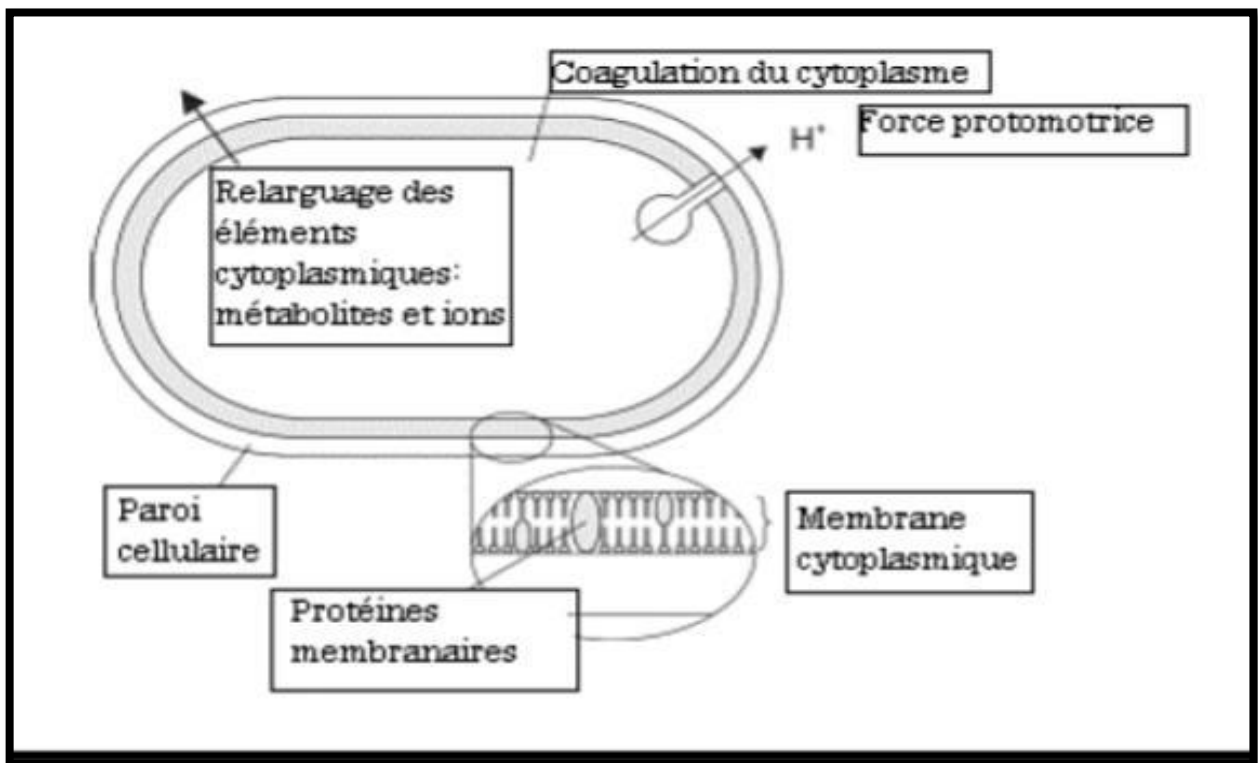


Figure 08: site d'action des HEs sur les cellules bactériennes

9. Toxicité

Les HEs contiennent des milliers de constituants qui peuvent être très efficaces, mais aussi très dangereuses (**Bouanane et Boussehel, 2005**).

Certaines HEs sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau par exemple l'effet irritant qui provient des HEs riches en thymol ou en carvacrole, l'effet allergène provenant des HEs riches en cinnamaldehyde (**Smith et al., 2000**) ou l'effet phototoxique Résultant des huiles de citrus contenant des furocoumarines (**Naganuma et al., 1985**).

D'autres HEs ont un effet neurotoxique. Les cétones comme l'a-thujone sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux (**Franchomme et al., 1990**). Il existe aussi quelques HEs don't certains composés sont capables d'induire la formation de cancers [**Homburger et al., 1968**].

10. Conservation

✓ Les HEs doivent être conservées dans un flacon en verre, qui doit toujours être de couleur sombre car les HEs peuvent être altérées par les rayons ultraviolets du soleil (**Raaman, 2006**).

✓ On choisira de préférence de petites bouteilles d'une contenance de 10 ml, ce qui évite d'avoir des « fonds de flacons » qui traînent trop longtemps et se périment avant d'avoir été utilisés.

✓ Pratique et pour plus de sécurité, choisissez des flacons munis de bouchons inviolables équipés d'un système de sécurité enfant. (**Masango, 2005**).

✓ Les HEs doivent être rangées à l'abri de la lumière et de la chaleur (idéalement, entre 5 et 30°).

✓ L'idéal est de les laisser dans leur emballage (avec la notice) afin d'éviter les erreurs, de les conserver bien rebouchées (elles sont oxydables et volatiles) et debout (pour éviter que les huiles ne « rongent » le bec compte-gouttes et le bouchon, qui sont en plastique) (**Farhat, 2010**).

✓ Il doit constamment être bien scellé par un bouchon étanche afin d'éviter l'évaporation et tout type de dégradations.

Partie expérimentale

1. Cadre et objectif de l'étude

La partie expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie département de Biologie appliquée de la faculté des sciences exacte et science de la nature et de la vie, de l'Université Laarbi Tbessi de Tébessa pendant quatre mois (février –mai 2023).

L'objectif de notre travail est d'évaluer le potentiel antimicrobien de deux plantes médicinales largement utilisées en médecine traditionnelle. Pour répondre à cet objectif, l'étude a porté sur les étapes suivantes :

- Déterminer le rendement d'extraction par hydrodistillation de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens*.
- Déterminer le rendement d'extraction par solvant butanolique, méthanolique, éthanolique de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens*.
- Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens* sur des souches bactériennes par diffusion sur milieu solide (Aromatogramme).
- Etude de l'activité antimicrobienne d'extrait méthanolique, éthanolique, butanolique de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens* sur des souches bactériennes par diffusion sur milieu solide (Aromatogramme).
- Etude de l'activité antibactérienne d'extrait éthanolique sur des souches bactériennes par diffusion sur milieu solide (Aromatogramme).
- Détermination de la concentration minimale inhibitrice et bactéricide d'extrait bioactif vis-à-vis des bactéries testées.

2. Enquête ethnobotanique

La méthode d'approche est une enquête ethnobotanique réalisée dans la région de Tébessa, qui a été choisie pour leur diversité écologique et climatique qui offrent à la population locale une connaissance assez riche en phytothérapie traditionnelle, et du fait que les guérisseurs traditionnels sont réputés pour avoir une bonne connaissance sur l'utilisation des plantes médicinales.

Une fiche technique de l'enquête est représentée en **annexe 02**.

3. Matériel et produit de laboratoire

Le matériel, les produits ainsi que les milieux de culture utilisés dans la présente étude sont cités au fur et à mesure de leur utilisation.

3.1. Matériel végétal

Les plantes médicinales utilisées dans notre étude ont été achetées à partir d'un herboriste (Épices de Kairouan) de la région de Tebessa sous forme séchées. Il s'agit de trois plantes: *Thymus vulgaris* (Thym), *Ruta graveolens* (rue). (On a utilisé Les parties aériennes).

3.2. Les souches testées

L'ensemble des souches testées est représenté dans le **Tableau02**

Tableau 01: Souches bactériennes et fongiques testées

Souche	Référence	Code utilisé	Gram
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC9027	Pseudo.a	Gram -
<i>Enterobacter SP</i>	Isolat Clinique	EN05	Gram-
<i>Bacillus cereus</i>	Isolat Clinique	PCM	Gram+
<i>Bacillus subtilis ATCC</i>	ATCC	B.sub	Gram+
<i>Klebsiella pneumoniae kpnc</i>	Isolat Clinique	Kpnc	Gram-
<i>Escherichia coli</i>	Isolat Clinique	E.coli	Gram-
<i>Escherichia coli EN09</i>	Isolat Clinique	EN09	Gram-
<i>Proteus Vulgaris</i>	Isolat Clinique	P.v	Gram-
<i>Staphylococcus aureus KH07</i>	Isolat clinique	KH07	Gram+
<i>Staphylococcus aureus S.KH</i>	Isolat clinique	S.kH	Gram+
<i>Staphylococcus aureus KH10</i>	Isolat clinique	KH10	Gram+
<i>Staphylococcus aureus KH16</i>	Isolat clinique	KH16	Gram+
<i>Staphylococcus aureus KH06</i>	Isolat clinique	KH06	Gram+
<i>Staphylococcus aureus SARISA ATCC 25923</i>	ATCC 25923	SAR1sa	Gram+
<i>Staphylococcus aureus 149</i>	Isolat clinique	149	Gram+
<i>Staphylococcus aureus 155</i>	Isolat clinique	155	Gram+
<i>Staphylococcus aureus 156</i>	isolat clinique	156	Gram+
<i>Candida sp Y1</i>	Isolat clinique	Y1	Levure
<i>Candida sp Y8</i>	Isolat clinique	Y8	Levure
<i>Candida sp Y11</i>	Isolat cliniqu	Y11	Levure

4. Méthode

4.1. Extraction par hydrodistillation

4.1.1 Principe d'hydrodistillateur

C'est la méthode la plus simple. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques (loi de Dalton et loi de Raoult) (Pavida *et al.*, 1976). Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les HEs se séparent de l'eau par différence de densité. Au laboratoire, généralement, le système utilisé pour l'extraction des HEs est le Clevenger (Lucchesi, 2005).

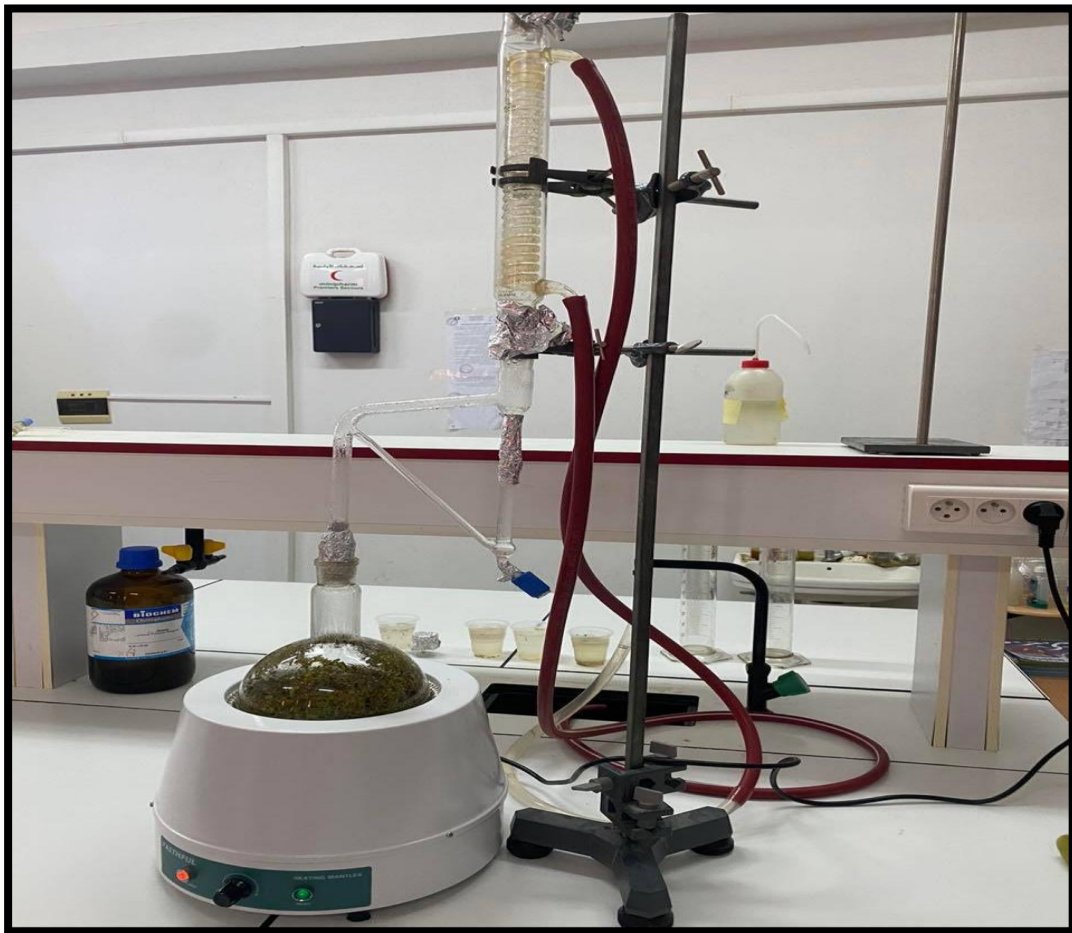


Figure 9 : dispositif d'extraction des HEs de type Clevenger

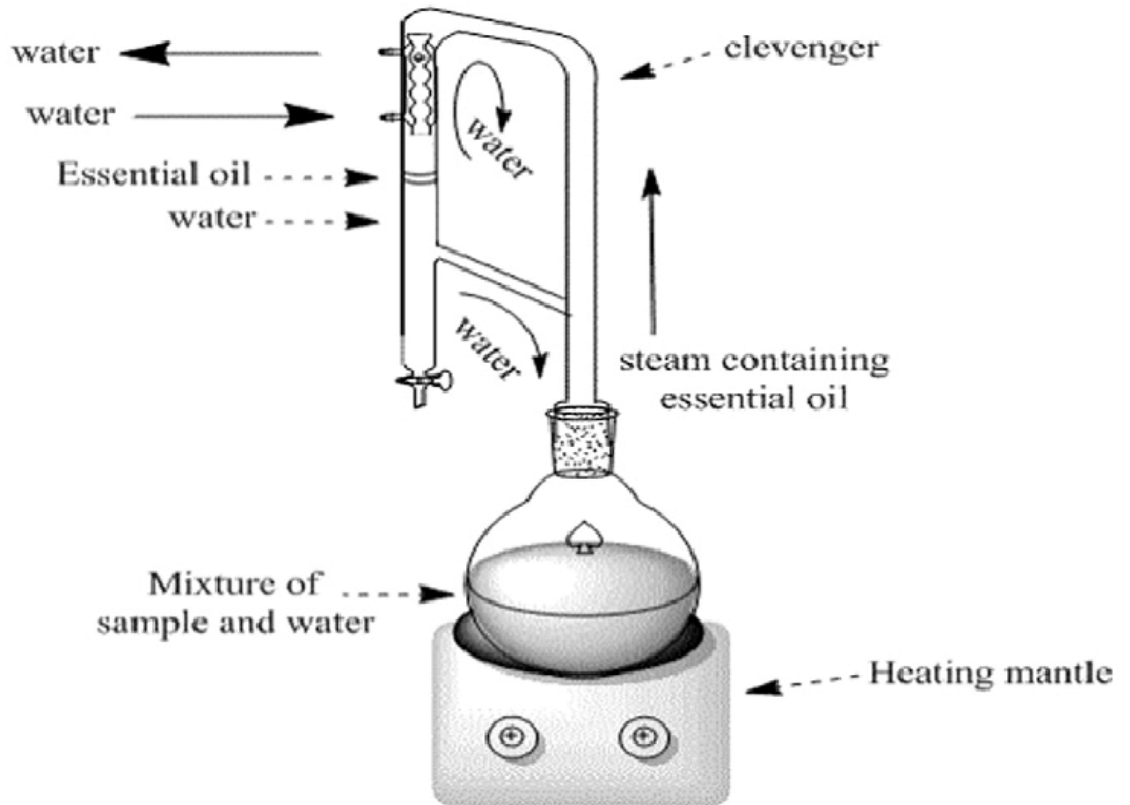


Figure 10: les constituants de Clevenger (Mahtab, 2016)

4.1.2 Mode opératoire

Pour l'obtention des HEs de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolons* on a utilisé les parties aériennes et à l'aide d'un dispositif de type Clevenger.

Avant l'utilisation, l'appareil doit être rincé avec l'acétone et l'eau distillée pour éviter tous types de contamination.

Dans le ballon, on a introduit 100g de la plante avec 1L d'eau distillée. Elle a été menée 3 heures à partir du début d'ébullition. Après extraction, le volume d'huile essentiel obtenu a été mesuré et récupéré.

4.1.3 Conservation

Après l'obtention de l'huile essentielle, il doit être conservé dans des flacons en verre (**Figure 12**) avec étiquetage, et enveloppé avec le papier aluminium à une température de 4 à 6°C pour le protéger de l'air à de la lumière et de tout les facteurs externes qui influencent la qualité d'huile.

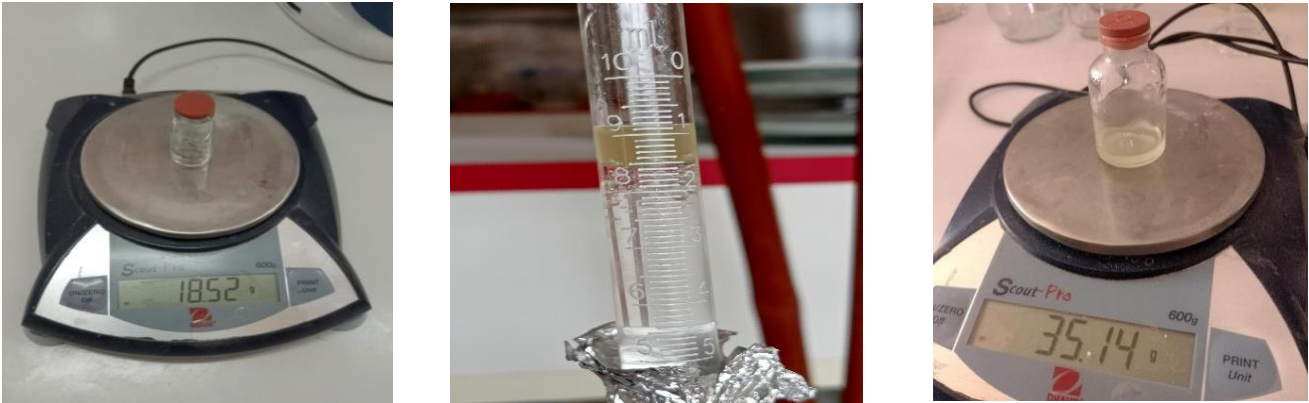


Figure 11: Récupération d'huile essentielle obtenue (**photo personnelle**)

4.1.4 Rendement

Le rendement en huiles essentielles (RHE) est défini comme étant le rapport de la masse de l'huile essentielles (MHE) et la masse du matériel végétal utilisé pendant l'extraction (**Benbouali, 2006**). Il est calculé selon la formule suivante (**Bertella, 2019**).

$$\text{RHE (\%)} = (\text{MHE}/\text{MPS}) \times 100$$

*RHE : Rendement en Huile Essentielle (%).

*MHE : Masse de l'Huile Essentielle obtenue (g).

*MPS : Masse de la Plante Sèche traitée (g).

4.2 Extraction par solvant

4.2.1 Préparation des macérats

Dans un erlenmeyer nous avons procédé à macérer les matériels végétaux séparément (*Thymus* et *Ruta*) dans trois solvants différents: Méthanol, Ethanol et Butanol (**Figure 13**).

Les mélanges sont laissés pendant 48 heures avec une agitation manuellement au cours de la première heure à température ambiante.

Après filtration sur papier Wattman oucoton.

Répéter la procédure trois fois (fraction retenue par le filtre dans 400ml de solvant).

Les filtrants sont évaporées à l'évaporateur rotatif. (**Figure 14**).

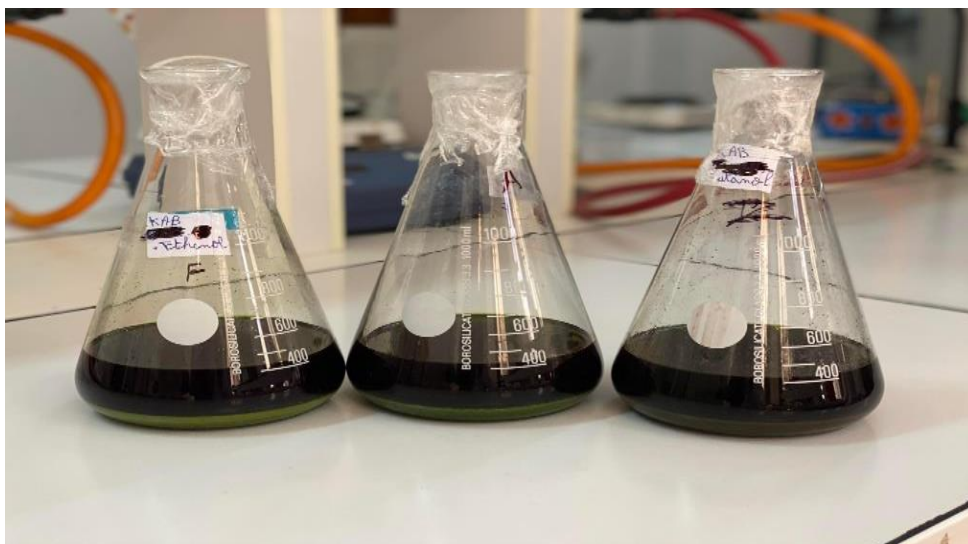
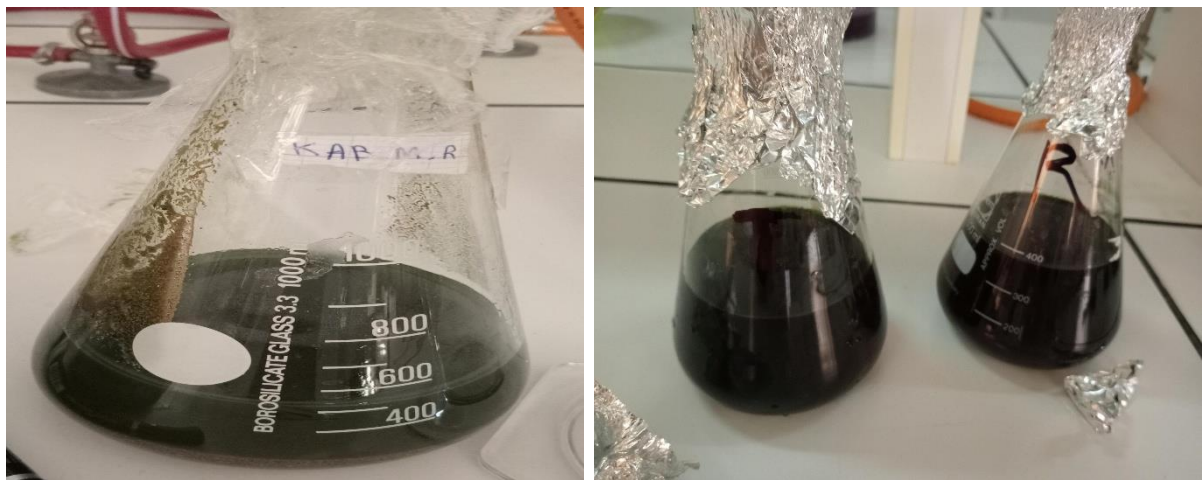


Figure 12 : Macération de matériel végétale (photo personnelle)

-Le poids de la matière végétale, les volumes et les températures de chacun des solvants est indiqué dans le **Tableau 03**

Tableau 03 : Les différentes portions de la matière végétale

Plante	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Ruta graveolens</i>	Température d'évaporation
Poids de plante (g)	50g	50g	
Ethanol	400ml	400ml	60°C
Méthanol	400ml	400ml	45°C
Butanol	400ml	400ml	45°C

4.2.2 Principe de Rotavapor

Un évaporateur rotatif ou Rotavapor est un appareil de laboratoire utilisé généralement en chimie organique pour évaporer rapidement des solvants après avoir été utilisés dans une extraction ou dans un milieu réactionnel. Le plus souvent, l'évaporation du solvant est menée sous pression réduite que l'on obtient au moyen d'une trompe à eau ou d'une pompe à vide. Il est composé de plusieurs parties:

- Un réfrigérant en spirale, équipé d'une prise de vide et d'un robinet pour casser le vide, un ballon de recette pour le distillat, situé dans la partie basse du réfrigérant.
- Un moteur, qui assure la rotation du ballon évaporateur (en forme de poire), par l'intermédiaire d'un tube rotatif d'admission des vapeurs. Le ballon évaporateur contient la solution don't on doit chasser le/les solvant(s).
- Un bain marie, chargé de chauffer le ballon évaporateur (**Derabla, 2016**)

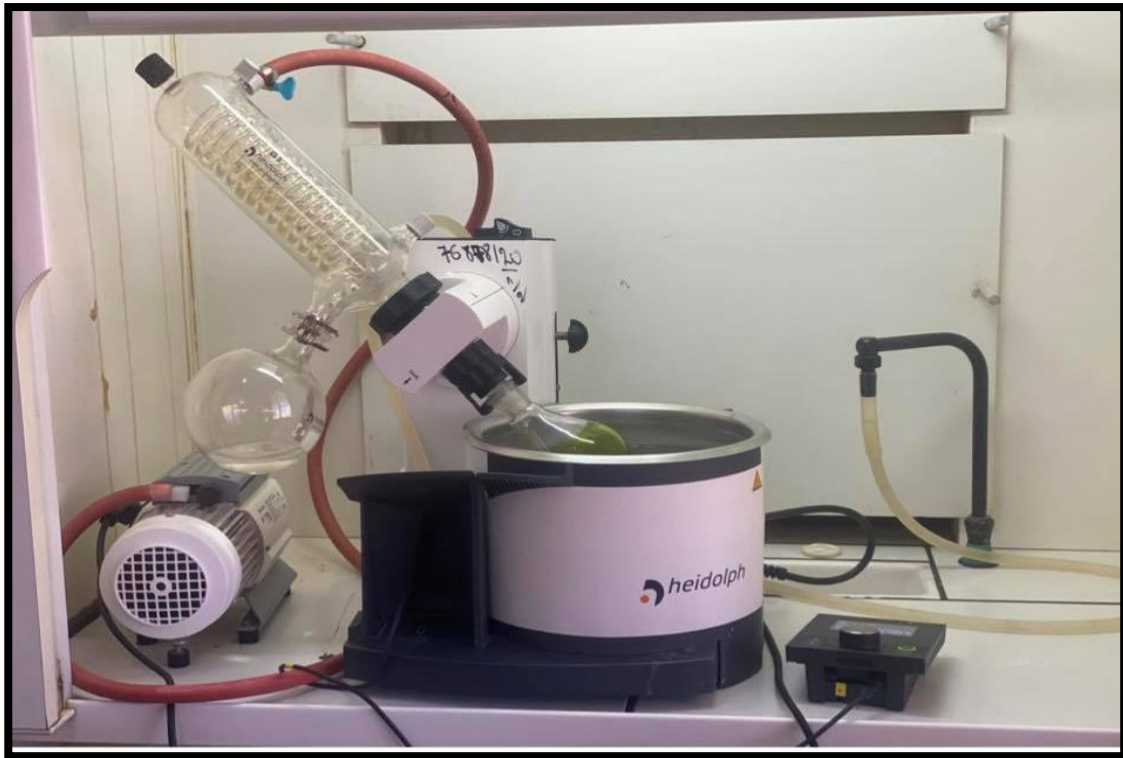


Figure 13 : Dispositif d'extraction des extraits par solvant de type évaporateur rotatif (Photo personnelle)



Figure 14: Récupération d'extrait alcoolique obtenue (photo personnelle)

4.2.3 Mode opératoire

Le mode d'emploi de cet appareil est le suivant:

- Placer le macérât à évaporer dans le ballon d'évaporation.
- Mettre ensuite le ballon d'évaporation sous rotation.
- Ouvrir le robinet d'eau froide relié au réfrigérant.
- Fermer ensuite la vanne reliant le montage à la pression extérieure (vanne de fermeture) et faire le vide à l'intérieur de l'appareillage à l'aide d'une trompe à eau.
- Si l'évaporation n'est pas assez rapide, plonger le ballon d'évaporation contenant le macérât à évaporer dans le bain marie d'eau chaude.
- Procéder à l'évaporation jusqu'à disparition complète du solvant.
- Ouvrir la vanne de fermeture pour remettre la pression atmosphérique à l'intérieur du dispositif.
- Couper l'eau du réfrigérant et de la trompe à eau.
- Enfin, récupérer l'extrait dans un récipient en verre et placez-le dans l'étuve de 40°C. (Rihane et Benlahreche, 2013).

4.2.4. Conservation

Afin d'éviter l'évaporation rapide des extraits et leur exposition à l'air et à la lumière, il est recommandé de les conserver dans des flacons opaques et hermétiquement fermés au réfrigérateur à une température de 4 °C jusqu'à la réalisation des tests antibactériens.

4.2.5. Rendement d'extraction

Les rendements d'extraction ont été déterminés par rapport à la quantité de matière végétale utilisée selon la formule (Habtémariam, 2003):

$$R (\%) = (Ms/Mv) \times 100$$

R (%): Rendement exprimé en %.

Ms: Masse de l'extrait sec résultant en gramme.

Mv: Masse du matériel végétal à traiter en gramme.

4.3 Activité antimicrobienne

4.3.1. Préparation de la culture

Tout d'abord, et pour l'étude de l'activité Anti microbienne, on a réalisé des cultures pures et jeunes (de 18 à 24 heures). Ces souches ont été réactivées par ensemencement (la méthode d'épuisement pour minimiser la charge bactérienne). Ces bactéries ont été cultivées sur des milieux sélectifs, puis sont incubées à 37° C pendant 24 heures.

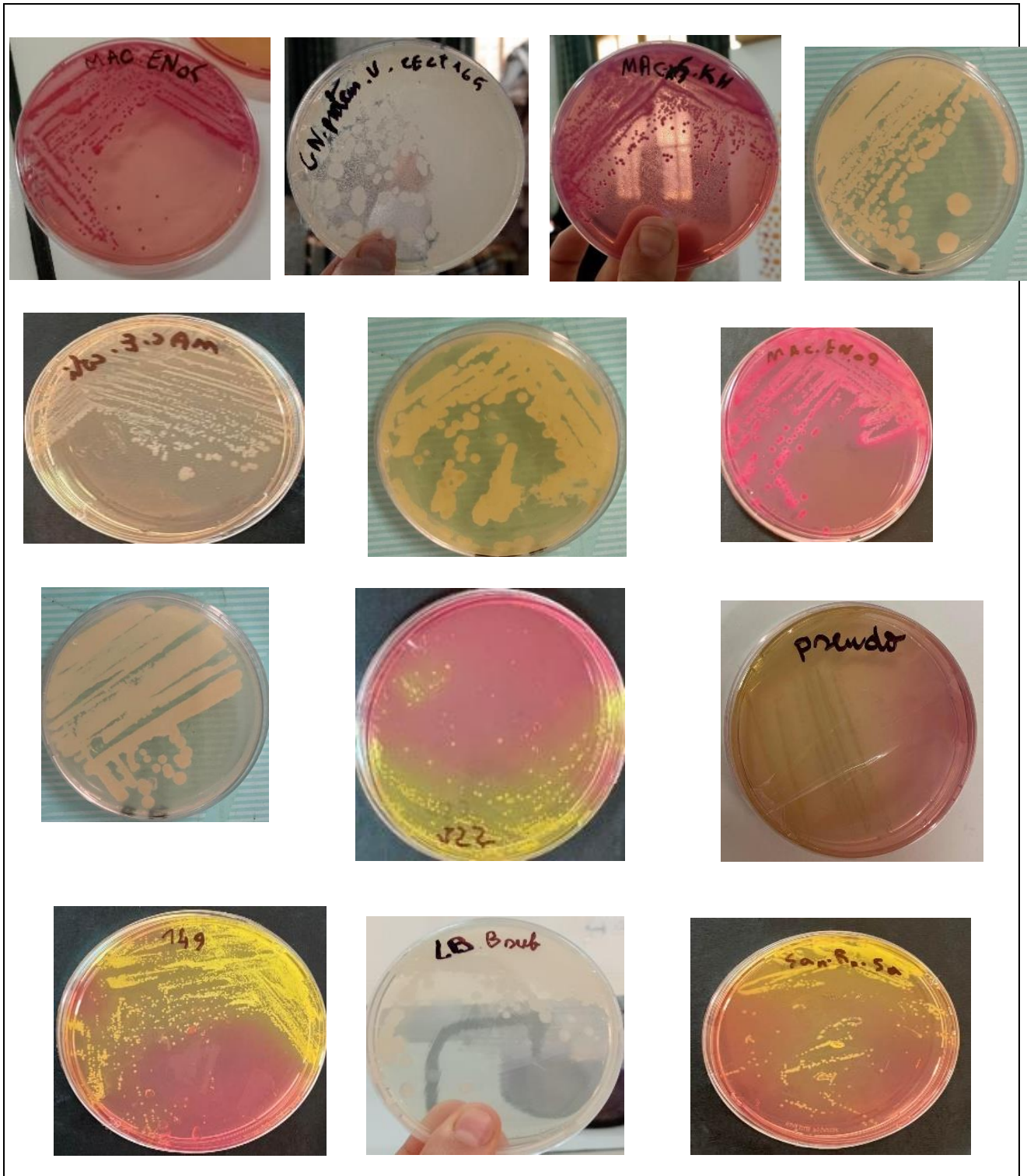


Figure 15: les Différentes cultures fraîches utilisées (photo personnelle)

4.3.2. Méthode de diffusion sur disque (aromatogramme)

4.3.2.1. Principe

L'aromatogramme est basée sur une technique utilisée en bactériologie médicale, appelée antibiogramme. Elle a l'avantage d'être d'une grande souplesse dans le choix des produits à tester et de s'appliquer à un grand nombre des espèces bactériennes (Mehani, 2015). Cette méthode consiste à mettre en évidence une éventuelle activité antibactérienne des extraits bioactifs.

4.3.2.2 Test d'activité antibactérienne

4.3.2.3 Préparation des suspensions

A partir d'une culture sur milieu de repiquage, racler à l'aide d'une anse de platine stérile quelques Colonies (3-5) bien isolées et parfaitement semblables. On Décharge ces colonies une par une à l'aide d'une anse de platine stérile dans des tubes contenant 5 ml d'eau physiologique stérile.

On homogénéise la suspension pour obtenir visiblement une opacité équivalente à 0.5 Mac Ferland. La suspension doit êtreensemencée dans les 15 min qui suivent sa préparation. En refait cette étape pour toutes les bactéries et les champignons du test.

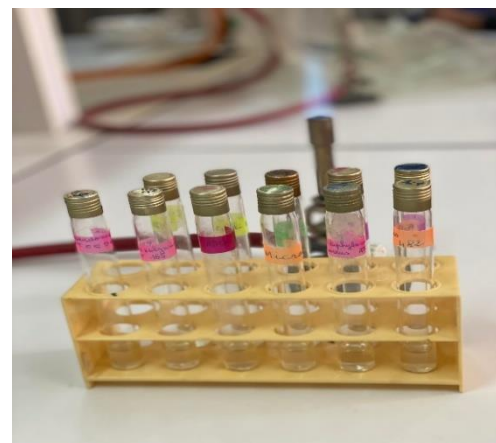


Figure 16 : Suspension bactérienne préparée (photo personnelle)

4.3.2.4 . Encemencement par Écouvillonnage

- Couler aseptiquement le milieu de culture gélosé Mueller Hinton(MH) en surfusion, qui est le milieu le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens; dans des boites de pétri à raison de 20 ml par boite. Laisser refroidir et solidifier sur la paillasse.
- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne, l'essorer en le pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée de haut en bas en stries serrées.
- Répéter l'opération trois fois en tournant la boite de pétri à 60° de façon à croiser les stries sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même, finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

Dans le cas où on ensemence plusieurs boites de pétri, il faut recharger l'écouvillon à Chaque fois.

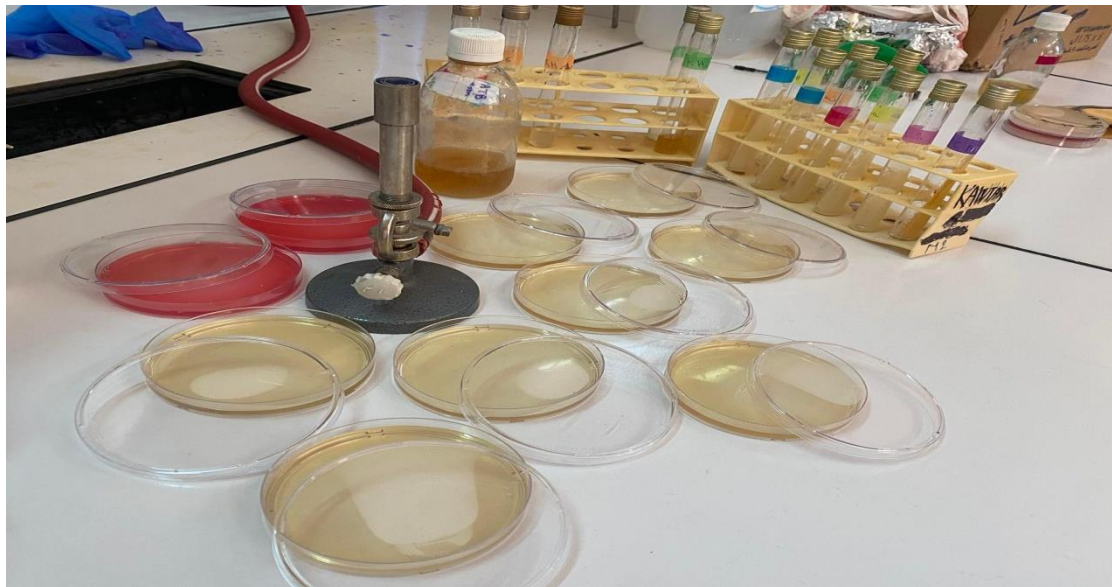


Figure 17: coulage de milieu de culture gélosé Mueller Hinton(MH) dans les boites pétri (photo personnelle)

4.3.2.5 Application des disques

- A l'aide d'une pince stérile, déposer sur la boîte de pétri en appuyant légèrement quatre disques de papier Whatman de 6mm de diamètre stérile .
- Veiller à ne pas chauffer les disques par la pince flambée.
- Ne pas mettre plus de 6 disques sur une boîte de 90 mm de diamètre.
- A l'aide d'une micropipette mettre une dose d'extrait (huile essentielle ou extrait par solvant) sur le disque.
- Des témoins ont été utilisés comme contrôle négatif.
- Placer les boîtes de pétri à basse température (+4°C) pendant 15 à 30mn afin de permettre aux extraits de diffuser dans la gélose avant que les bactéries ne commencent à se multiplier.
- Retirer les boîtes du réfrigérateur et les placer à l'étuve, à la température optimale de croissance du germe à étudier (37 °C) pendant 24 h. Les boîtes doivent être placées couvercle en bas.

Dans ce travail, le méthanol a été utilisé comme solvant d'extraction. Il a été utilisé, également comme témoin dans les tests antibactériens de ces extraits.

4.4. Lecture des résultats

Après une période d'incubation de 24 heures, utilisez une règle graduée pour mesurer le diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant des bactéries. Ce diamètre en millimètres est proportionnel à la sensibilité du germe étudié.

Tableau 02 : Sensibilité des germes selon les diamètres des zones d'inhibition

Diamètre	Degré de sensibilité des germes	Résultat
$X < 8\text{mm}$	Résistante	-
$8\text{mm} < X < 14\text{mm}$	Sensibilité limitée	+
$14\text{mm} < X < 20\text{mm}$	Sensibilité moyenne	++
$X > 20\text{mm}$	Très sensible	+++

4.5. Détermination de la Concentration minimale inhibitrice

La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) de façon générale est la plus faible concentration antimicrobienne capable d'inhiber toute croissance visible après un temps d'incubation de 18 à 24 heures. Ici sa détermination s'est effectuée à partir de la mesure de la turbidité induite par la croissance des germes étudiés. La CMI correspondra donc à la plus petite concentration pour laquelle il y a absence de turbidité. Par conséquent c'est le premier tube où la valeur di est égale à df ($di = df$). (Fadipe et al., 2015).



Figure 18: microplaque de CMI (photo personnelle)

A l'aide d'une anse de platine stérile et pour chaque isolat testé, on a prélevé une colonie bactérienne bien isolé à partir d'une culture jeune de 24h et ensemercer dans un tube d'eau physiologie stérile et agiter par un vortex, à partir de cette suspension on transfère un volume de 100 μ l par micropipette vers un tube de 9ml de bouillon nutritif.

Avant la préparation de la gamme de concentration, d'abord on a préparé la suspension mere (avec une micropipette nous prenons un volume de 1 ml de DMSO à 10 % (10ml de DMSO 90ml de l'eau distillé) avec :

- 30 μ l de l'huile de *Thymus vulgaris*.
- 65 μ l de l'huile de *Ruta graveolens*.
- Le *thymus* a dilué à 1/10 parceque il montre une forte activité, par contre l'huile de *Ruta* monte une activité moindre que celui de thymus donc la dilution est $\frac{1}{2}$

- A partir de la suspension mère on va préparer une gamme de dilution qui contienne 1ml de solvant DMSO à 10 pourcent a chaque fois nous prenons 100 ul de suspension mère d'huile de thymus dans une série de dilution a chaque fois la dilution est à 1/10
- A l'aide d'une micropipette nous prenons un volume de 65 ul de huile de ruta plus 1 ml de solvant (DMSO à 10 pourcent après a partir de cette suspension mère nous avons préparer une gamme de délusion à $\frac{1}{2}$ (parceque l'activité d'huile de ruta est moins forte par apport d'huile de thymus nous prenons 500 ul a partir de suspension mère et a chaque fois placer dans une série de délusion qui contient un volume de 1 ml de solvant DMSO et cette délusion est à $\frac{1}{2}$ a partir de suspension mère jusqu'à la dernier dilution .
- La première colonne de la microplaque est remplis par le solvant DMSO à 10 % plus 5 ul de la bactérie il faut que le résultat de témoin est -pour éliminé la probabilité de l'activité antibactérienne de DMSO à 10 % deuxième colonne est remplis de volume de 95 ul de milieu MH + 5 ul de la bactérie pour garentir la croissance bactérienne et le 3 éme colonnes remplis par suspension mère d'huile et les autres colonnes remplis par les délusion .
- La préparation du suspension mère d'extrait consiste à prendre 4 mg d'extait solubilisé à 1ml de méthanole (le solvant témoin) plus 5 ul de la bactérie.
- la délusion faites a partir de suspension mère nous prenons 500 ul d'extrait c'est-à-dire délusion à $\frac{1}{2}$.
- la première colonne de puit de la microplaque est remplis de 100 ul de solvant méthanole+ (5 ul la bactérie) il faut que la bactérie pousse.
- deuxième colonnes, les puits de la microplaque sont remplis avec 95 ul de milieu MH plus 5 ul de la bactérie pour garentir la croissance bactérienne.
- Le 3ème puit remplis avec 100 ul de la suspension mère de l'extrait et les autre colonnes sont remplis avec les délusion a $\frac{1}{2}$ a chaque fois 100 ul a partir de premier délusion jusqu'à la dernière délusion.
- Toujours on a besoin un témoin que ce soit extait pure au huile pure pour déterminer la l'activité antibactérienne de la bactérie.

4.6. Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide (CMB)

La CMB est la concentration de l'antimicrobien qui laisse au plus 0.01% de germes survivants. Pour sa détermination, le tube témoin a été dilué jusqu'à 10^{-4} . Cette dilution a représenté 0,01% de survie. Elle est repiquée par strie de 5 cm sur une Gélose Mueller Hinton puis incubée à 37°C pendant 24 heures.

Le nombre de germes obtenus sur la strie de la dilution 10^{-4} est comparé à celui de chaque tube expérimental également repiqué par strie de 5cm. Ainsi, le premier tube expérimental dont le nombre de germes présent sur sa strie est inférieur ou égal à celui de la dilution 10^{-4} correspondra à la CMB.

Résultats et discussion

1. L'enquête ethnobotanique

L'enquête ethnobotanique réalisée dans la région de Tebessa 1 a permis d'interroger des personnes des deuxsexes (hommes et femmes), âgées de 20 à plus de 55 ans, mariées et célibataires et à des niveaux intellectuels différents (figure 20), qui nous ont informées sur les applications thérapeutiques et traditionnelles locales de notre plantes médicinales.

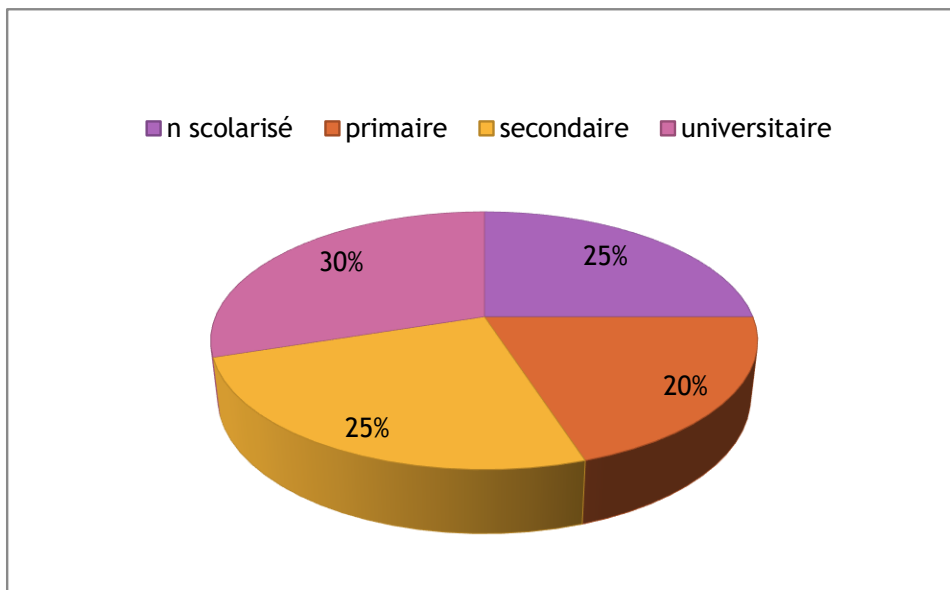


Figure 19: niveau d'étude des personnes questionnées

1.1 *Thymus vulgaris*

a. Catégories pour l'usage de *Thymus* : Dans la zone d'étude, notre plante est utilisée beaucoup plus pour les femmes par rapport aux hommes (33% contre 17%), et beaucoup plus pour l'adulte que l'enfant avec des pourcentages de 35% et 15% respectivement, parce les composants de cette plante peuvent avoir un effet néfaste pour les personnes moins de 10 ans.

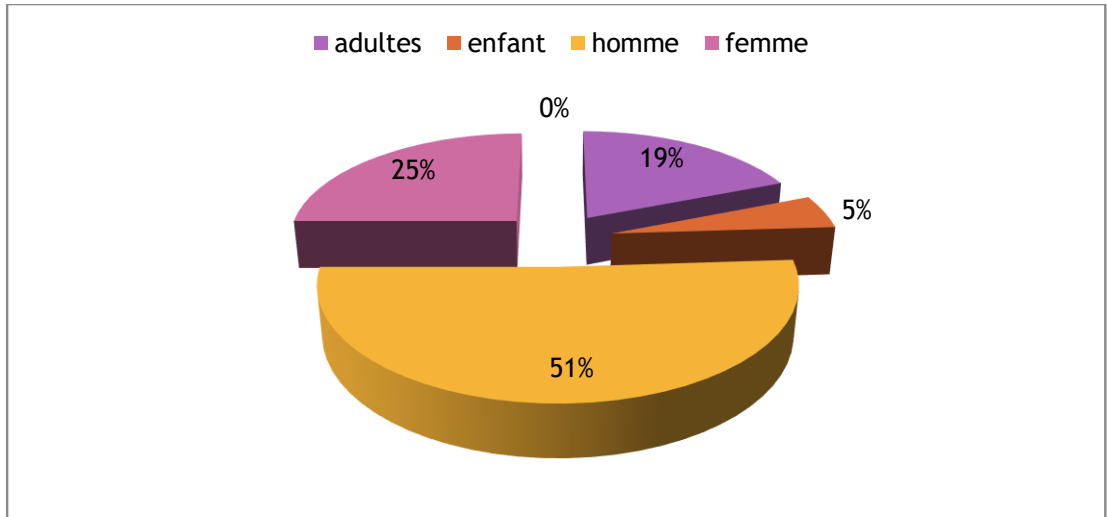


Figure 20 : les catégories des personnes qui utilisent le *Thymus vulgaris*

b.Efficacité : Selon la **Figure 22**, la grande majorité des usagers des plantes médicinales ont dit que le *Thymus* est efficace pour plusieurs maladies, avec un pourcentage de 65 %. Néanmoins, les personnes qui déclarent que elle a un effet moyen ont un pourcentage de 21%, alors que celles ayant une réponse de (efficacité Faible) ont un pourcentage (8%) alors que celle ayant la réponse de (non efficace), ont le plus faible pourcentage qui est 6%.

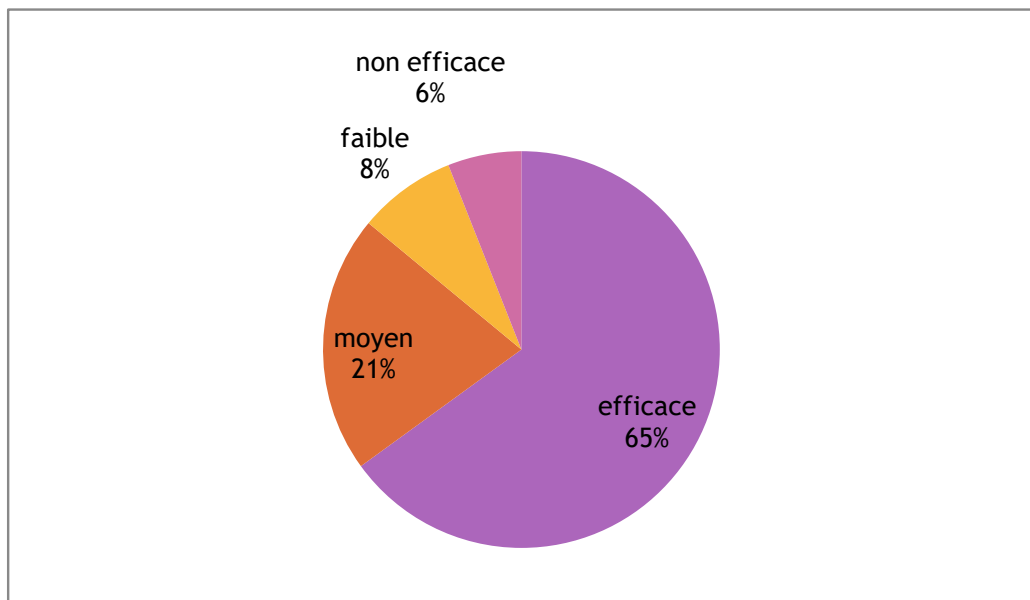


Figure 21: Efficacité de *Thymus vulgaris*

c. Information sur la plante : La plante de *Thymus vulgaris* est utilisée par les personnes selon : la lecture sur les effets de cette plante (28%), des expériences personnelles (33 %), ou selon les expériences des autres (39%). Cette dernière, est la catégorie qui englobe la majorité des réponses, car celle-ci les encourage pour faire tester ou de minimiser les charges matérielles exigées par le médecin et le pharmacien.

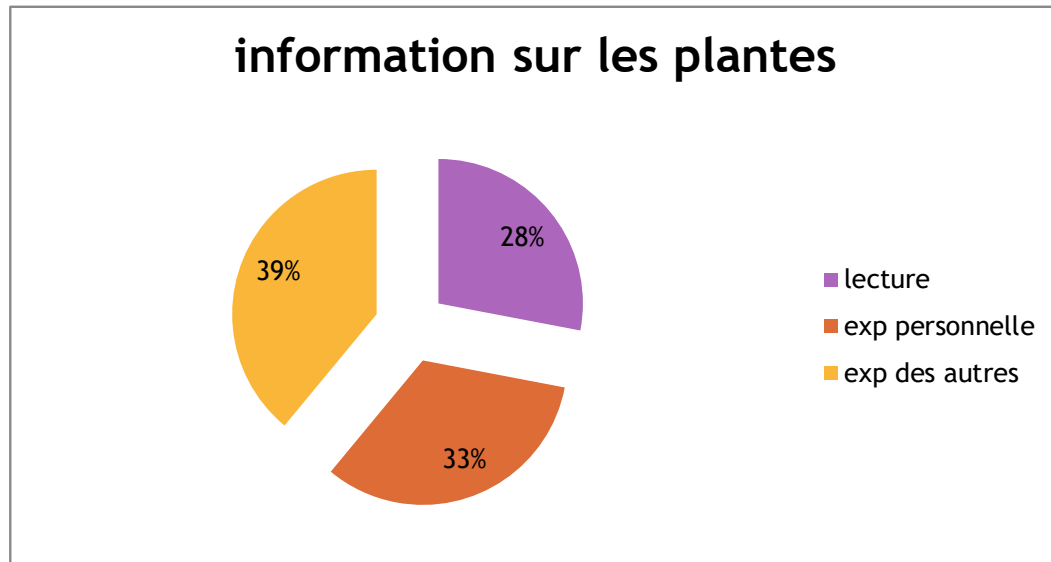


Figure 22: information sur la plante de *Thymus vulgaris*

d. Parties utilisées : Les principes actifs peuvent être situés dans différentes parties des plantes médicinales (feuilles, fleurs, racines, écorce, fruits, graines, rhizome...). Dans la zone d'étude, les feuilles restent la partie la plus utilisée des plantes médicinales avec un taux de 25%, suivies par les tiges et les huiles avec des pourcentages de 20% et 17 % respectivement, puis viennent les fleurs et les grains avec des taux d'utilisation de 10% et 7% (**Figure 24**).

La fréquence d'utilisation élevée de feuilles peut être expliquée par l'aisance et la rapidité de la récolte (**Bitsindou, 1986**) mais aussi par le fait qu'elles sont le siège de la photosynthèse et parfois du stockage des métabolites secondaires responsables des propriétés biologiques de la plante (**Bigendako et al., 1990**).

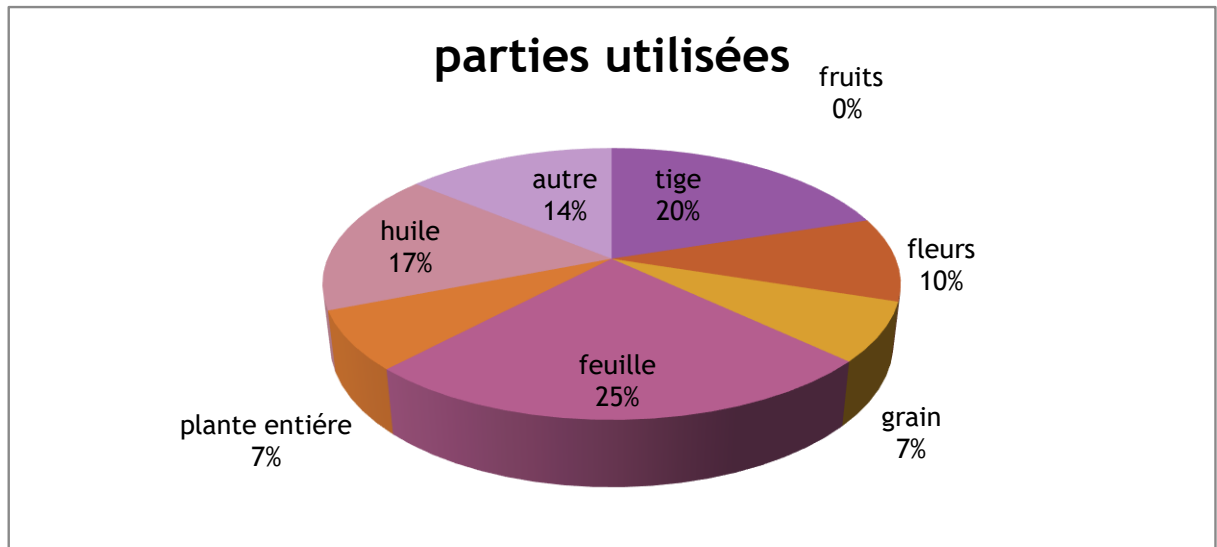


Figure 23: parties utilisées de *Thymus vulgaris*

e. Les modes d'utilisation : selon la (Figure 25), les plus répandus sont classés comme suit : l'infusion, macération, et décoction, avec respectivement 60% ; 25% ; et 15%. La meilleure utilisation de *Thymus* serait celle qui en préserverait toutes les propriétés tout en permettant l'extraction et l'assimilation des principes actifs (Dextreit, 1984). De plus, le *Thymus vulgaris* a des effets indésirables quand il est pratiqué de façon incorrecte par les patients. De ce fait, la médecine doucedoit être pratiquée avec précaution et à l'intérieur des paramètres et des mesures bien précises (Benlamdini et al., 2014).

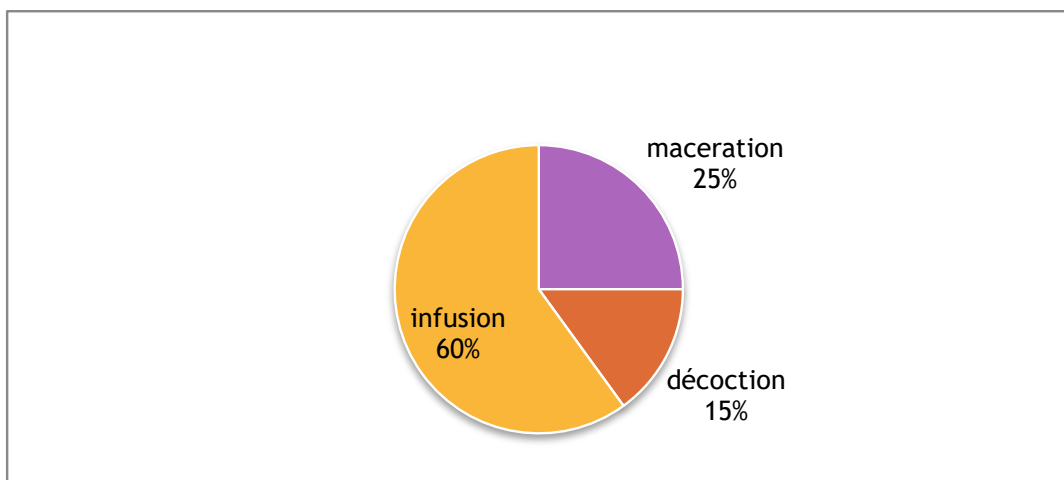


Figure 24 : modes d'utilisation de *Thymus vulgaris*

F. **Moded'administration** : l'utilisation de *Thymus* se fait selon plusieurs façons, et d'après les réponses collectées, on peut les classés par l'ordre suivant : orale (35%), rinçage (20%), massage et badigeonnage (15%). Ces résultats donnés montrent que même le mode d'administration joue un rôle très important pour l'activité des substances actives situés dans la plante. Les formes d'utilisation pourraient varier selon les ressources exploités, la région, le genre, le sexe et les groupes ethniques (Belem et al., 2008 ; Camou-Guerrero et al., 2008).

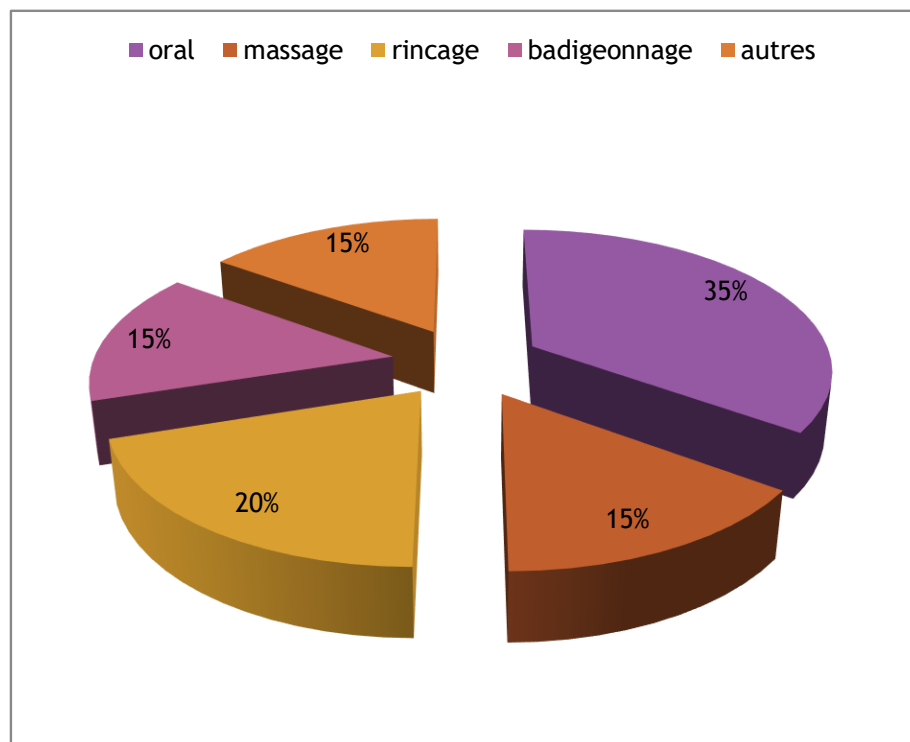


Figure 25: mode d'administration de *Thymus vulgaris*

g. **Façons d'utilisation de *Thymus vulgaris*** : Selon la Figure 27, la grande majorité des usagers des plantes médicinales ont dit qu'ils achètent le thymus est pour plusieurs maladies, avec un pourcentage de 60%. Néanmoins, 25% des personnes cueillent cette plante, alors que celles ayant une réponse de (donné) ont un pourcentage (15%).

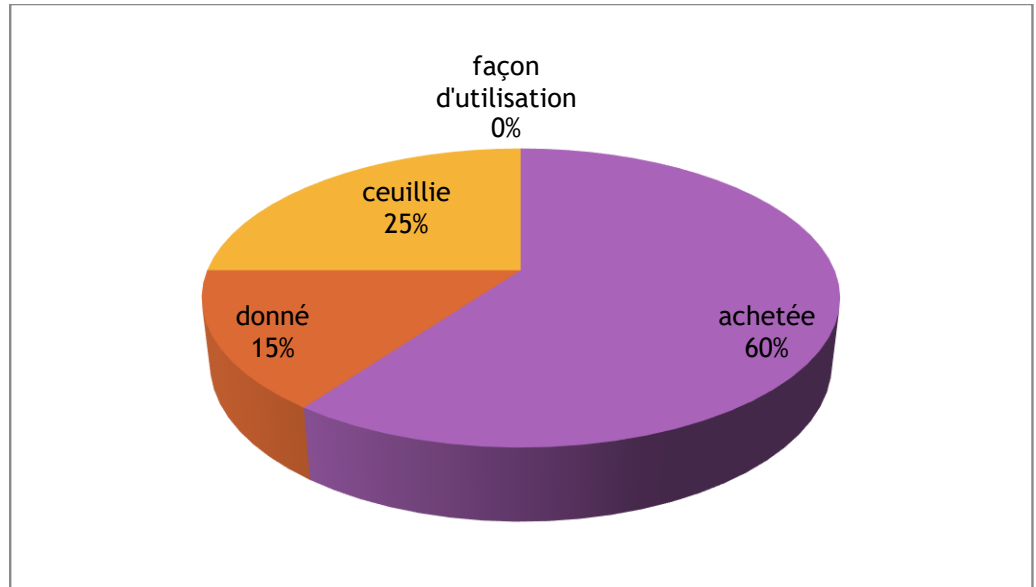


Figure 26: façons d'utilisation de *Thymus vulgaris*

1.2. *Ruta graveolens*

a. Catégories pour l'usage de *Ruta* : Dans la zone d'étude, et selon la figure, notre plante est utilisée beaucoup plus pour les femmes par rapport aux hommes (42% contre 35%), et beaucoup plus pour l'adulte que l'enfant avec des pourcentages de 15% et 8% respectivement, parce que elle peut causer des perturbations chez les personnes moins de 12ans.

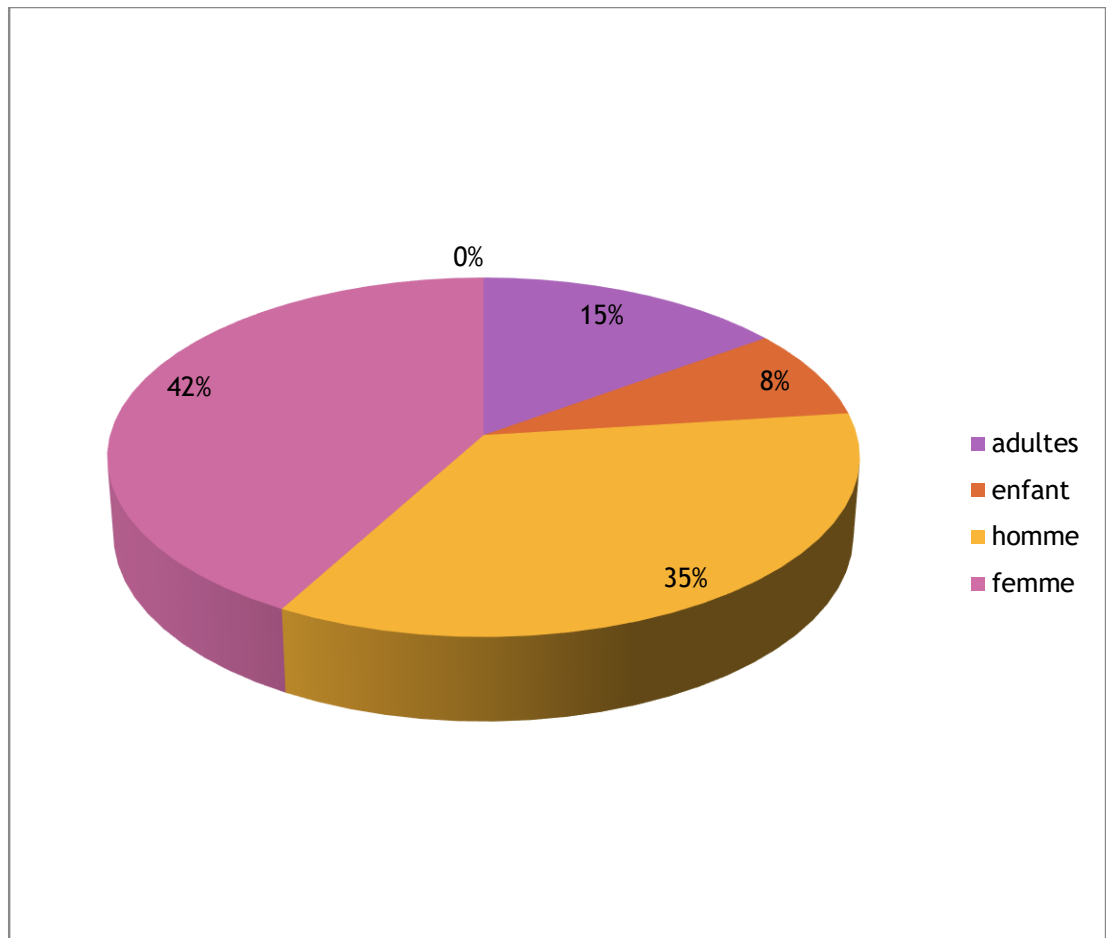


Figure 27: les catégories qui utilisent *ruta graveolens*

b.Efficacité : Selon la **Figure 29**, la grande majorité des usagers des plantes médicinales ont dit que le Ruta est efficace pour plusieurs maladies, avec un pourcentage de 60%. Néanmoins, les personnes qui déclarent qu'elle a un effet moyen ont un pourcentage de 30%, alors que celles ayant une réponse de (efficacité Faible) ont un pourcentage (10%).

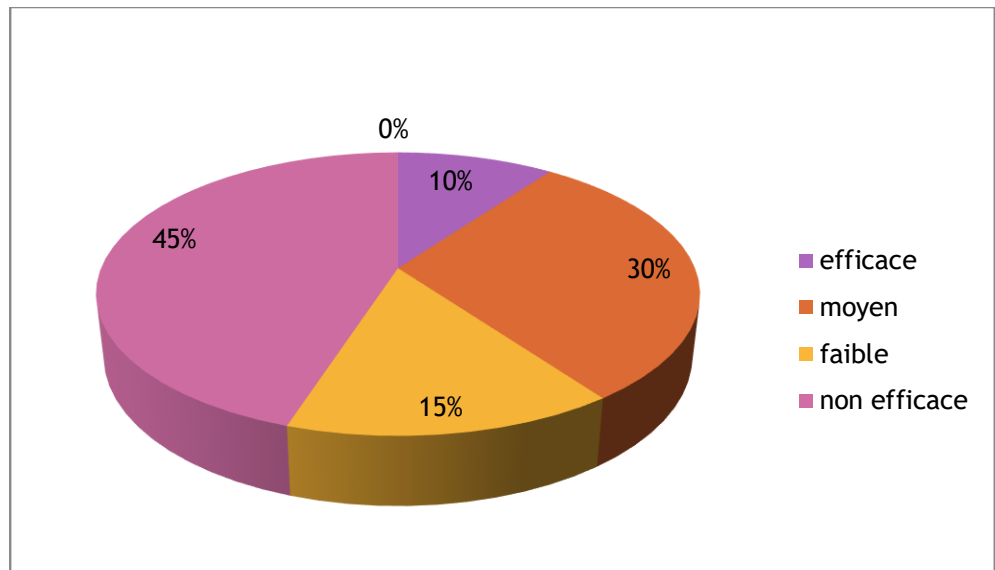


Figure 28 : efficacité de *Ruta graveolens*

c. Information sur la plante : La plante de *Ruta graveolens* est utilisée par les personnes selon : la lecture sur les effets de cette plante (17%), des expériences personnelles (33%), ou selon les expériences des autres (50%). Cette dernière, est la catégorie qui englobe la majorité des réponses, car celle-ci les encourage pour faire ou tester la Ruta dans le traitement de nombreux problèmes sanitaires.

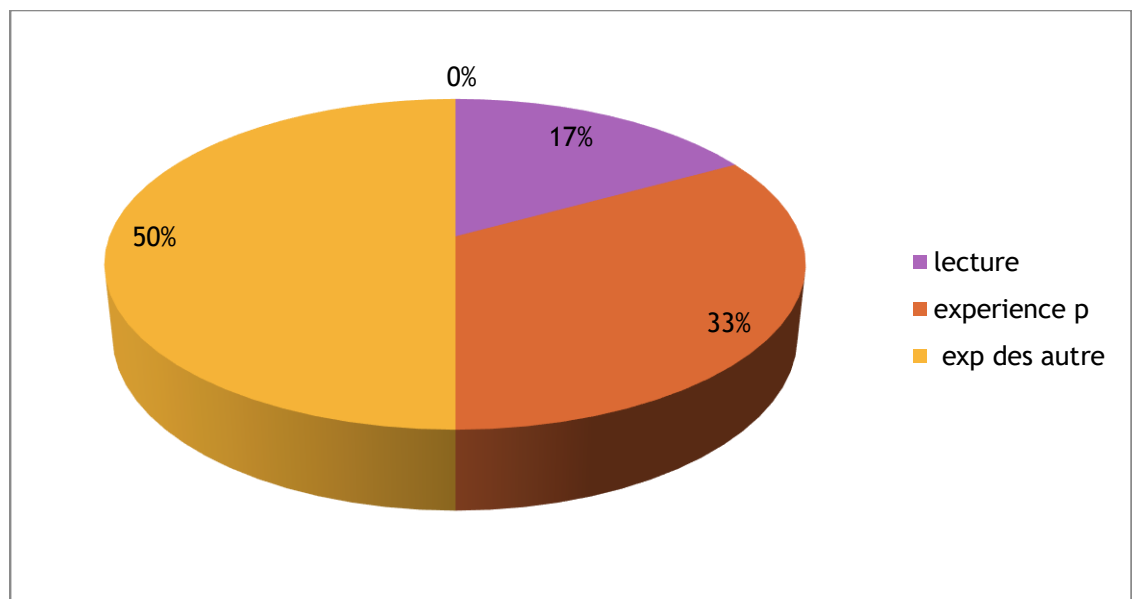


Figure 29 : information sur la plante

d. Partie utilisée : Les principes actifs peuvent être situés dans différentes parties des plantes médicinales (feuilles, fleurs, racines, écorce, fruits, graines, rhizome...). Dans la zone d'étude, les tiges sont la partie la plus utilisée de cette plante avec un taux de 35 %, suivies par les huiles et les écorces avec des pourcentages de 20% et 14 % respectivement, puis viennent les rhizomes avec un taux d'utilisation de 10% et les feuilles (7%), puis en dernier lieu on a les bulbes (3%), la plante entière (3%), et les fleurs (1%) (**Figure 31**).

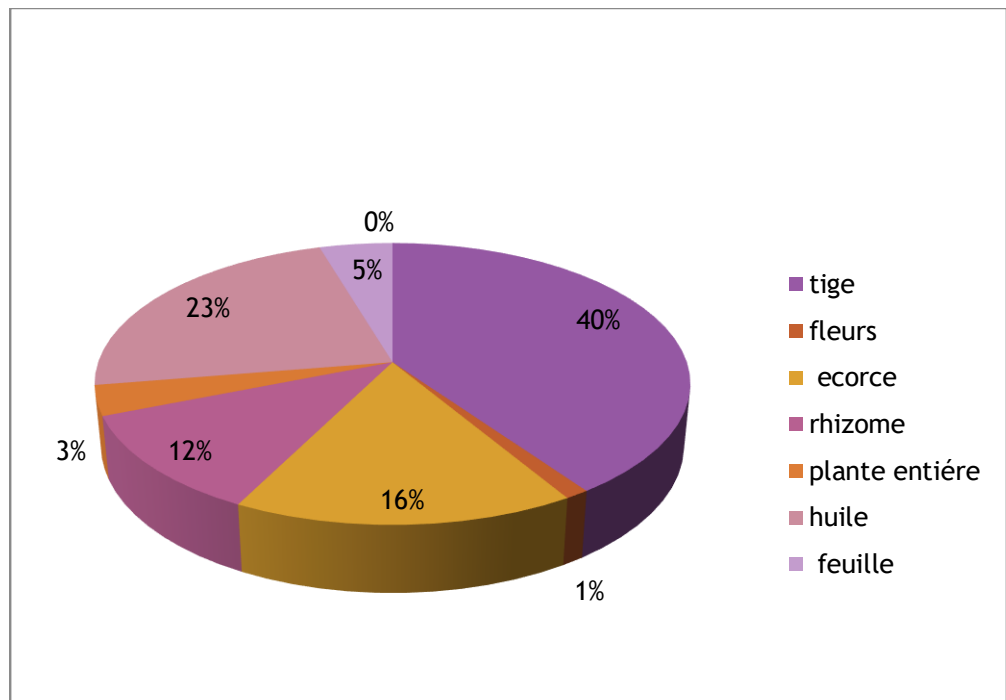


Figure 30 : les parties utilisées de la plante de *Ruta graveolens*

e. Les modes d'utilisation (Figure 32) : les plus répandus sont classés comme suit : l'infusion, macération, et décoction, avec respectivement 40% ; 32% ; et 28%.

La meilleure utilisation de *Ruta* serait celle qui en préserverait toutes les propriétés de la plante. De plus, *Ruta graveolens* a des effets indésirables quand il est pratiqué avec des grandes quantités par les patients.

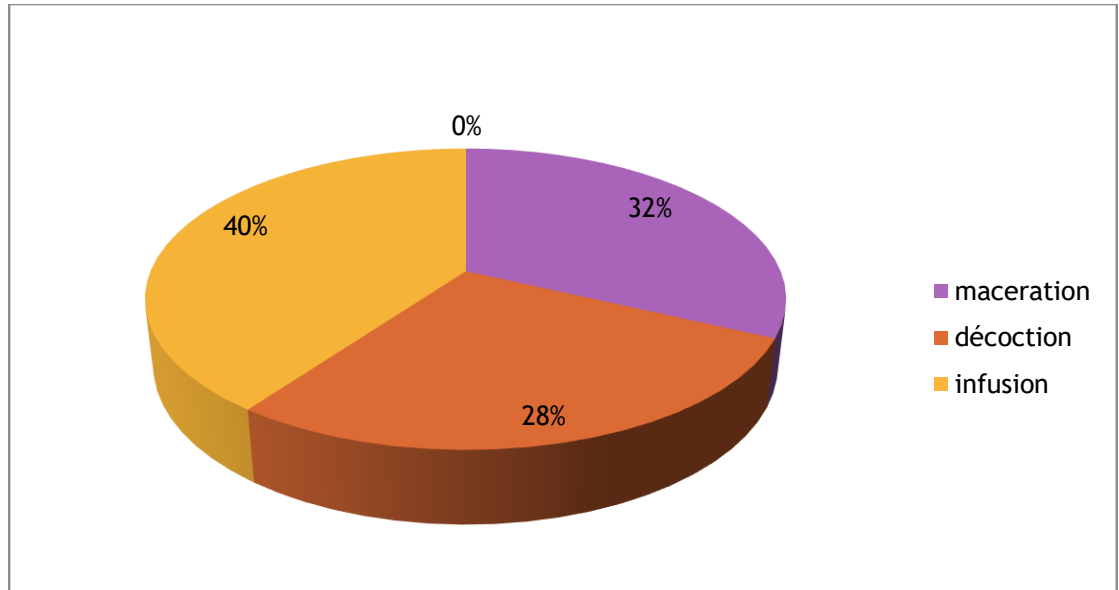


Figure 31: mode d'utilisation de *Ruta graveolens*

f. Mode d'administration : l'utilisation de *Ruta* se fait selon plusieurs façons, et d'après les réponses collectées, on peut les classer par l'ordre suivant : orale (70%), massage (11%), badigeonnage (10%) et rinçage (9%). Ces résultats donnés montrent que même le mode d'administration joue un rôle très important pour l'activité des substances actives situées dans la plante.

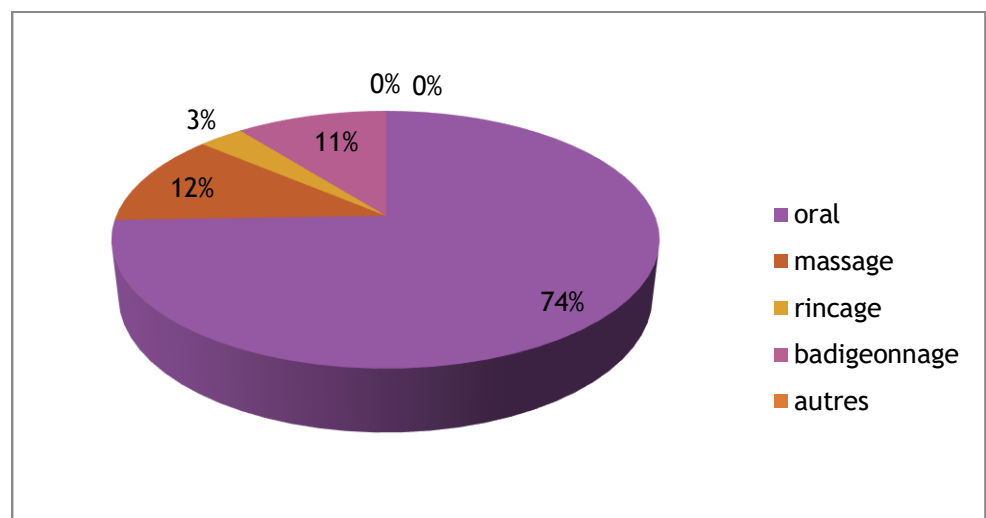


Figure 32: les modes d'administration de *Ruta graveolens*

g. Façons d'utilisation de *Ruta graveolens* : Selon la **Figure 34**, la grande majorité des usagers des plantes médicinales ont dit qu'ils achètent le ruta est pour plusieurs maladies, avec un pourcentage de 75%. Néanmoins, 15% des personnes cueillent cette plante, alors que celles ayant une réponse de (donné) ont un pourcentage (10%).

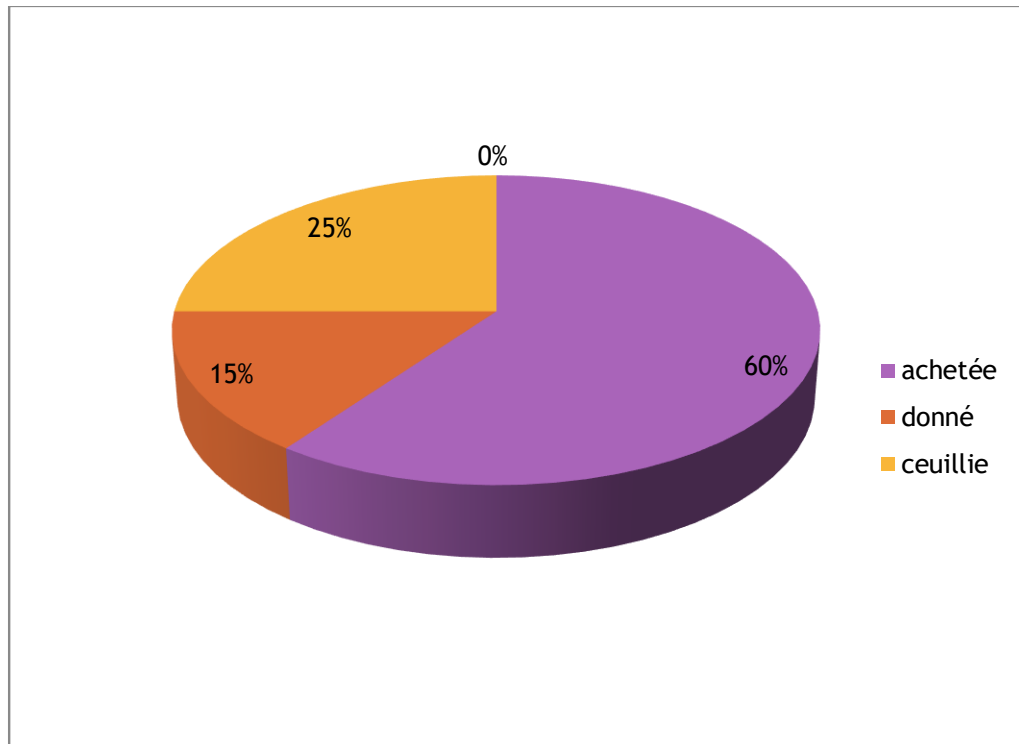


Figure 33: les façons d'utilisation de *Ruta graveolens*

1.3. Discussion

Durant des siècles et même de, nos ancêtres ont utilisé les plantes pour soulager leurs douleurs, guérir leurs maux et panser leurs blessures. De génération en génération, et malgré le progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement, en l'absence d'un système médical moderne (Tabuti et al., 2003). En effet, il existe environ 500.000 espèces de plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicales (Quyoun, 2003).

Selon (Agbo, 2010) les études ethnobotaniques apparaissent comme une bonne approche pour comprendre dans une région donnée, les utilisations ainsi que les perceptions socioculturelles et économiques des ressources végétales par les populations locales. Les facteurs qui affectant les formes d'utilisation et la valeur accordée aux ressources végétales par les communautés font encore un objet de discussions dans la littérature scientifique. Les formes d'utilisation pourraient varier selon les ressources exploités, la région, le genre, le sexe et les groupes ethniques (Belem et al., 2008 ; Camou et.al, 2008).

Dans cette optique, une enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales a été entreprise dans la région de Tebessa (Algérie).

Afin d'identifier les utilités thérapeutiques et les habitudes des populations locales concernant trois plantes (*Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens*).

2. Résultats des tests réalisés sur les plantes

2.1 .Les huiles essentielles

Une HE est un extrait liquide et aromatique obtenu généralement par hydrodistillation. les Caractéristiques et les rendements des extraits des deux plantes (*Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens*) sont exprimés dans les tableaux ci dessous. (Tableau05).

Tableau 03: caractéristiques organoleptiques et rendement des HEs obtenus.

Huile essentielle	Quantités de matière végétale	Aspect	Couleur	Rendement (%)
Thymus vulgaris	600g	Liquide	Jaune	$(12.92/600)*100=2.15\%$
Ruta graviolens	50g	Liquide limpide	Jaune pâle	$(6.67/650)*100=1.20\%$

2.1.1. Rendement

2.1.1.1 *Thymus vulgaris*

Le rendement obtenu HE de *Thymus vulgaris* par un hydrodistillateur de type Clevenger dans notre travail est de 2.15% de la masse sèche des parties aériennes de la plante.

Nos échantillons de *Thymus vulgaris* fournis à l'extraction par l'appareil de Clevenger, un taux de rendement moyen pour 100g de matière végétale sèche est exprimé par une valeur de 2.15 %.

Le rendement de notre HE est très faible par rapport à celui obtenu par (Djerrarri et Crouzet, 1990) à partir de la même plante qui a été prélevée du sud de la France avec une valeur de 9,77%.

Une étude faite par (Jordán et al., 2006) en Espagne a donné des résultats proches à notre (de 2.17 à 4.73%).

On a comparé aussi notre résultat Avec celle de la France (1.60%) selon (Satyal et al., 2016), de Sétif (1.42%) selon (Nedjai et Nedjai., 2017), et de Blida (1.58%) selon (Bouguerra et al., 2017) qui ont été inférieurs à notre résultat.

Tandis que des concentrations plus élevées ont été reportées en Jordanie (5%) selon (Hudaib et Aburjai, 2007), de Ain Defla (2.70%) selon (Sidali et al., 2014), et aussi à Tlemcen (4.2%) selon (Abdelali, 2017).

La différence observée dans le rendement de l'HEs de *Thymus vulgaris* due à plusieurs facteurs pouvant influencer la composition chimique et le rendement des huiles (irrigation, période de récolte, méthode d'extraction, facteurs environnementaux...). Ce qui intéresse tous les consommateurs d'HEs, l'industrie qui cherche de bons rendements dans l'extraction de molécules spécifiques ou une composition chimique stable qui souhaite une huile exprimant son plein potentiel d'efficacité.

2.1.1.2 *Ruta Graveolens*

L'HE de *Ruta graveolens* obtenue par un hydrodistillateur de type Clevenger est de couleur jaune pâle avec une odeur agréable et avec un rendement de 1.20% de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

Le rendement d'HE de la masse sèche des parties aériennes de *Ruta graveolens* obtenu dans notre travail est de 1.20%. En comparaison avec d'autres études, nous trouvons que ce résultat est supérieur à ceux qui sont rapportés à la région de Souk-Ahras par (**Boughendjioua, 2019**), qui obtient un rendement de 0,65%. (**França et Nascimento, 2015**) montre que l'HE de feuilles fraîches de *Ruta graveolens* ont un rendement de 1,29 %.

On outre, (**Attiaet, 2018**), a obtenu un rendement de 0,36 et 0,21% pour les feuilles et les fleurs de *Ruta graveolens*. (**Dris et al., 2022**), obtiennent un rendement de $0.81 \pm 0,10$ qui est inférieur par rapport à notre résultat.

Par ailleurs, un rendement élevé de 1,29 % par rapport à notre résultat (1.20%) à été obtenu par (**Reddy et al., 2016**), en utilisant les parties aériennes de la même espèce, et en utilisant la même technique d'extraction.

On a trouvé aussi que notre Rendement est supérieur à celles qui sont trouvés par au

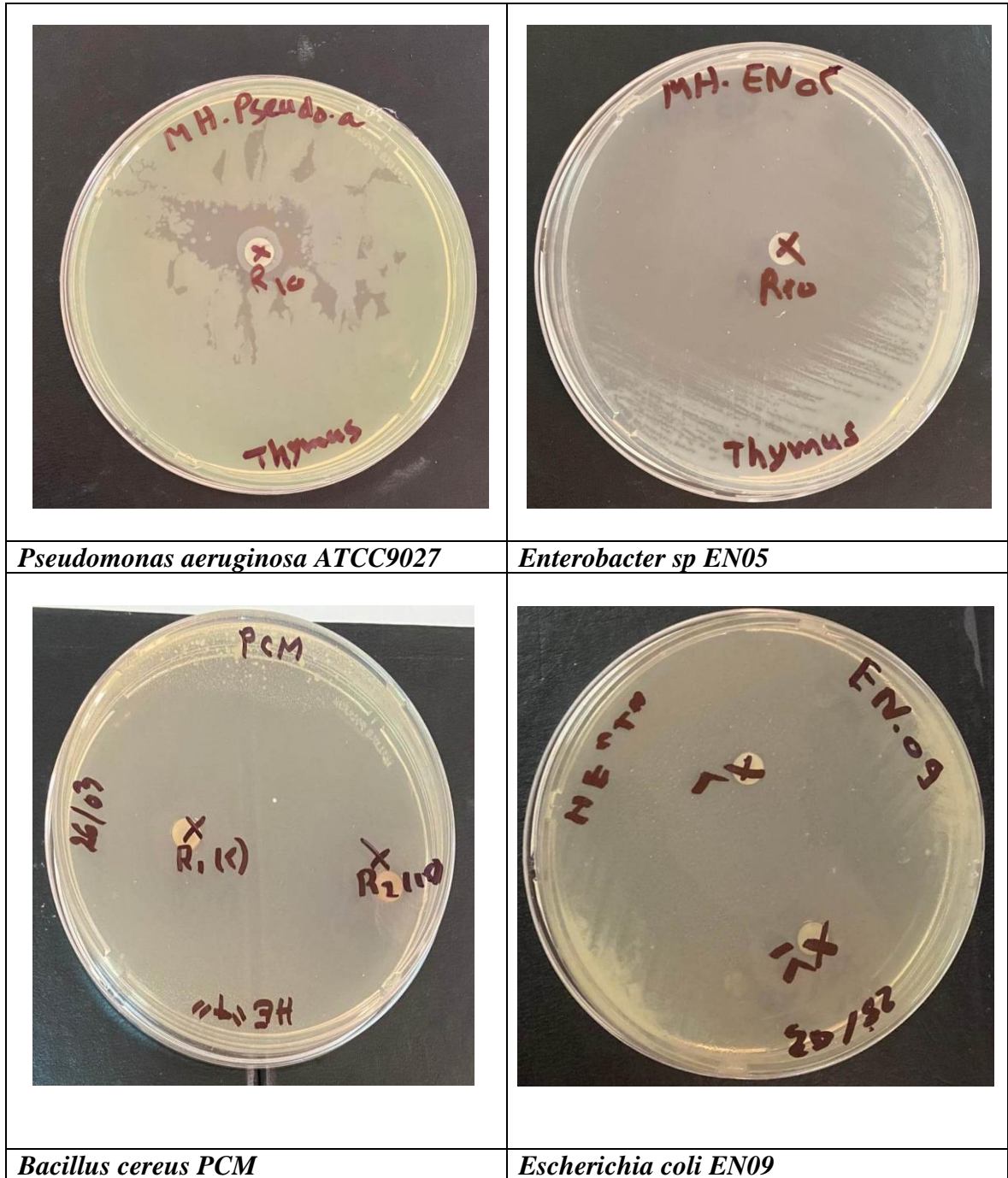
(**Semerdjieva et al., 2019**), qui ont obtenu un rendement en HE des fruits séchés de *R. graveolens* de 0,39 %, et (**Benhadj et al., 2007**), qui ont obtenu par hydrodistillation des feuilles et les tiges fraîches de la même espèce, collectée de la Tunisie, des rendements en huile essentielle de 0,30 % et 0,10 % respectivement.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer les différences de rendements en HE de *Ruta graveolens*. Il s'agit notamment de l'origine géographique de la plante, des conditions environnementales (climat, sol, etc.), du stade de récolte et de la méthode d'extraction utilisée.

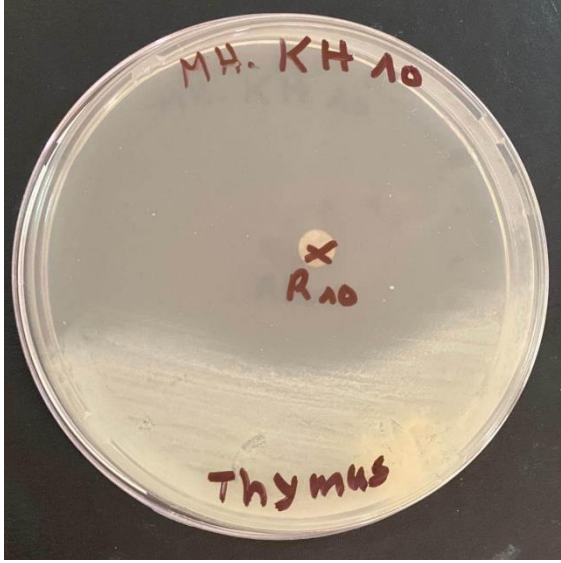
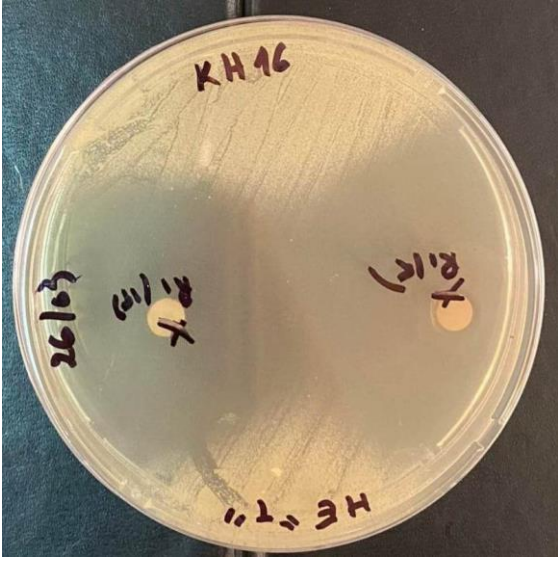

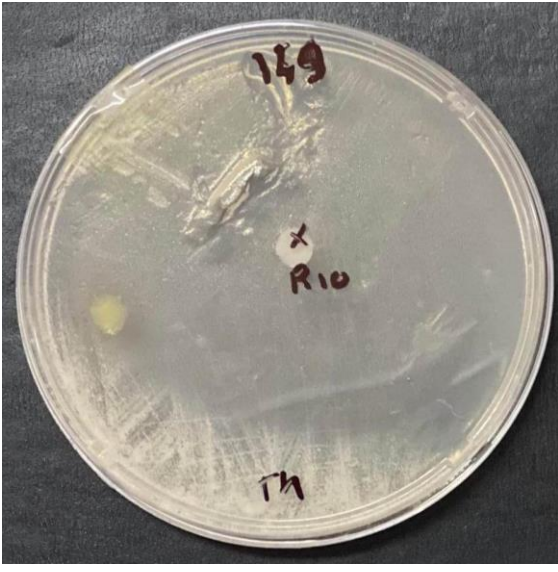
2.1.2 Activité antimicrobienne

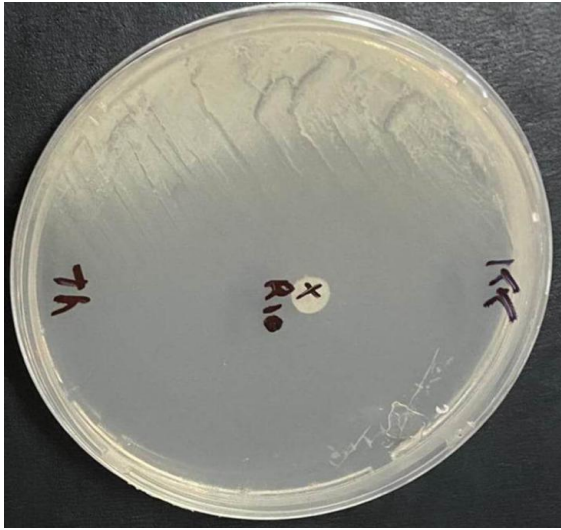


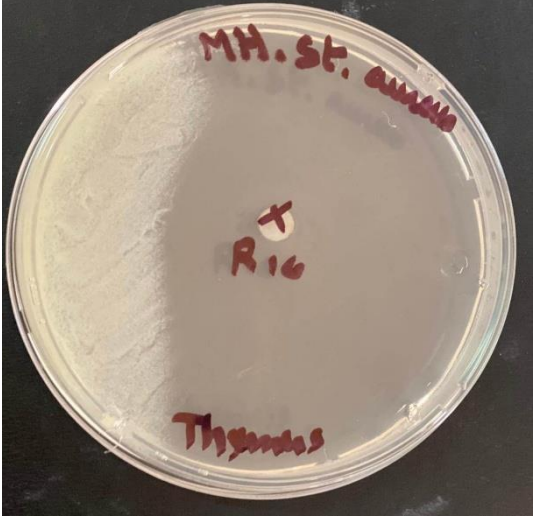
2.1.2.1 *Thymus vulgaris*

Les résultats obtenus concernant l'activité anti microbienne d'huile de *Thymus* sont montrés dans la **figure 35.**



<p><i>Klebsiella pneumoniae kpnc</i></p>	<p><i>Bacillus subtilis ATCC</i></p>
<p><i>Escherichia coli</i></p>	<p><i>Proteus Vulgaris</i></p>

<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH07</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> S.KH</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH10</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH16</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> SARISA ATCC 25923</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 149 (isolat clinique)</p>

	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> 155 (isolat clinique)</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 156 (isolat clinique)</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH06</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i></p>

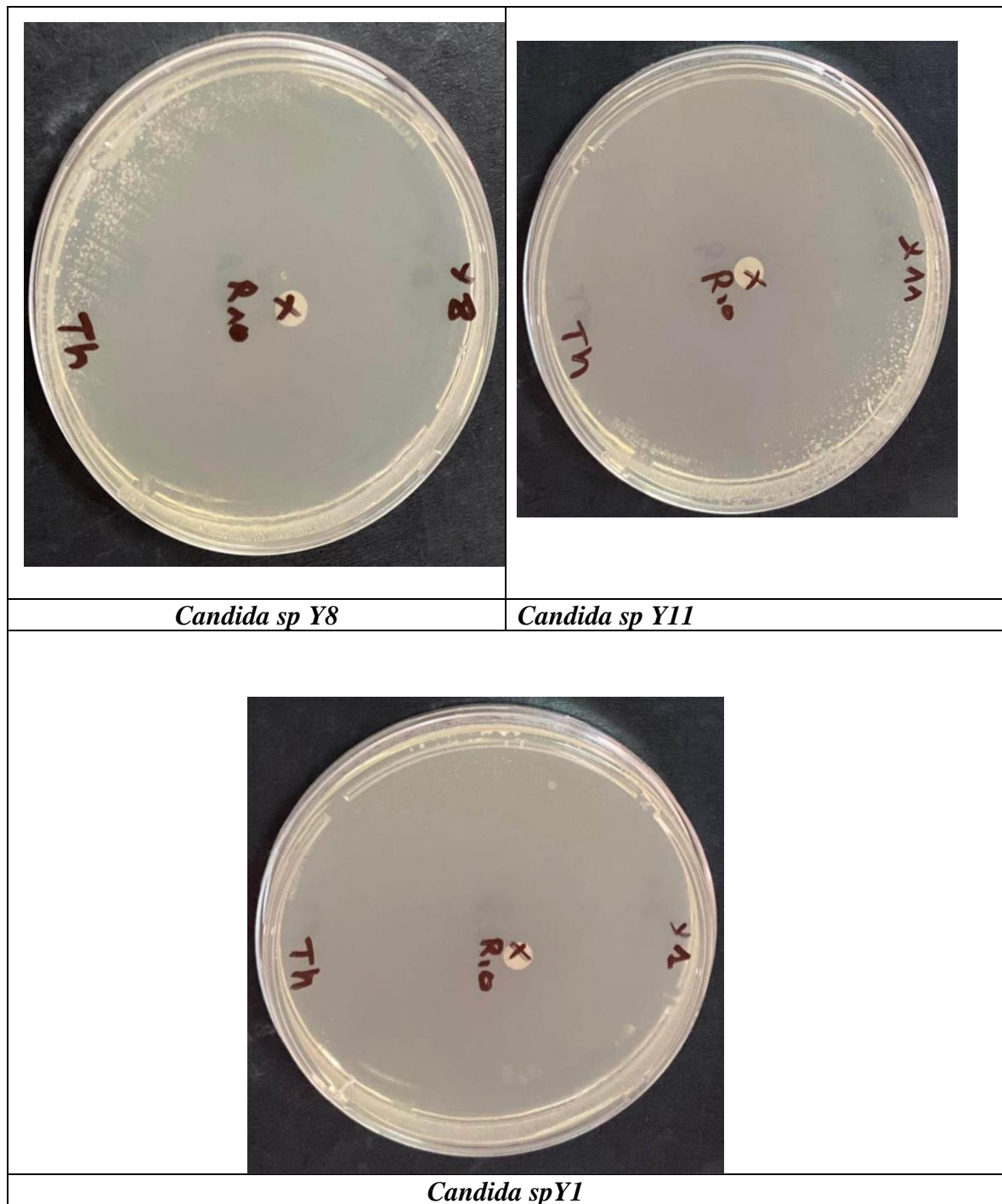


Figure 34: Zones d'inhibition obtenues des HEs de *Thymus vulgaris* des souches testées

Les résultats du test de l'activité antimicrobienne montrée par la détermination du diamètre de la zone d'inhibition de l'HE de *Thymus vulgaris* sur des souches testés sont présents dans le **Tableau 06**

Tableau 04: Diamètres (mm) des zones d'inhibition des HEs de *Thymus vulgaris* des souches testées

Souche bactériennes	Diamètres des zones d'inhibition (mm)
<i>Escherichia coli</i> EN09	Inhibition totale
<i>Escherichia coli</i>	R5 (69mm)
<i>Enterobacter sp</i> EN05	Inhibition totale
<i>Proteus Vulgaris</i>	Inhibition totale
<i>Klebsiella pneumoniae kpnc</i>	R15 (40mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	R10 (58mm)
<i>Staphylococcus aureus</i> SARISA ATCC 25923	Inhibition totale
<i>Staphylococcus aureus</i> KH06	R10 (67mm)
<i>Staphylococcus aureus</i> KH07	Inhibition totale
<i>Staphylococcus aureus</i> KH10	R10 (63.5mm)
<i>Staphylococcus aureus</i> KH16	R15 (45mm)
<i>Staphylococcus aureus</i> S.KH	R10 (39mm)
<i>Staphylococcus aureus</i> 149	R10 (77mm)
<i>Staphylococcus aureus</i> 155	R10 (73.5mm)
<i>Staphylococcus aureus</i> 156	R10 (67mm)
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC	R15 (48.5mm)
<i>Bacillus cereus</i> PCM	Inhibition totale
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	R10 (16.5mm)
<i>Candida sp</i> Y1	Inhibition totale
<i>Candida sp</i> Y8	R10 (71.5mm)
<i>Candida sp</i> Y11	R10 (73mm)

Les résultats obtenus dans le tableau 08 montrent que la plante de *Thymus vulgaris* a une très forte activité antibactérienne remarquable sur toutes les souches étudiées. Cette chose, est démontrée par les zones d'inhibition qui sont importantes et ça explique leur pouvoir antibactérien. Des études réalisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 1999) et d'autres auteurs (Dorman et Deans., 2000 ; El Ouali et al., 2013) ont montré que les composés phénoliques de *Thymus vulgaris* possède une forte activité antibactérienne et antifongique contre de nombreuses espèces microbiennes.

Dans cette expérience, Notre huile essentielle a montré que il a une très forte activité envers les souches suivantes : (*Staphylococcus aureus*, entérobactérie, *Bacillus cereus*, pcm), don't aucune croissance bactérienne n'a été observée. Ces résultats sont confirmés en présence d'une boîte témoin, alors qu'avec des doses différentes de l'huile sur *Bacillus subtilis*, *E.coli*, *klebsiella pneumoniae* on a marqué des zones d'inhibition sur deux disques avec des diamètres de 52 mm, 33 mm, 45mm respectivement, qui montrent une très forte activité de notre HES de *Thymus vulgaris*.

Nous remarquons que toutes les souches bactériennes ont été inhibées par l'HE extraite respectivement des feuilles sèches de *T. vulgaris*. Elles ont toutes montrées une très forte sensibilité à L'HEs. Dans la présente étude, l'huile de *thymus vulgaris* il est efficace contre les bactéries à Gram+ et à Gram- .

Notre HE montre aussi une très forte activité contre les levures testées, on a marqué une inhibition totale (*Candida spY1*) et des zones d'inhibition avec des diamètres de 72mm (*Candida sp Y8*).

Ainsi, cette étude permet de conclure que l'huile de thym possède une activité antibactérienne très forte par rapport au (Bourgou et al, 2016) qui ont montré que les HES de *Thymus* Algérien présentent des activités antimicrobiennes intéressantes avec des diamètres des zones d'inhibition variables allant de 7 à 26 mm.

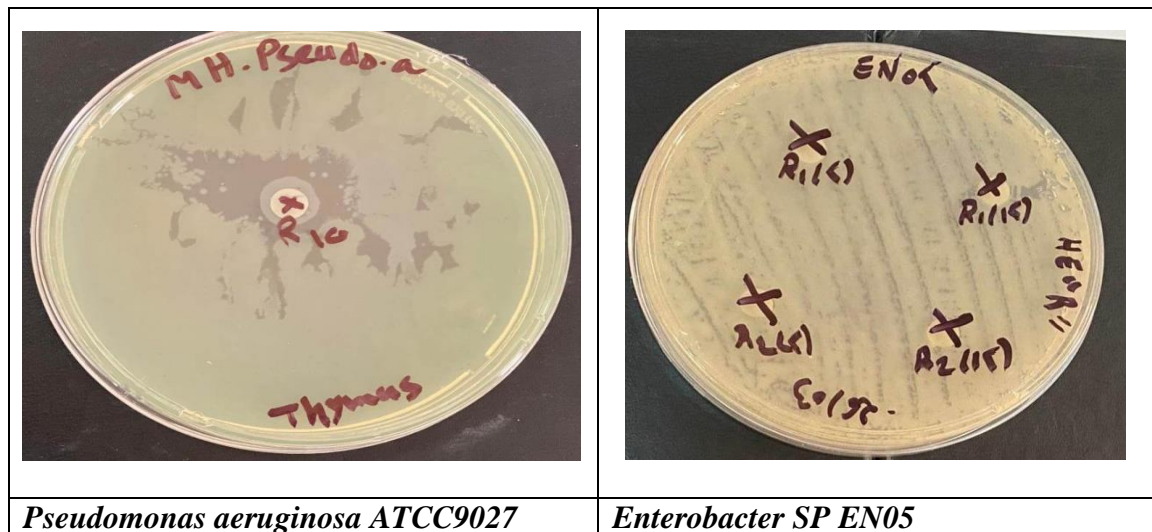
Aussi (**Bouhdid et ses collaborateurs, 2006**) ont déclaré après les expériences qu'ils ont menées que l'huile de *T. vulgaris* a montré une activité antibactérienne intéressante sur les bactéries à Gram positif.

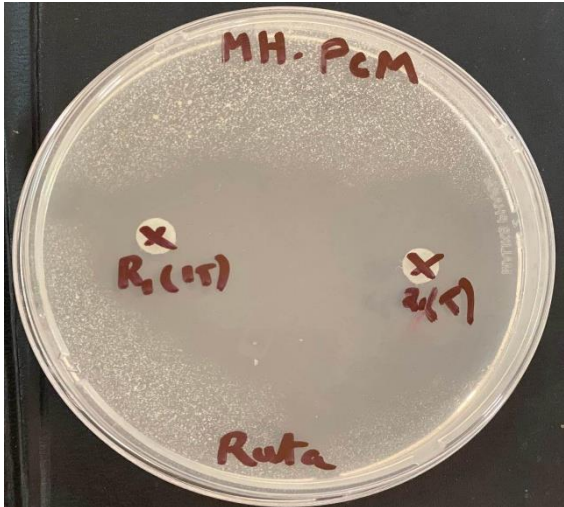


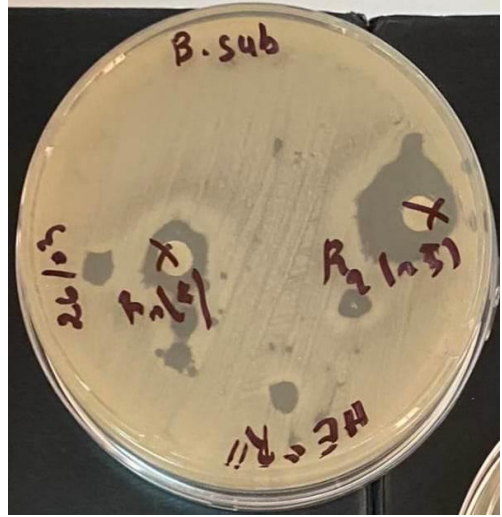
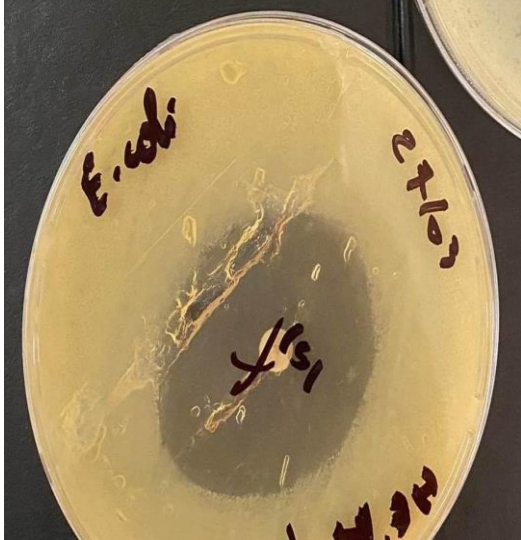

On outre, (**Yakhlef, 2010**) dit que la plante *Thymus vulgaris* possède des propriétés antimicrobiennes très appréciées, ce qui explique son utilisation traditionnelle en tant que remède antibactérien dans les traitements.


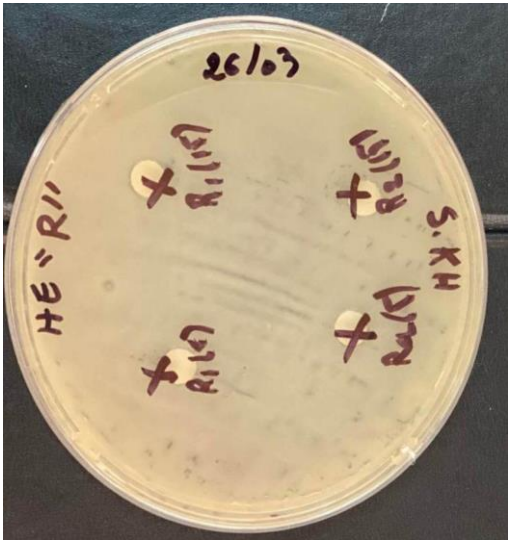


En 1994, **Juven et ses collaborateurs**, On confirme que ce sont les phénols tels que le thymol et le carvacrol qui confèrent à l'huile essentielle ses propriétés antibactériennes. Ces composés se fixent à la membrane bactérienne, provoquant ainsi la mort des bactéries.


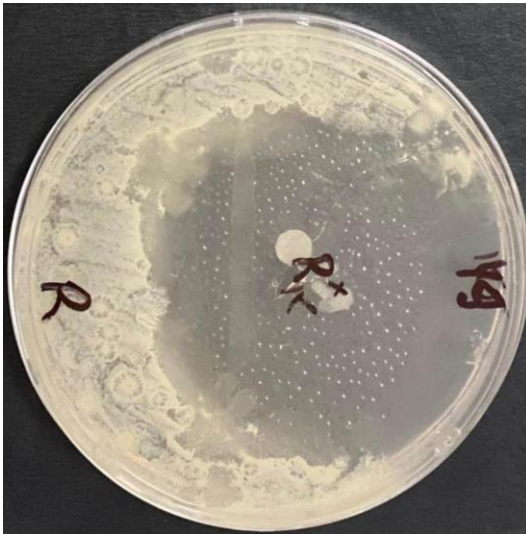


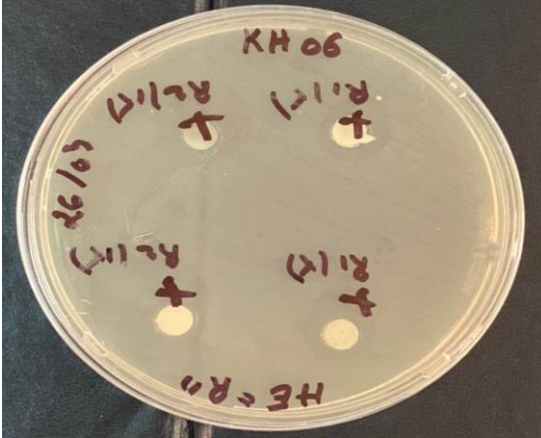
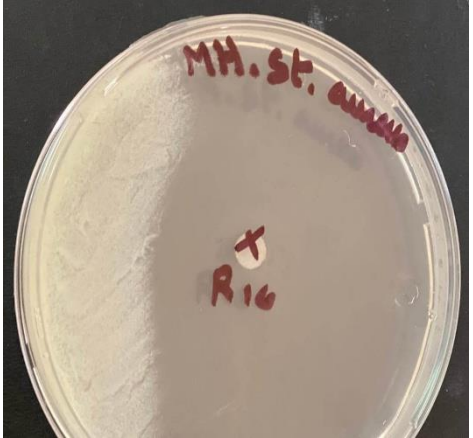
2.1.2.2..Ruta graveolens

Les résultats obtenus concernant l'activité antimicrobienne d'huile de *Ruta* sont montrés dans **la figure 36**.



	
<p><i>Bacillus cereus</i> PCM</p>	<p><i>Escherichia coli</i> EN09</p>
	
<p><i>Klebsiella pneumoniae</i> kpnc</p>	<p><i>Bacillus subtilis</i> ATCC</p>
	

<p><i>Escherichia coli</i></p>	<p><i>Proteus Vulgaris</i></p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus KH07</i></p>	<p><i>Staphylococcus aureus S.KH</i></p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus KH10</i></p>	<p><i>Staphylococcus aureus KH16</i></p>

	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> SARISA ATCC 25923</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 149 (isolat clinique)</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> 155 (isolat clinique)</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 156 (isolat clinique)</p>
	

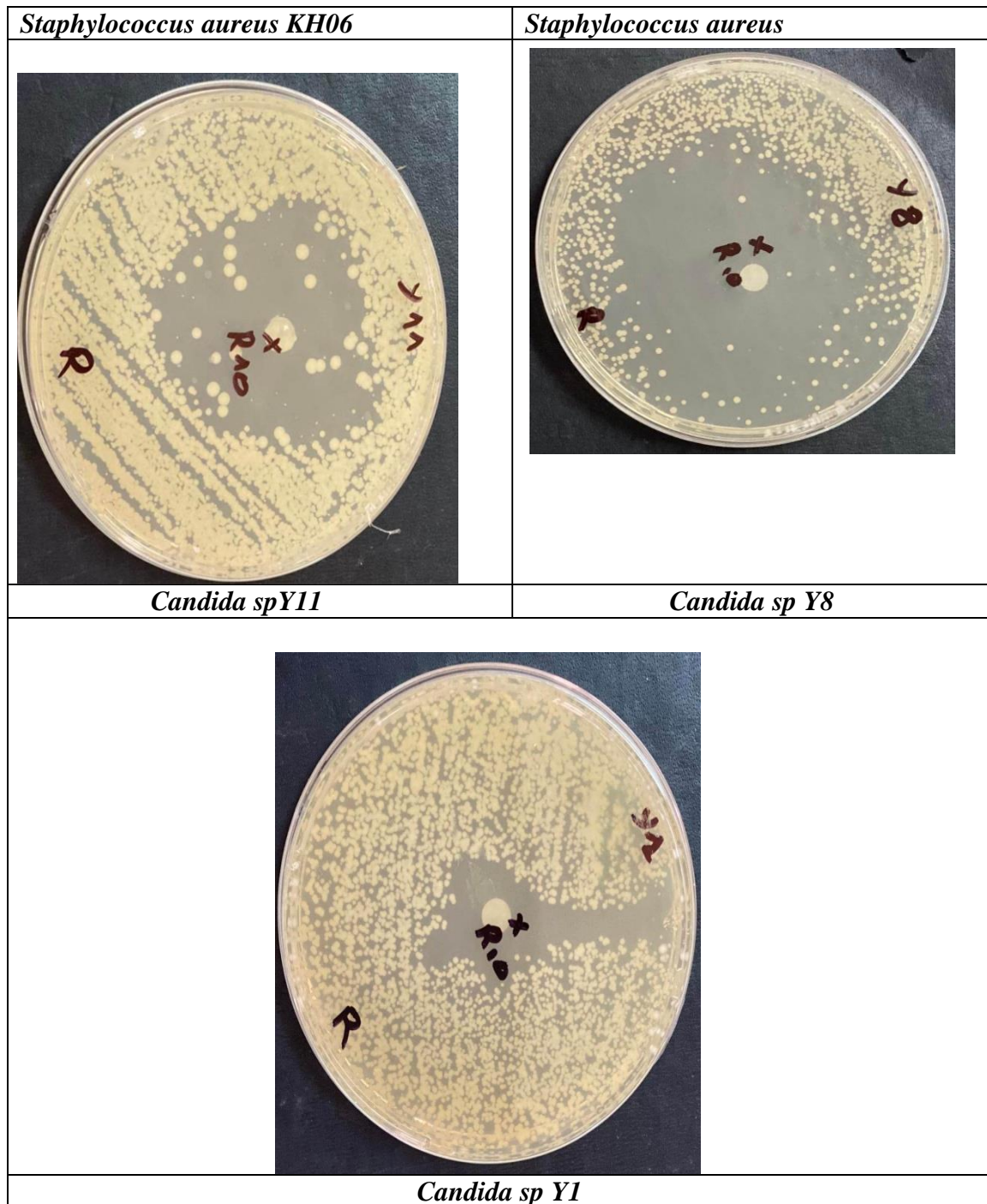


Figure 35 : Zones d'inhibition d'HEs de *Ruta graveolens* des souches testées

Les résultats du test de l'activité antimicrobienne montrée par la détermination du diamètre de la zone d'inhibition de l'HE de *Ruta graveolens* sur des souches testées sont présentés dans le **Tableau 07**.

Tableau 05 : Diamètres des zones d'inhibition d'HEs de *Ruta graveolens* (mm)

Souche bactériennes	Diamètres des zones d'inhibition (mm)	Diamètres des zones d'inhibition (mm)
<i>Escherichia coli</i> EN09		Aucune inhibition
<i>Escherichia coli</i>		R5(69mm)
<i>Enterobacter sp</i> EN05		Aucune inhibition
<i>Proteus Vulgaris</i>		R5(28mm) R15(40mm)
<i>Klebsiella pneumoniae kpnc</i>		R5(23mm) R15(37.5mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>		R10(58mm)
<i>Staphylococcus aureus SARISA ATCC 25923</i>		R5(34mm) R15(45.5mm)
<i>Staphylococcus aureus KH06</i>		Inhibition totale
<i>Staphylococcus aureus KH07</i>		R5 (29.5mm) R15 (48mm)
<i>Staphylococcus aureus KH10</i>		R5(23mm) R15(20mm)
<i>Staphylococcus aureus KH16</i>		R5(15.5mm) R15(15.5mm)
<i>Staphylococcus aureus S.KH</i>		Aucune inhibition
<i>Staphylococcus aureus 149</i>		R15(57mm)
<i>Staphylococcus aureus 155</i>		R15(70mm)
<i>Staphylococcus aureus 156</i>		R15(66.5mm)
<i>Bacillus subtilis ATCC</i>		R5(14mm)
<i>Bacillus cereus PCM</i>		R5(34mm) R15(38mm)
<i>Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027</i>		R5(11.5mm) R15(15.5mm)
<i>Candida sp Y1</i>		R10(22mm)
<i>Candida sp Y8</i>		R10(59.5mm)
<i>Candida sp Y11</i>		R10(41mm)

Dans cette expérience, Notre huile essentielle a montré qu'il a une forte activité envers les souches suivantes : *Staphylococcus aureus ATCC 25923*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus cereus PCM*, *Klebsiella pneumoniae kpnc*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027*, *Bacillus subtilis ATCC*. Ces résultats sont confirmés en présence des zones d'inhibition (entre 23mm et 55mm).

Cette huile montre aussi une forte activité sur les trois levures testés: *Candida sp Y1* (22mm), *Candida sp Y8* (59.5mm) et *Candida sp Y11* (41mm).

Alors qu'avec des doses différentes de l'huile sur *Staphylococcus aureus S.KH*, *Enterobacter sp EN05* et *Escherichia coli EN09*, on n'a pas marqué aucune zones, et ça montrent que il n'a pas une activité et les bactéries résistée à l'activité antibactérienne de HE de *Ruta graveolens*.

Dans la présente étude, l'huile de *Ruta graveolens* il est efficace contre quelques organismes à Gram+ et à Gram-. Ainsi, cette étude permet de conclure que l'huile de *Ruta* possède une activité antibactérienne et anti fongique mais elle est moindre que celle de *Thymus*.

2.2 Extrait parsolvant

La technique d' extraction par macération permet de séparer les composés de la matière végétale selon leur degré de solubilité dans le solvant d'extraction.

Les Caractéristiques et les rendements des extraits des trois plantes (*Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens*) sont exprimés dans **le tableau 09**.

Tableau 09 : caractéristiques organoleptiques et rendements des extraits obtenus

Plante	Solvant	Aspect	Couleur	Rendement (%)
<i>Thymus vulgaris</i>	Éthanole	Visqueux	Vert foncé	9.3%
	Méthanole	Visqueux	Vert foncé	1.08%
	Butanol	Visqueux	Vert foncé	6.06%
<i>Ruta graveolens</i>	Éthanole	Visqueux	Vert claire	16.36%
	Méthanol	Visqueux	Vert claire	37.62%
	Butanol	Visqueux	Vert claire	5.66%

2.2.1 Rendement

2.2.1.1 *Thymus vulgaris*

Dans notre étude, l'extrait éthanoliques de *Thymus vulgaris* représente le rendement le plus élevé (9,3%), par rapport au extraits butanolique qui a un rendement de (6,06%).Et pour l'extrait méthanolique,on trouve qu'il présente le rendement le plus faible (1,08%) Par rapport les deux précédents.Ces variations duent à plusieursfacteurs telles que la nature chimique, la méthode utilisée, la taille d'échantillon étudié, ainsi que la présence de substances interférentes (Stalikas, 2005).

2.2.1.2. *Ruta graveolens*

Dans notre étude, l'extrait méthanoliques de *Ruta graveolens* représente le rendement le plus élevé (37,62%), par rapport au extrait éthanolique, qui a un rendement de (16,36%).Et pour l'extrait butanolique, on trouve qu'il présente le rendement le plus faible (5,66%) Par rapport les deux précédents.


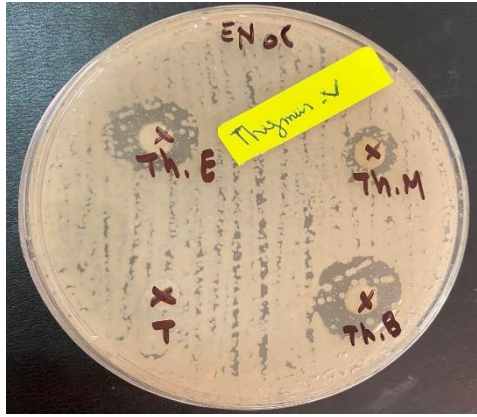
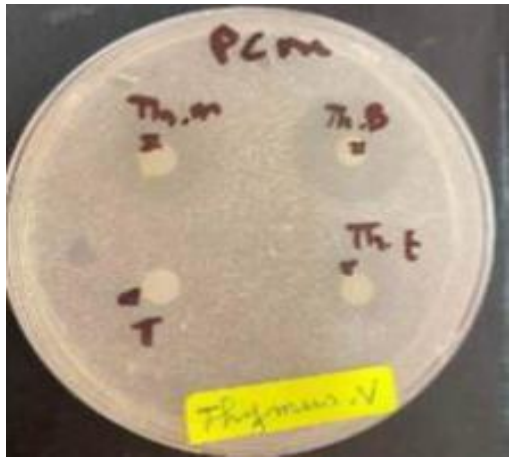
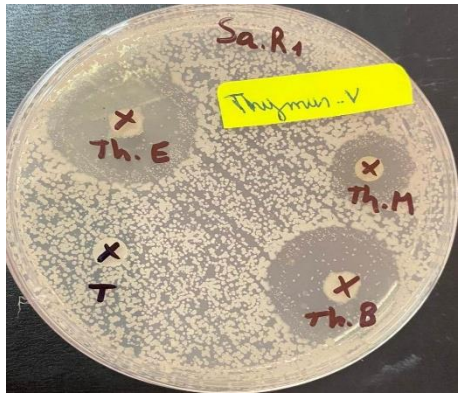


D'après l'étude de (Belaid et Bellil, 2017) L'extraction des composés organiques de *Ruta Graveolensa* révélé un rendement de l'ordre de 1.86%, cette résultat est inférieur à ce que nous avons obtenu.

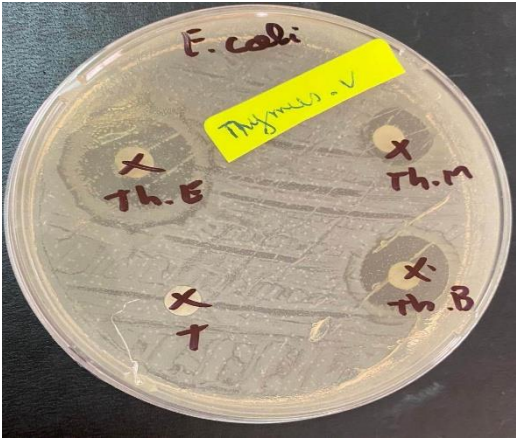
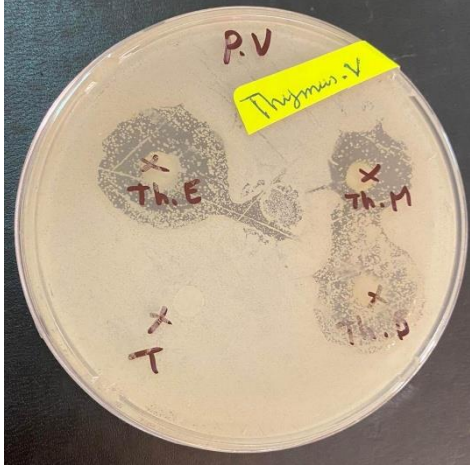
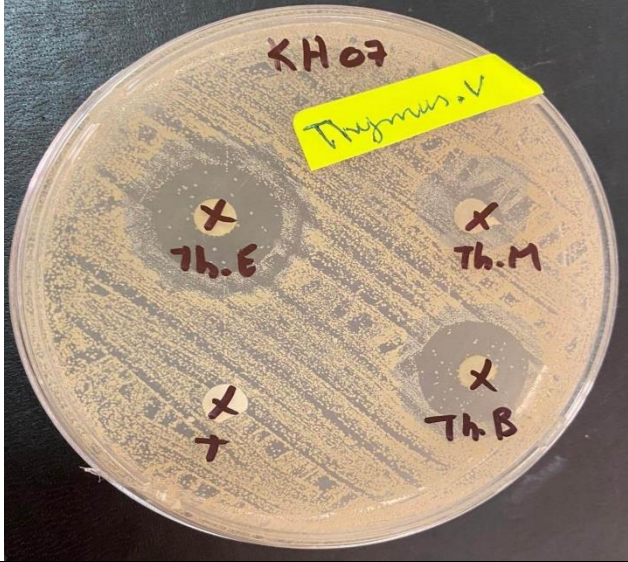

+ Alors que de l'extrait alcoolique a donné un rendement de 34.18% selon (Aljaiyash et al., 2014)

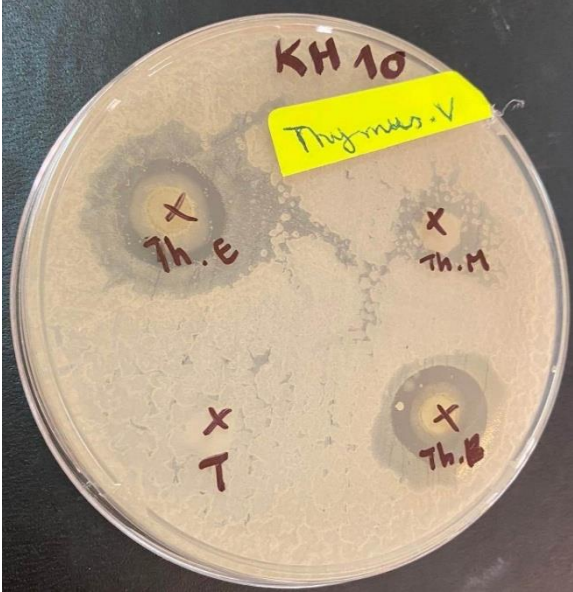
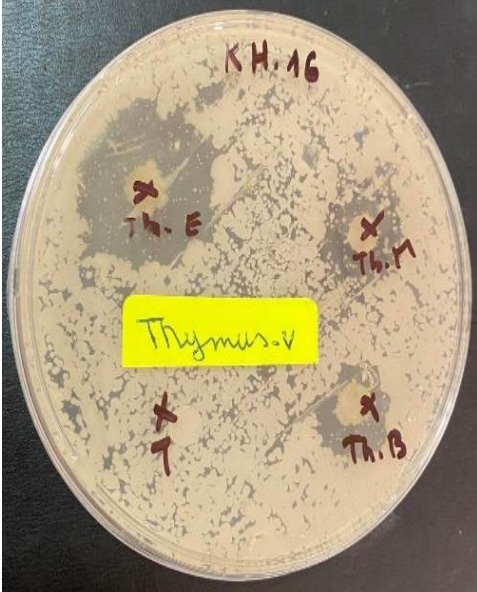
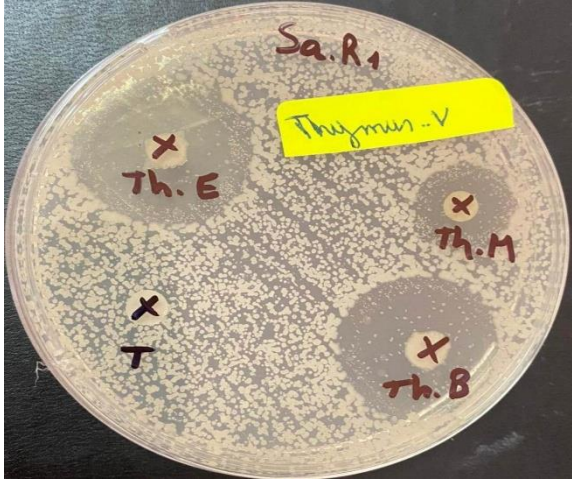

2.2.2 Activité antimicrobienne

2.2.2.1 *Thymus vulgaris*

Les résultats obtenus concernant l'activité anti microbienne d'extrait de *Thymus* sont montrés dans **la figure 37**

	
<p><i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC9027</p>	<p><i>Enterobacter</i> SP EN05</p>
	
<p><i>Bacillus cereus</i> PCM</p>	<p><i>Escherichia coli</i> EN09</p>
	
<p><i>Klebsiella pneumoniae</i> kpnc</p>	<p><i>Bacillus subtilis</i> ATCC</p>

 <p>A petri dish containing a bacterial culture of <i>E. coli</i>. A yellow label at the top reads "Thymus.v". There are five marked spots: "Th.E" (top left), "Th.M" (top right), "Th.B" (bottom right), "T" (bottom left), and an unlabeled spot at the bottom center. Each spot shows a clear, circular inhibition zone.</p>	 <p>A petri dish containing a bacterial culture of <i>Proteus Vulgaris</i>. A yellow label at the top reads "Thymus.v". There are five marked spots: "Th.E" (top left), "Th.M" (top right), "Th.B" (bottom right), "T" (bottom left), and an unlabeled spot at the bottom center. Each spot shows a clear, circular inhibition zone.</p>
<p><i>Escherichia coli</i></p>	<p><i>Proteus Vulgaris</i></p>
 <p>A petri dish containing a bacterial culture of <i>Staphylococcus aureus</i> strain KH07. A yellow label at the top reads "Thymus.v". There are five marked spots: "Th.E" (top left), "Th.M" (top right), "Th.B" (bottom right), "T" (bottom left), and an unlabeled spot at the bottom center. Each spot shows a clear, circular inhibition zone.</p>	 <p>A petri dish containing a bacterial culture of <i>Staphylococcus aureus</i> strain S.KH. A yellow label at the top reads "Thymus.v". There are five marked spots: "Th.E" (top left), "Th.M" (top right), "Th.B" (bottom right), "T" (bottom left), and an unlabeled spot at the bottom center. Each spot shows a clear, circular inhibition zone.</p>
<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH07</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> S.KH</p>

	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH10</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH16</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> SARISA ATCC 25923</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 149 (isolat clinique)</p>



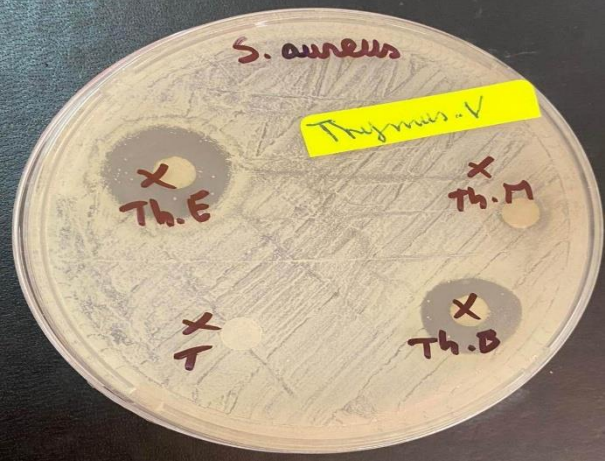
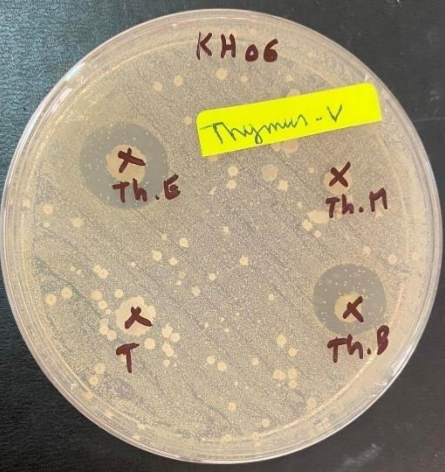
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> 155 (isolat clinique)</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 156 (isolat clinique)</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i></p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH06</p>

Figure 36 : Zones d'inhibition d'extrait de *Thymus vulgaris* sur les souches testées

Les résultats du test de l'activité antimicrobienne montrée par la détermination du diamètre de la zone d'inhibition de l'extrait de *Thymus vulgaris* sur des souches testés sont présents dans le **Tableau 08**

Tableau 06 : Diamètres (mm) des zones d'inhibition d'extrait de *Thymus vulgaris*

	Diamètre (mm)	Diamètre (mm)	Diamètre (mm)
Souche	Éthanol	Méthanol	Butanol
<i>Escherichia coli</i>	17.5mm	11.5mm	16mm
<i>Escherichia coli</i> <i>EN09</i>	20mm	17mm	20mm
<i>Enterobacter sp</i> <i>EN05</i>	16mm	11.5mm	18.5mm
<i>Proteus Vulgaris</i>	23.5mm	16mm	25mm
<i>Klebsiella pneumoniae kpnc</i>	12.3mm	12.7mm	26mm
<i>Staphylococcus aureus</i>	17.5mm	7.5mm	15.5mm
<i>Staphylococcus aureus SARISA</i> <i>ATCC 25923</i>	24.5mm	16mm	26.5mm
<i>Staphylococcus aureus KH06</i>	17mm	16.5mm	15mm
<i>Staphylococcus aureus KH07</i>	24mm	18mm	17.5mm
<i>Staphylococcus aureus KH10</i>	26.5mm	17.5mm	16mm
<i>Staphylococcus aureus KH16</i>	23mm	16mm	15.5mm
<i>Staphylococcus aureus S.KH</i>	18.5mm	11.5mm	16.5mm
<i>Staphylococcus aureus 149</i>	11.5mm	0mm	15mm
<i>Staphylococcus aureus 155</i>	15mm	11mm	11.4mm
<i>Staphylococcus aureus 156</i>	16.8mm	0mm	(18mm/15mm)
<i>Bacillus subtilis</i> <i>ATCC</i>	12mm	17mm	18mm
<i>Bacillus cereus</i> <i>PCM</i>	18.2mm	17mm	25mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>ATCC 9027</i>	22.4mm	17.5mm	22.5mm
<i>Candida spY1</i>	0 mm	0 mm	0 mm
<i>Candida spY8</i>	0 mm	0 mm	0 mm
<i>Candida spY11</i>	0 mm	0 mm	0 mm

Les résultats obtenus dans le tableau 08 montrent que l'extraits éthanolique et Butanolique de *Thymus vulgaris* présentent une forte activité antibactérienne sur toutes les souches étudiées avec des diamètres entre 11mm et 26.5mm par rapport à l'extraits méthanolique qui représente un intervalle entre 0 mm et 20 mm.

Nous constatons également que le résultat que nous avons obtenu est inférieur à celui qui est obtenus par **Boubakeur et al., (2017)** qui rapportent une forte activité antibactérienne des extraits de *Thymus* avec des diamètres variable de 22mm à 45 mm.

En premier lieu, les souches de *Staphylococcus aureus KH10*, *Staphylococcus aureus KH07*, *Staphylococcus aureus SARISA ATCC 25923*, *Proteus Vulgaris*, *Staphylococcus aureus KH16*, *Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027* sont les plus sensible à l'effet de l'extraits éthanolique donc les diamètres des zones d'inhibition sont 26.5mm, 24mm, 24.5mm, 23.5mm, 23mm et 20mm respectivement. C'est à dire, qu'il a une forte activité Antibacterienne.

On a observé aussi une activité antimicrobienne moins forte par rapport les premier souches avec des diamètres entre 11.5 mm et 18mm pour *Bacillus subtilis ATCC*, *Bacillus cereus PCM*, *Escherichia coli*.

L'extraits méthanolique montre aussi une bonne activité sur *Staphylococcus aureus KH07*, *Escherichia coli EN09* et *Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027* avec des zones d'inhibition de 18mm, 17mm et 17.5mm respectivement. Alors qu'il n'a montré aucunes activités inhibitrices sur *Staphylococcus aureus 149*, Parce qu'il n'apparaît pas aucunes zones d'inhibition autour le disque.

Yakhlef et al., (2011) ont trouvé des diamètres d'inhibition très forte de 31.2mm et 34mm avec l'extraits méthanolique. Ce résultat est supérieur à ce que nous avons obtenu.

On outre, Selon les travaux de (**Haddouchi et al., 2016; Mouas et al., 2017**) les extraits à méthanol, accusent des diamètres d'inhibitions variables entre 11 et 13 mm, chez *E.Coli*. En comparaison avec notre études, On trouve que notre résultat (17.5mm) est supérieur au résultat que vous obtenez.

On trouve aussi que L'extrait butanolique présente aussi une forte activité antimicrobienne sur toutes les souches testées.

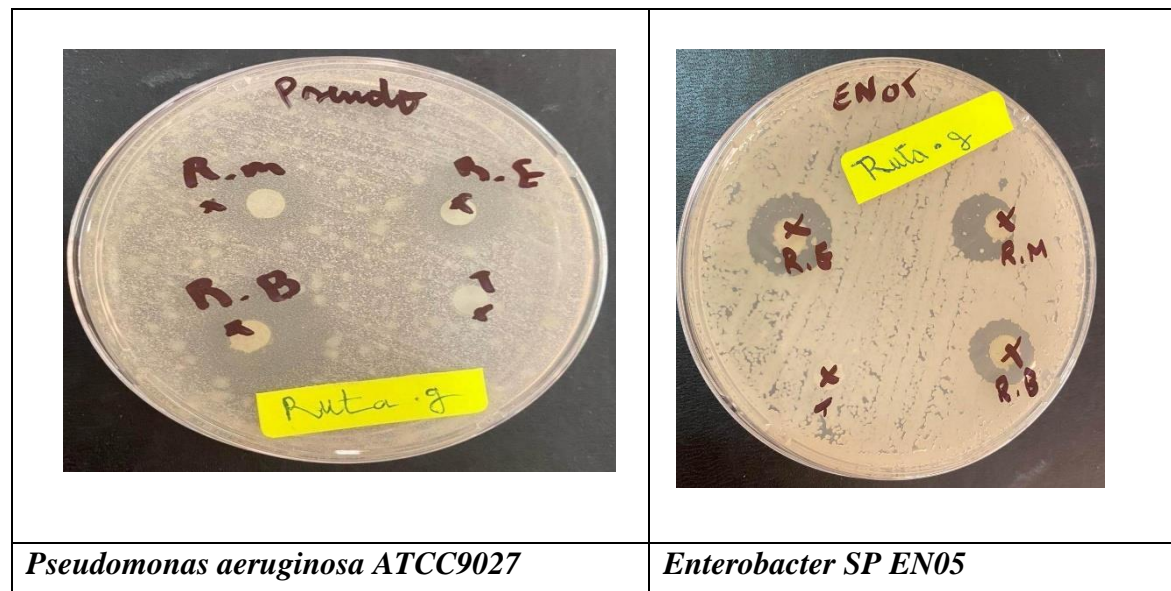
Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027 ,*Bacillus cereus* PCM, *Staphylococcus aureus* SARISA ATCC 25923, *Escherichia coli* EN09, *Proteus Vulgaris*, ont représentés les souches les plus sensible à l'effet de l'extraits butanolique avec des diamètres de : 22.5mm, 25mm, 26.5mm, 20mm, 25mm respectivement. Cest a dire, qu'il a une forte activité Anti bacterienne.

Concernant les trois levures testés, on n'a pas observé aucune activité avec tous les solvants.

D'après tous ces résultats, on peut dire que tous les extraits de *Thymus vulgaris* ont une activité antimicrobienne très importante.

2.2.2.2 *Ruta graveolens*

Les résultats obtenus concernant l'activité anti microbienne d'extrait de *Ruta* sont montrés dans **la figure 38**



<p><i>Bacillus cereus</i> PCM</p>	<p><i>Escherichia coli</i> EN09</p>
<p><i>Klebsiella pneumoniae</i> kpnc</p>	<p><i>Bacillus subtilis</i> ATCC</p>
<p><i>Escherichia coli</i></p>	<p><i>Proteus Vulgaris</i></p>



Staphylococcus aureus KH07



Staphylococcus aureus S.KH



Staphylococcus aureus KH10



Staphylococcus aureus KH16





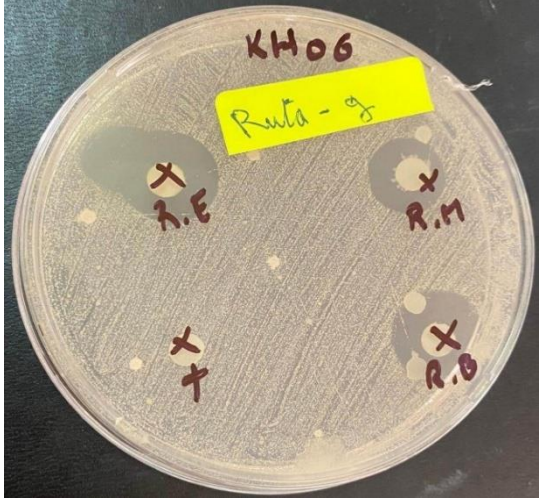
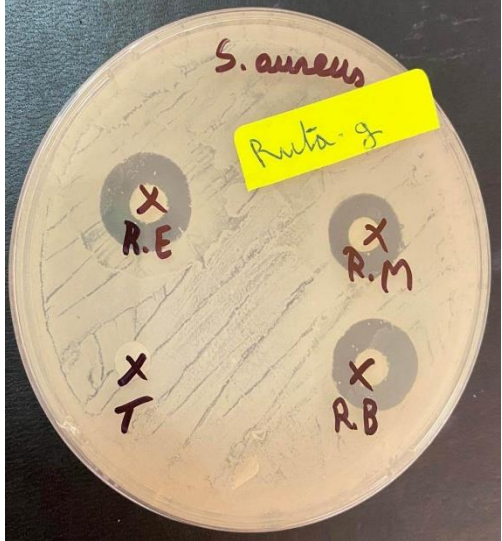
<p><i>Staphylococcus aureus</i> SARISA ATCC 25923</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 149 (isolat clinique)</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> 155 (isolat clinique)</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i> 156 (isolat clinique)</p>
	
<p><i>Staphylococcus aureus</i> KH06</p>	<p><i>Staphylococcus aureus</i></p>

Figure 37: Zones d'inhibition d'extrait de *Ruta graveolens* sur les souches testées

Les résultats du test de l'activité antimicrobienne montrée par la détermination du diamètre de la zone d'inhibition de l'extrait de *Ruta graveolens* sur des souches testés sont présents dans le **Tableau 09**

Tableau 07 : Diamètres (mm) des zones d'inhibition d'extrait de *Ruta graveolens*

Souche	Éthanol	Méthanol	Butanol
<i>Escherichia coli</i>	18mm	17mm	18mm
<i>Enterobacter sp</i> <i>EN05</i>	17mm	15mm	15mm
<i>Escherichia coli</i> <i>EN09</i>	18mm	16.5mm	17mm
<i>Proteus Vulgaris</i>	18mm	20.5mm	21.5mm
<i>Klebsiella pneumoniae kpnc</i>	24mm	18,4mm	15mm
<i>Staphylococcus aureus</i>	15mm	15mm	16.5mm
<i>Staphylococcus aureus SARISA</i> <i>ATCC 25923</i>	17.5mm	17.5mm	21mm
<i>Staphylococcus aureus KH06</i>	18.5	17.5mm	14.5mm
<i>Staphylococcus aureus KH07</i>	18mm	17mm	15mm
<i>Staphylococcus aureus KH10</i>	13mm	17mm	20mm
<i>Staphylococcus aureus KH16</i>	18mm	21mm	(17.5mm
<i>Staphylococcus aureus S.KH</i>	16.5mm	14.5mm	16mm
<i>Staphylococcus aureus 149</i>	15,3mm	14,6mm	18,1mm
<i>Staphylococcus aureus 155</i>	15mm	15.5mm	16.5mm
<i>Staphylococcus aureus 156</i>	14,5mm	15.5mm	17.5mm
<i>Bacillus subtilis</i> <i>ATCC</i>	13mm	17mm	16.5mm
<i>Bacillus cereus</i> <i>PCM</i>	11,8mm	24mm	22,2mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>ATCC</i> <i>9027</i>	21.5mm	14,5mm	23mm
<i>Y1</i>	13mm	12mm	13
<i>Y8</i>	11mm	0mm	0m
<i>Y11</i>	13mm	0mm	8,2 mm

Les résultats obtenus dans le tableau 12 montrent que les trois extraits de *Ruta graveolens* présente une forte activité antibactérienne sur toutes les souches étudiées avec des diamètres entre 11.8mm et 24mm.

L'étude de (Sivaraj et al., 2011), montre que l'activité antibactérienne de différents extraits (Extrait de méthanol, Extrait d'éthanol, Extrait de butanol) varie d'un extrait à l'autre.

L'extrait éthanolique de *Ruta graveolens* applique des activités inhibitrices plus élevée avec des zones d'inhibition entre 13 mm et 24.5mm sur: *Klebsiella pneumoniae kpnc*, *Pseudomonas aeruginosa ATCC 902*, *Staphylococcus aureus KH06*, *Staphylococcus aureus S.KH*, *Staphylococcus aureus KH07*, *Staphylococcus aureus SARISA ATCC 25923*, *Enterobacter sp EN05*.

Il montre aussi une activité inhibitrice forte avec une zone d'inhibition de 18mm sur *E.coli*. Ce dernier résultat est proche au résultat précédemment montré par Magoura, M., et Moussaoui, Z. (2020) qui ont obtenu une zone d'inhibition de 17mm.

L'extrait éthanolique de *Ruta graveolens* montre aussi une activité antibactérienne contre: *Bacillus subtilis ATCC*, *Bacillus cereus PCM*, *Staphylococcus aureus* avec des zone d'inhibition entre 11.8mm et 15mm.

L'activité antimicrobienne d'extrait méthanolique exerce une inhibition de diamètre entre 14.5mm et 24mm sur *Klebsiella pneumoniae kpnc*, *Pseudomonas aeruginosa ATCC 902*, *Staphylococcus aureus KH06*, *Staphylococcus aureus S.KH*, *Staphylococcus aureus KH07*, *Staphylococcus aureus SARISA ATCC 25923*, *Enterobacter sp EN05*. Il montre aussi une activité inhibitrice avec une zone d'inhibition de 17mm sur *E. coli et Bacillus subtilis*.

Nous apprenons également de notre étude que l'extrait butanolique de *Ruta* donne aussi une activité antimicrobien très important avec des zones d'inhibition entre 14.5mm et 23mm. *Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027*, *Bacillus cereus PCM*, *Staphylococcus aureus KH10*, *Staphylococcus aureus SARISA ATCC 25923 et Proteus Vulgaris* présente les souches les plus sensibles aux extraits butanolique avec des diamètre de 23 mm, 22.2mm, 20 mm, 21 mm, 21.5mm respectivement.

Une autre étude par (Aljaiyash et al., 2014) montre que *Klebsiella pneumonia* est très sensible à l'extrait alcoolique de *Ruta graveolens* (17 mm). *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* avec une zone d'inhibition égale à 14mm.

Concernant l'activité antifongique, on a trouvé que Y1 donne un diamètres de 13 mm Avec tous les solvants. Et pour Y8 et Y11, on a observé qu'elle a donnée une activité seulement avec l'extrait ethanologique de *Ruta graveolens*.

3. Etude comparative

3.1. Etude comparative des huiles essentielles des deux plantes

3.1.1. Thymus vulgaris

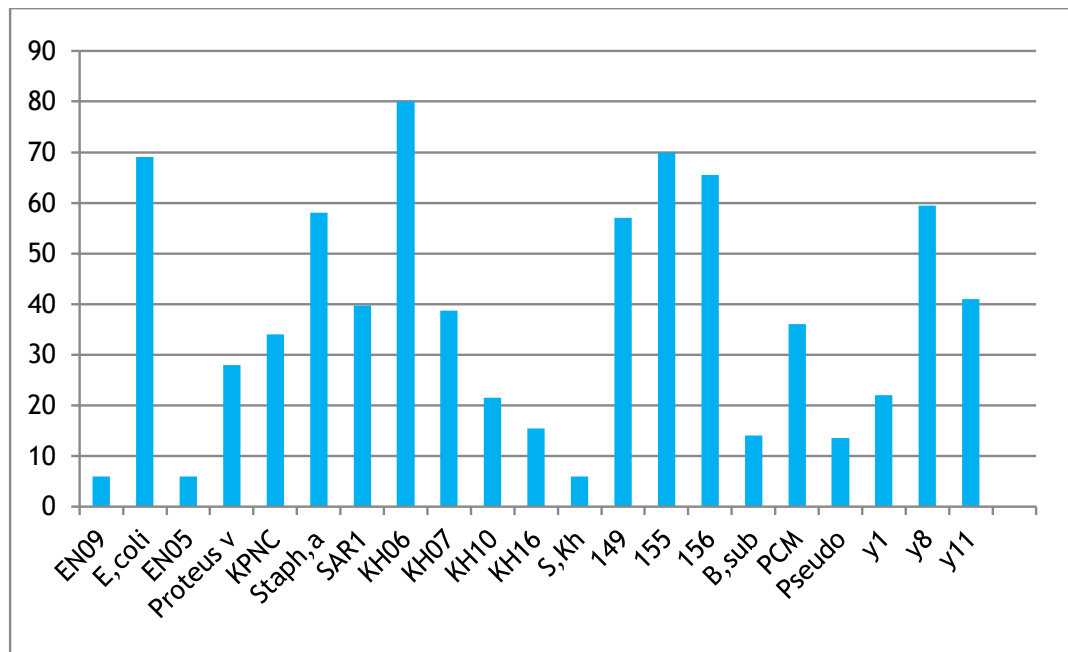


Figure 38 : les diamètres d'inhibition des HEs de *Ruta graveolens* des souches testées

3.1.2. Ruta graveolens

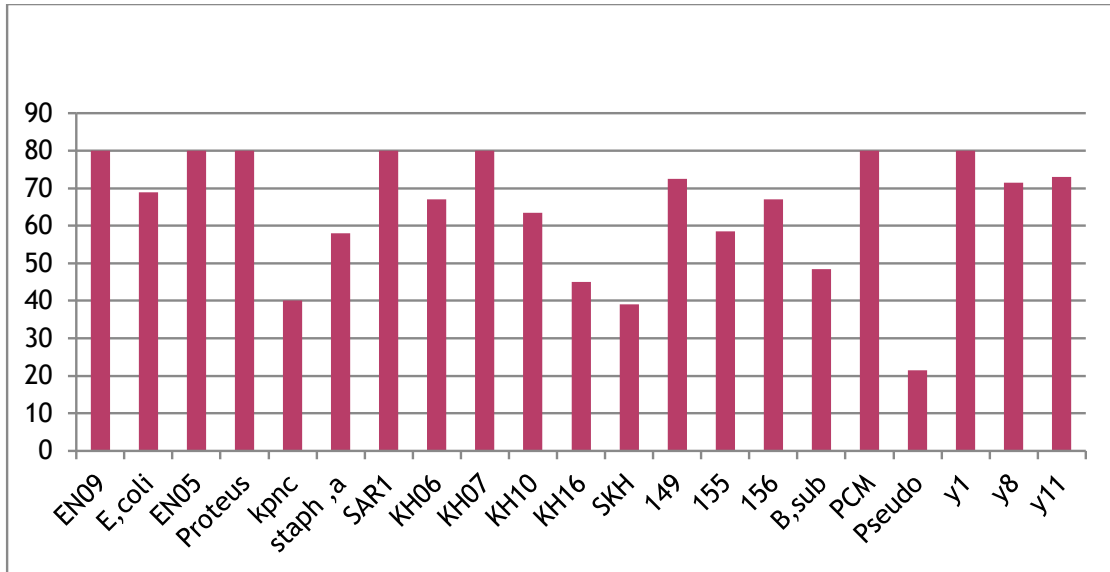


Figure 39 : les diamètres d’inhibition des HEs de *Thymus vulgaris* des souches

D’après les deux figures précédentes, on trouve que les diamètres des zones d’inhibition de *Thymus vulgaris* se varient entre (20mm et 80 mm), et les diamètres des zones d’inhibition de *Ruta graveolens* se varient entre (5mm et 80 mm), et ça exprime que la première plante a une activité anti microbienne plus forte par rapport a la deuxième plante.

3.2. Etude comparative des extraits par solvants des deux plantes

3.2.1. *Thymus vulgaris*

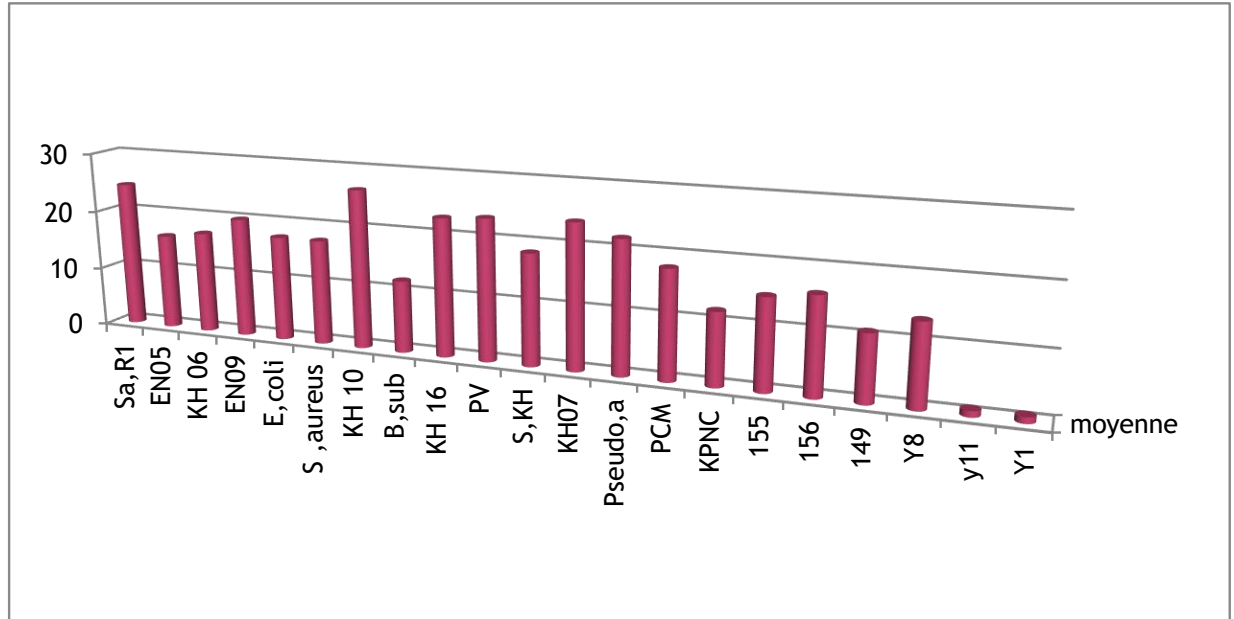


Figure 40: les diamètres d'inhibition d'extrait éthanolique de *Thymus vulgaris* des souches testées

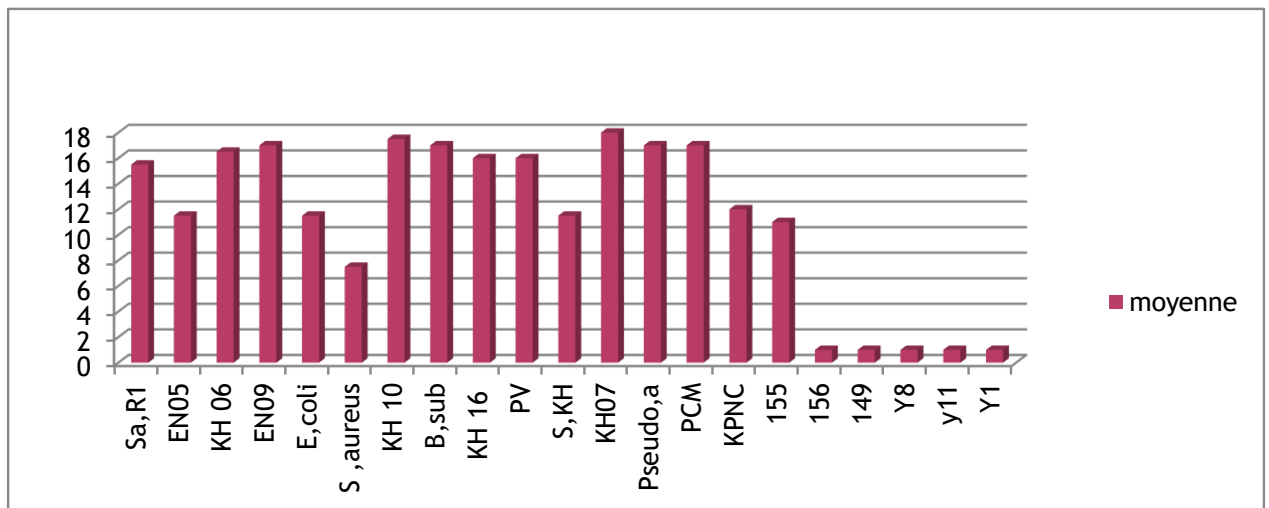


Figure 41: les diamètres d'inhibition d'extrait méthanolique de *Thymus vulgaris* des souches testées

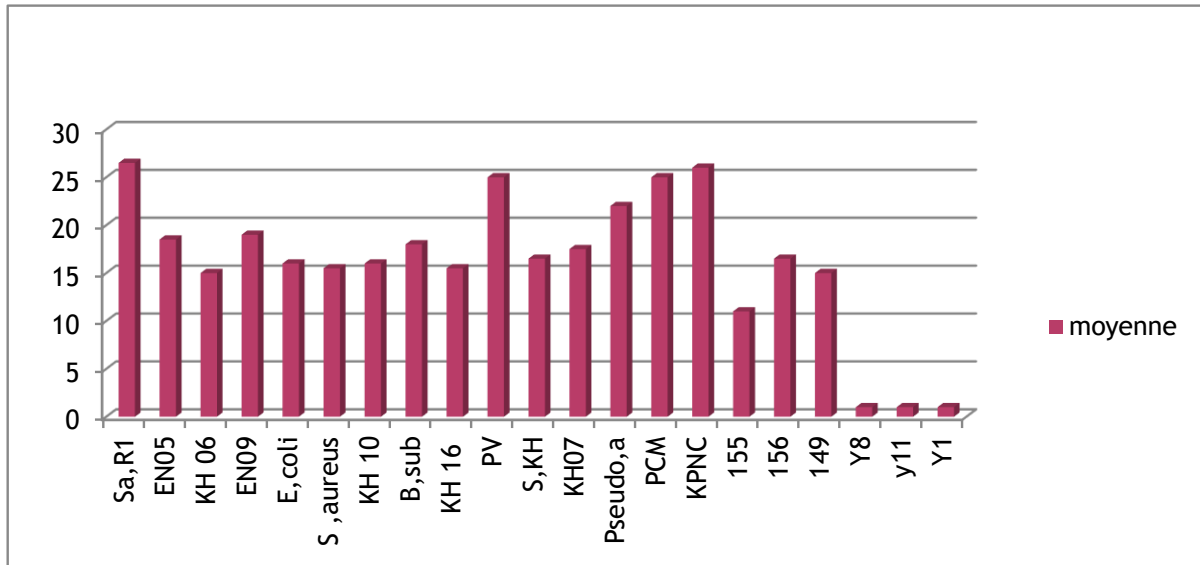


Figure 42 : les diamètres d’inhibition d’extrait butanolique de *Thymus vulgaris* des souches testées

D’après les trois figures précédentes, on trouve que les diamètres des zones d’inhibition d’extrait éthanolique de *Thymus vulgaris* se varient entre (25mm et 2 mm), les diamètres des zones d’inhibition d’extrait méthanolique se varient entre (20mm et 2 mm), et les diamètres des zones d’inhibition d’extrait butanolique se varient entre (25mm et 1mm) ça exprime que l’extrait butanolique a une activité anti microbienne plus forte par rapport les autres extraits.

Le diamètre de la zone d’inhibition diffère d’un extrait à un autre. La variation de l’activité antimicrobienne des extraits explique les variations de leur composition chimique.

3.2.2. *Ruta graveolens*

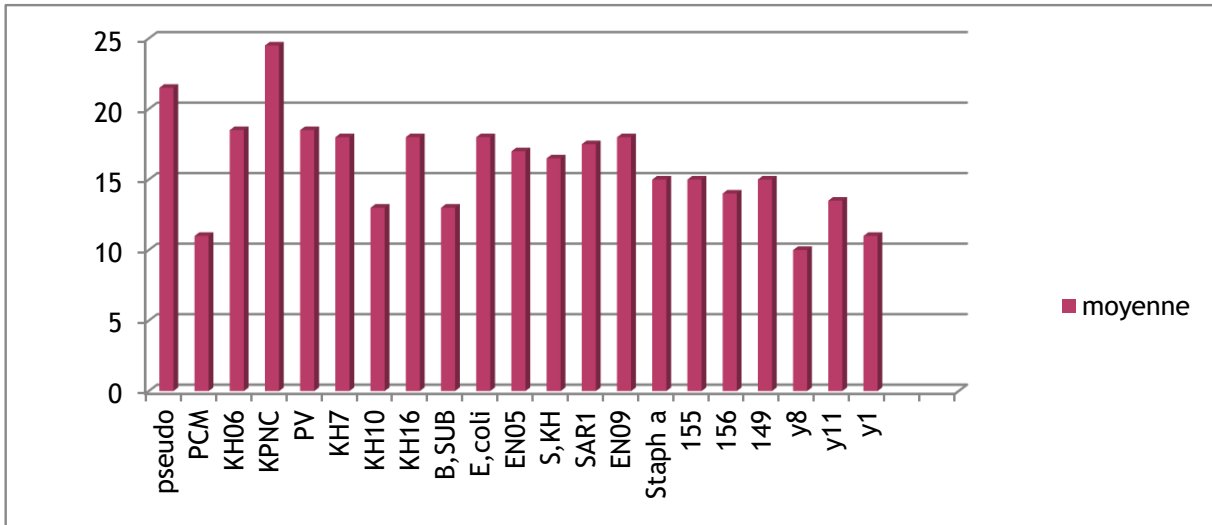


Figure 43: les diamètres d'inhibition d'extrait éthanolique de *Ruta graveolens* des souches testées

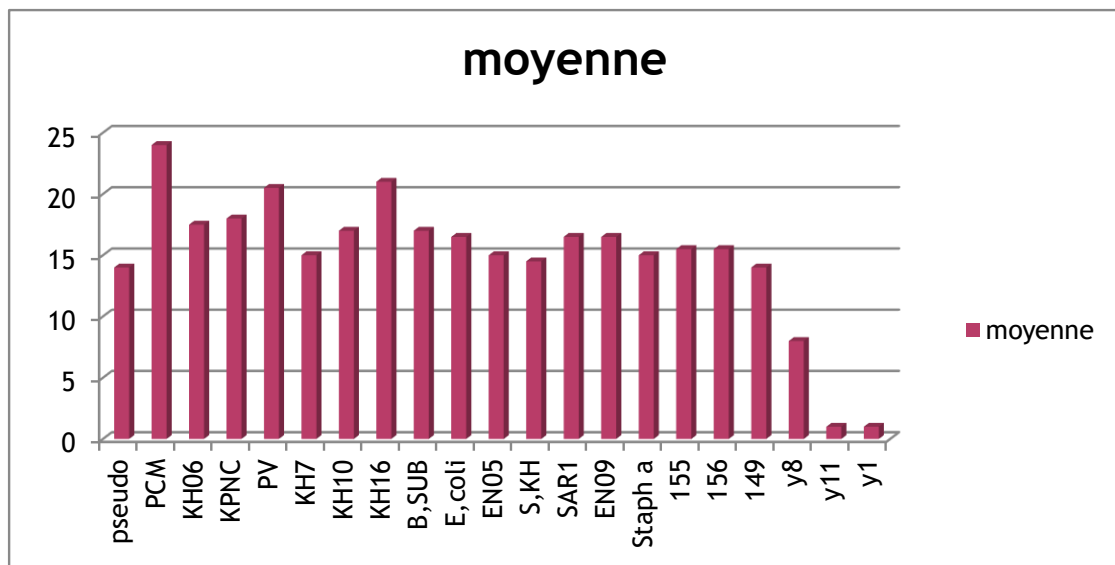


Figure 44: les diamètres d'inhibition d'extrait méthanolique de *Ruta graveolens* des souches testées

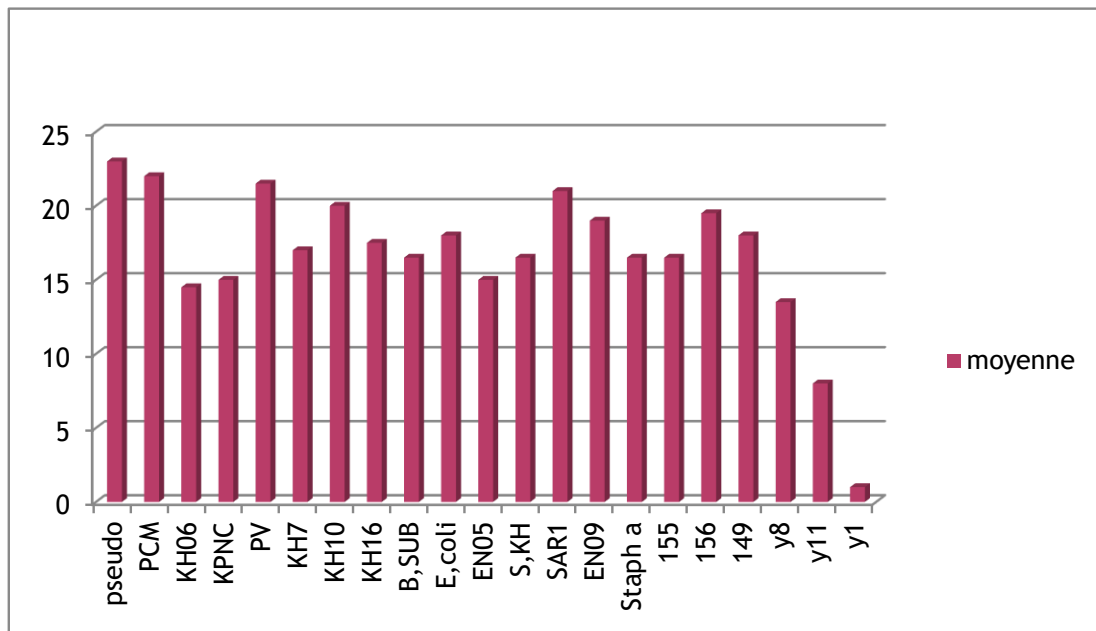


Figure 45: les diamètres d’inhibition d’extrait butanolique de *Ruta graveolens* des souches testées

D’après les trois figures précédentes, on trouve que les diamètres des zones d’inhibition d’extrait éthanolique de *Ruta graveolens* se varient entre (24 mm et 10 mm), les diamètres des zones d’inhibition d’extrait méthanolique se varient entre (24mm et 1 mm), et les diamètres des zones d’inhibition d’extrait butanolique se varient entre (24mm et 2mm) ça exprime que l’extrait éthanolique a une activité anti microbienne plus forte par rapport les autres extraits.

4. Consentration minimale inhibitrice et bactéricide (CMI) et (CMB)

La mesure de la consentration minimale inhibitrice (CMI) montre qu’elle est plus faible pour l’HE de *Ruta graveolens* ($CMI \geq 65 \mu\text{l/ml}$) par rapport au HE de *Thymus vulgaris* (30 $\mu\text{l/ml}$).

Le rapport d'activité CMI/CMB pour toutes les souches étudiées est égal 1 ($CMI/CMB=1$) Selon **Marmonier (1990)**, lorsque le rapport d'activité CMI/CMB d'une substance antimicrobienne est inférieur ou égal à quatre (4) cette dernière est qualifiée de substance bactéricide et si le rapport CMI/CMB est supérieur à quatre (>4), Alors elle est dite bactériostatique.

Dans notre étude, le rapport d'activité CMI/ CMB égal à un (1). Et ça veut dire que les extraits bioactif (huile essentielle et extrait par solvant) de deux plantes utilisées présentent une activité bactéricide contre toutes les souches testées.

Tableau 8: Résultats de CMI et CMB obtenus

<i>Plante</i>	<i>Souche bactériennes</i>	CMI	CMB	Rapport	Pouvoir
<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Proteus Vulgaris</i>	<0.00000003 ul/ml	<0.00000003 ul/ml	1	Bactéricide
	<i>Staphylococcus aureus</i>	0.0003 ul/ml	0.0003 ul/ml	1	Bactéricide
	<i>Escherichia coli</i>	0.00003 ul/ml	0.00003ul/ml	1	Bactéricide
	<i>Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027</i>	30 ul/ml	30 ul/ml	1	Bactéricide
<i>Ruta graveolens</i>	<i>Klebsiella pneumoniae kpnc</i>	0.003 ul/ml	0.003 ul/ml	1	Bactéricide
	<i>Staphylococcus aureus KH07</i>	≥65ul/ml	>65ul/ml	1	Bactéricide
	<i>Escherichia coli</i>	65ul/ml	65ul/ml	1	Bactéricide

Conclusion

Conclusion

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine, voire animale. Ils restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Dans la présente étude, nous sommes intéressés à l'évaluation de L'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et *Ruta graveolens*, vis-à-vis de souches bactériennes Gram positives et Gram négatives et aussi des champignons.

Les rendements des huiles essentielles : *T. vulgaris*, *R. graveolens*, sont différents et sont de l'ordre de 2.15%, 1.20%, d'où on constate que le *Thymus* présente le meilleur rendement. Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne et antifongique montrent que toutes les HEs testées ont une activité sur la plupart des souches bactériennes et fongiques don't la meilleure activité a été marquée par l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* par rapport aux autres huiles.

Les résultats de notre travail ne constituent qu'une première étape de la recherche d'un remède naturel ayant des propriétés antimicrobienne et antifongique.

Nos résultats peuvent Trouver des applications dans les domaines en relation avec le traitement des infections microbiennes notamment.

En perspective, il serait important d'approfondir les recherches sur une large gamme des souches microbiennes et d'identifier les constituants actifs responsables de ces activités antibactériennes et antifongiques, Ainsi que leur mode d'action, et aussi d'étudier et analyser les propriétés des molécules bioactifs.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

A

Abdel basset M.E. et Abdel tawab A.H., (2008) – Médicinal Herba Guide. Ed. Alfa – Publishing : 428 -429.

Abdelli, W. (2017). Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*. Thèse de Doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem, Algérie.

Abdi, A., & Tirouche, R. (2022). Etude du potentiel de rendement en huile essentielle et de l'activité antifongique de la Rue (*Ruta graveolens* L.) de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie).

Agbogidi O.M., 2010. Ethno-botanical survey of the non-timber forest Products in Sapele.

Aitken, T. H. G. (1954). The culicidae of Sardinia and Corsica Diptera. Bulletin of Entomological Research, 45: 437-494.

Amagase, H., Petesch, B. L., Matsuura, H., Kasuga, S., & Itakura, Y. (2001).

Amarti F, El Ajjouri M, Ghanmi M, et al. (2011) Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Thymus zygis* du Maroc. *Phytothérapie* 9: 149–57.

Amarti F, Satrani B, Aafi A (2008) Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus capitatus* et de *Thymus bleicherianus* du Maroc. *Phytothérapie* 6: 342–7.

Amarti F, Satrani B, Ghanmi M, et al. (2010) Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss et *Thymus ciliatus* du Maroc. *Biotechnol Agron Soc Environ* 14 (1).

Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F. & Mahari, S. (2006). Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anophele smacuhpennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 10 (2): 67-71.

Asgarpanah, J., (2012). Phytochemistry and pharmacological properties of *Ruta graveolens* L. *Journal of Medicinal Plants Research* [En ligne]. Vol, 6(23). 3942-3949. <http://www.academicjournals.org/JMPR>.

Askarne L., Talibi I., Boubaker H., Boudyach EH., Msanda F., Saadi B., Ait BenAoumar, A. (2013). Use of Moroccan medicinal plant extracts as botanical fungicide against citrus blue mould. *Lett Appl Microbiol.*, 56(1):37-43.

Attia, E., Abd El-Baky, R., Desoukey, S., Mahmoud, A., Bishr, M., et al., (2018). Chemical composition and antimicrobial activities of essential oils of *Ruta graveolens*

plants treated with salicylic acid under drought stress conditions. *Future journal of pharmaceutical sciences*: p 255-257.

B

Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M (2007) Biological effects of essential oils. A review. *Food Chem Toxicol* 46(2): 446–75.

Bakkali F., 2007. Biological effects of essential oils – A review, *Food. Chem., Toxicol.*

Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. (2008). Biological effects of essential oils.

Bakli. S, (2020). Activité antimicrobienne, antioxydante et anticoccidienne des extraits phénoliques de quelques plantes médicinales locales. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en science. 2020.

Baser K.H.C., Buchbauer G. (2010). *Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications*. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. 994.

Bayoud B., Djilani S.E., Legseir B., Ouahrani M.R. et Djilani A., 2007 – Antibacterial Activity of Ethanol Extracts and Total Alkaloids of *Datura stramonium* and *Ruta graveolens*. *J. Life Sci*, 1 (1) :78-81.

Bazizi Marwa, extraction d'huile essentielle de l'espece vegetale *salvia officinalis* L. par hydro distillation: caractérisation physicochimique et modélisation paramétrique, université badji mokhtar-annaba, 12, 2017.

Belaouinet. N. Kasm. A, (2019). Etude de L'effet d'*Allium sativum* sur la viabilité de la larve hydatique *Echinococcus granulosus*. Mémoire de Master, université Bouira.

Belsito, E. L., Carbone, C., Di Gioia, M. L., Leggio, A., Liguori, A., Perri, F., & Viscomi, M. C. (2007). Comparison of the volatile constituents in cold-pressed bergamot oil and a volatile oil isolated by vacuum distillation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(19), 7847-7851.

Ben Hadj Fredj, M., Marzouk, B., Chraief, I., Boukef, K., Marzouk, Z. (2007). Analysis of tunisian *Ruta graveolens* L. oils from jommel. *Journal of food, agriculture; Environment* Vol.5(1): 5-53.

Ben Hadj Fredj, M., Marzouk, B., Chraief, I., Boukef, K., Marzouk, Z. (2007). Etude des huiles essentielles de la plante *Teucrium ssp Aurasianum Labiatae*, thèse de doctorat, université Kasdi Merbah-Ouargla, 13.

Benoit G. Etat des lieux sur 'aromathérapie dans les officines : enquête sectorielle dans le département de Vienne [Thèse]. Université de poitiers facult de médecine et de pharmacie, 2015.

Berthet J, Amar-Costesec A. (2006). *Dictionnaire de biologie*. Bruxelles.

Berthet, O. (2014). Y A-T-II Une Place Pour La Phytothérapie Dans La Biologique et anti-oxydante, Mémoire, Université d'Oran Es-Senia, Algérie, 2010 .

Biosci.Biotechnol. Biochem.62: 1014-1017.Institut KLOORANE. Guide des agrumes. 81500.

Bonnier G., (1999) – La Grande Flore en Couleur. Ed. Belin et Tome, (3) : 205 -206.

Borugă O., Jianu C., Mișcă C., Golet L., Gruia A.T., Horhat F.G.(2014). Thymus vulgaris essential oil: Chemical composition and antimicrobial activity. Journal of Medicine and Life, 7(3), 56-60p.

Bouacherine. O. Guermit.H, (2020). Les effets in vivo et in vitro des polyphenols extraits à partir d'Allium sativum sur l'hydatide d'Echinococcusgranulosus. Mémoire de fin d'étude, université Akli mohaned oulhadj, Bouira.

Boughendjioua, H. (2019). Yield chemical composition and antibacterial activity of Ruta chalepensis L. essential oil growing spontaneously in Algeria, pharmacy & pharmacology international journal, education, skikda, 21000, Algeria: 34.

Boukhatem M.N. (2018). Plantes Aromatique et Médicinale : le Géranium Odorant. Description Botanique, Composition Chimique et Vertus Thérapeutiques.

Boukhatem, M. N., Hamaidi, M. S., Saidi, F., & Hakim, Y. (2010). Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (Pelargonium graveolens) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Nature & Technology, (3), 37.

Bruneton J., 1987. Eléments de phytochimie et de phannacognoise. Ed. Technique et Documentation – Lavoisier, Paris, 585p.

Bruneton J., 1993. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinale. Paris.Lavoisier, 623p. (Technique et documentation).

Bruneton J., 1995. Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Paris, Lavoisier, 915p. (Technique et Documentation).

Bruneton, J. (1999). Huiles Essentielles. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Edition Tec & Doc, 3ème édition, Lavoisier, Paris, France.

Brunton J. Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3ème édition. Paris.

Budavari S., O'NEIL MJ., SMITH A., 1996. The Merk Index — Twelfth edition, whitehouse Station : Merk and Co, INC, , 2350.

Burt S. (2004) Essential oils : their antibacterial properties and potential applications in food.

C

C.Pierron, Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France : exemples d'applications en gériatriegérontologie et soins palliatifs, Thèse de doctorat, Université de Lorraine, France, 2014.

Cardiovasculaire doctorat, NANTES. Retrieved from Cardiovasculaires liées à l'hypercholestérolémie (Doctoral dissertation, UHPUniversité.

Carson CF, Hammer KA, Riley TV (2006) *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clin Microbiol Rev* 19(1): 50–62
Center, 65901-480 Imperatriz, MA, Brazil .

Chemat, F. (2010). Techniques for oil extraction. *Citrus Essential Oils : Flavor and Fragrance*, 9-36.

Chemat, F., Abert-Vian, M., & Fernandez, X. (2013). *Microwave-assisted Extraction for Bioactive Compounds*. Food Engineering Series, Springer, New York, USA.

Chemical composition and antibacterial activity of *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) volatile oils, from São Luís, Maranhão, Brazil., *Jul 2015 Chemistry*, 53(23), 9100-9104.

Colin, L. (2016). Components of garlic and their physiological role in health maintenance: A composition and antimicrobial activities of essential oils of *Ruta graveolens* plants treated Composition of *Ruta graveolens* L. Fruits and *Hyssopus officinalis* Subsp. *Aristatus* (God.)

Couic Marinier, F & Touboul, A. (2020). *Le guide terre vivante des huiles essentielles*. 2e édition. Paris, Terre vivante.

D

De la lumière à la guérison, la phytothérapie entre science et tradition—P. Depoërs, F. Ledoux, P. Meurin—Editions Amyris
Se soigner par les plantes—Dr Gilles Corjon—Editions Jean-Paul Gisserot
Traité pratique de phytothérapie—Dr. Jean-Michel Morel—Editions Grancher.

Deboise, D. L'ail, histoire, culture, chimie, actions pharmacologiques, utilisations. Thèse : Pharmacie : Lille : 2001.

Degryse AC, Delepla I, Voinier MA (2008) Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé et environnement, EHESP*,. 1–94

Derabla Cherifa, Z. A. (2016). Etude de l'activité antibactérienne des extraits alcooliques d'ail (*Allium sativum*) et de cannelle (*Cinnamomum zeylanicum*).

Diep, F. V., Bernadet, P., Védie, A. L., Courtois, A., & Labadie, M. (2014). Toxicité cutanée de la rue fétide. *Toxicologie Analytique et Clinique*, 26(4), 234.

Djaalali, S., Bayoud, H. (2020). Étude bibliographique de l'effet larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* à l'égard de *Culex pipiens*: Morphométrie. Mémoire de Master. Université Larbi Tébessi- Tébessa, Algérie.

Doctorat Picardie Jules Verne. Retrieved from <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas->

Doerper S. (2008) – Modification de la synthèse des furo-Coumarines chez *Ruta graveolens* L. par une approche de génie métabolique. Thèse de Nancy, Université INRA : 12 -34.

Dorman HJD, Deans SG (2000) Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol* 88: 308–16.

Dr Sahraoui, Les Huiles Essentielles, UN1901. Laboratoire de pharmacognosie, 2014. Etude comparative entre les Huiles essentielles de la Menthe Verte (*Mentha Spicata* L) et de la Poivre (*Mentha Piperita* L) dans la région d’Ouargla, Mémoire, Université de Kasdi Merbbah_Ouargla, Algérie, 2005 .

E

El Ajjouri M, Ghanmi M, Satrani B (2010) Composition chimique et activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et *Thymus ciliatus* contre les champignons de pourriture du bois. *Acta Botanica* 2: 285–94.

F

Fadipe, V.O., Mongalo, N.I., Opoku, A.R. (2015). In vitro évaluation of the comprehensive antimicrobial and antioxidant properties of *curtisia dentata* (burm.f) c.a. sm: toxicological effect on the human embryonic kidney (hek293) and human hepatocellular carcinoma (hepg2) cell lines. *journal*, 14, 971-983.

Farhat, A. (2010). Vapo-diffusion assistée par micro-ondes : conception, optimisation et application. Thèse de Doctorat en Sciences (option : Sciences des Procédés, Sciences des Aliments), Université d’Avignon et des Pays de Vaucluse (France) & Ecole Nationale d’Ingénieurs de Gabès (Tunisie).

Faucon, M. (2017). *Traité d’aromathérapie scientifique et médicale les huiles essentielles*. 3e édition. Paris, Sang de la Terre.

Ferhat, M. A., Boukhatem, M. N., Hazzit, M., & Chemat, F. (2016). Rapid extraction of volatile compounds from Citrus fruits using a microwave dry distillation. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 8(3), 753-781.

Ferhat, M. A., Meklati, B. Y., Smadja, J., & Chemat, F. (2006). An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. *Journal of Chromatography A*, 1112(1), 121-126.

[File:///C:/Users/Devil/Downloads/guierPH11%20\(3\).pdf](File:///C:/Users/Devil/Downloads/guierPH11%20(3).pdf)

Fillatre Y, 2011, Prodiges phytosanitaires : développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Thèse de doctorat. Université d'Angers . France, 290.

Flame ionization and mass selective detection. Journal of agricultural and food.

França Orlanda, J.F., Nascimento, A.R., (2015). Chemical composition and antibacterial activity of *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) volatile oils, from São Luís, Maranhão, Brazil., 1300 Center, 65901-480 Imperatriz, MA, Brazil: 104.

Franchomme, P., & Pénéol D. (1990). L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois éditeur. Limoges. 445 p. Francis. CRC Press .73-77.2007.

From <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01025271/document>

From <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01025271/document>

G

Gavahian, M., & Chu, Y. H. (2018). Ohmic accelerated steam distillation of essential oil from lavender in comparison with conventional steam distillation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 50, 34-41.

Germann-Gudrun, P (2014), plantes d'aromathérapie, L'univers guérisseurs.paris.denis-Armand canal. P62-113.208 pages des Guerriaud, M (2018). Réglementation des huiles essentielles, un besoin de sécurité.

Germann-Gudrun, P (2014), plantes d'aromathérapie.L'univers des arômes guérisseurs.paris.denis-Armand canal. 62-113.208 pages.

Ghesquiere, C. (2016). Les bienfaits de l'ail dans les maladies cardiovasculaires.

Goetz, P., & Ghedira, K. (2012). Phytothérapie anti-infectieuse. Springer Science.

Golmakani, M. T., & Rezaei, K. (2008). Comparison of microwave-assisted Hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L. *Food Chemistry*, 109(4), 925-930.

Gomes, P. B., Mata, V. G., & Rodrigues, A. E. (2007). Production of rose geranium oil using supercritical fluid extraction. *Journal of Supercritical Fluids*, 41(1), 50-60. « L'aromathérapie » de Nelly Grosjean.

Guillén M. D., Manzanos M. J. (1998) Study of the composition of the different parts of a Spanish *Thymus Vulgaris* L. plant. *Food chemistry*, 63 (3): 373-383.

H

Hammaz, F et Nafa, S. (2017). Contribution à l'essai de fabrication de pâté de volaille à base de conservateurs naturels. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri TiziOuzou, Algérie.

Health. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 65(1).

Hernandez Ochoa, L. R. (2005). Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine (solvant/actif) d'origine végétale. Thèse de Doctorat en Science des Procédés (option Sciences des Agroressources), Institut National Polytechnique, Toulouse, France.

Hessas, T et Simoud, S. (2018). Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de thymus sp. Mémoire de Doctorat, Université Mouloud Mameri Tizi-Ouzou, Algérie.

Homburger, F.; Boger, E. 1968. The carcinogenicity of essential oils, flavors and spices: A review. *Cancer Res.* 28, 2372-2374.

Hubert, R. (1992). Epices et aromates. Edition Tec & Doc, Lavoisier, France.

Huiles essentielles – 2000 ans de découvertes aromathérapeutiques pour une médecine d'avenir » de Dominique Baudoux « Aromathérapie » du Dr Jean Valnet Éditions MaloineL'Aromathérapie exactement » du P. Franchomme et Dr D. Pénéol.

I

Iserin P. (2001) Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres Pp : 143 et 225-226. Chemical composition and antibacterial activity of *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) volatile oils, from São Luís, Maranhão, Brazil., Jul 2015

J

Jalas, J. (1971). Notes on *Thymus* L. (Labiatae) in Europe. I. Supraspecific classification and nomenclature. *Botanical Journal of the Linnean Society.*

Jean-Michel, Clément. (1990). Larousse Agricole. 39-40.

Jung, S. (2005). Apport des drogues végétales dans la prévention des maladies .

K

Kaloustian J., Hadji-Minaglou F, 2013, La connaissance des huiles essentielles: Qualitologie Et aromathérapie: Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Springer Science & Business Media, 226.

Kundra, A. (2015). Department of Biotechnology and Medical Engineering.

Kurkin, V.A. 2003. Phenylpropanoids from medicinal plants. Distribution, classification, structural analysis and biological activity. *Chem. Nat. Compd.* 39, 123-153.

L

Labioud, R. (2016). Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta*: activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie.

Lara Soares Aleixo de Carvalho, Lucas Sales Queiroz, Ismael Jose Alves Junior, Ayla das Chagas Almeida, Elaine Soares Coimbra, Priscila de Faria Pinto, Marcos Paulo Nascimento da Silva, Josué De Moraes, Ademar A. Da Silva Filho (2019). In Vitro Schistosomicidal Activity of the Alkaloid-Rich Fraction from *Rutagraveolens* L. (Rutaceae) and Its Characterization by UPLC-QTOF-MS. 8 p
Laurent, G. (2009). Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie., 29 : 160-189.

Le Moine E. (2001) – Les Plantes Aromatiques et Médicinales. Ed. Moliere, Paris.

Lee, J. & Harnly, J. M. (2005). Free amino acid and cysteine sulfoxide.

« Les huiles essentielles pour votre santé » de G. Roulier « Les cahiers pratiques de l'aromathérapie française – Pédiatrie » de Dominique Baudoux – Editions Amyris
Lettres d'informations Aroma-News de l'association NARD « L'aromathérapie – Se soigner par les huiles essentielles » de Dominique Baudoux – Editions Amyris.

Leszczynska, D. (2007). Management de l'innovation dans l'industrie aromatique : Cas des PME de la région de Grasse.

Local Government Area of Delta State, Nigeria. African Journal of Plant Science, 4, 3, 183-189.

Lucchesi, M. E. (2005). Extraction sans solvant assistée par micro-ondes : conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat en Sciences (option : Chimie), Faculté des Sciences et Technologies, Université de la Réunion, France.

Lucchesi, M. E., Chemat, F., & Smadja, J. (2004). Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs : comparison with conventional hydro-distillation. Journal of Chromatography.

Luu C. et Fournier A., (2020). 300 plantes médicinales de France et d'ailleurs. Terre vivante.

M

Magoura, M., & MOUSSAOUI, Z. (2020). Etude comparative de l'efficacité de quelques extraits organiques des espèces de la plante *Ruta* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).

Mahmoud A. Al-Qudah , Sameeh Al-Sarayreh, Ibrahim Al-Tarawneh , Jihad Al-Shuneigat , Yousef M Al-saraireh , K. Alsharafa moins Publié le 1 juin 2015 Chimie .Journal jordanien des sciences biologiques.

Malik Aabid Hussain, Varsha Nitin Nathar.(2020) .In Vitro Method of High-Frequency Plant 46 Regeneration Through Internodal Callusof *Ruta graveolens* L. S. Malik (ed.). Essential Oil Research Trends in Biosynthesis, Analytics. Industrial Applications and Biotechnological Production. Brazil.

Malik, S., Coutinho Moraes, D. F., Mendonça do Amaral, F. M. & Sousa Ribeiro M. N. (2017). *Ruta graveolens*: Phytochemistry, Pharmacology, and Biotechnology. Springer International Publishing Switzerland [En ligne]. 177-204. DOI 10.1007/978-3-319-28669-3_4.

Mancuso, G., Borgonovo, G., Scaglioni, L. & Bassoli, A. (2015). Phytochemicals from *Ruta graveolens* Activate TAS2R Bitter Taste Receptors and TRP Channels Involved in Gustation and Nociception. *Molecules* doi:10.3390/molecules 201018907. [En ligne]. 18907-18922.

Marmonier A. (1990) Introduction aux techniques d'étude des antibiotiques. *Bactériologie Médicale, technique usuelles*, 227-236.

Masango, P. (2005). Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production*, 13(8), 833-839.

Mehani M.,(2015). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Eucalyptuscamaldulensis* dans la région d'Ouargla. [En ligne]. Thèse de doctorat :Microbiologie Mémoire, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie, 2009

Mioulane P. (2004) – Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins, Larousse. Ed. Protea : 7-50.

Mohamdi. Z. Etude du pouvoir et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de Quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de doctorat, université Abou BakerBelkaïd Tlemcen, 2005, 89-92.

Morales R. (1997). Synopsis of the genus *Thymus* L in the Mediterranean area. *Logascalia.*, 19(2): 249-262.

Morales, R. (2002). The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. *Thym: the genus Thymus*, 1, 1-43.

Moumen F. (2016). Valorisation des plantes condimentaires cultivées.

N

Naganuma, M.; Hirose, S.; Nakayama, Y.; Nakajima, K.; Someya, T. 1985. A study of the phototoxicity of lemon oil. *Arch. Dermatol. Res.* 278, 31-36.

Nyman Biomass as a Function of Hydrodistillation Time, *Molecules* 24, 4047, Mendeleev 12, National Institute of Technology, Rourkela.Rourkela.

O

Olivero-Verbel, J., González-Cervera, T., Güette-Fernandez, J., Jaramillo-Colorado, B., & Stashenko, E. (2010). Chemical composition and antioxidant activity of essential

oils isolated from Colombian plants. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20(4), 568-574.

Ouis, N. (2015). Etude chimique et biologique des huiles essentielles de Coraïnder, de Fenouil, et de Persil. Thèse, chimie organique.

P

Padua L.S., Bunyapraphatsara N., & R.H.M.J. Lemmens. (1999). *Plant Resources of South-East Asia No.12*.

Pariante L. (2001). *Dictionnaire des sciences pharmaceutique et biologique*. 2ème Ed. Académie nationale de pharmacie. Paris., 1643.

Parray, S. A., Bhat, J., Ahmad, G., Jahan, N., Sofi, G., Faisal Iqbal, S. M. (2012). *Ruta graveolens: from Traditional System of Medicine to Modern Pharmacology: an Overview*. *American Journal of PharmTech Research [En ligne]*. 22(2). 2249-3387. www.ajptr.com

Pataud A. (2004) *La cuisine aux huiles essentielles. Des recettes saines et créatives*. Editions Ambre.

Pedersen JA. (2000). Distribution and taxonomic implications of some phenolics in the family Lamiaceae determined by ESR spectroscopy. *Biochem Syst Ecol.*, 28: 229-253.

Pharmacopée Européenne. (2007). Direction de la Qualité du Médicament & Soins de Santé du Conseil de l'Europe (DEQM), Strasbourg, France. Thèse pour l'obtention du diplôme de plants, use and administration. *J. Ethnopharmacology*, 88, 19-44.

Pline. (1999) – *Lavertue des plantes (Histoire Naturelle)*, Paris Prévention Des Maladies Cardiovasculaires .Doctorat, Joseph Fourier.

Q

Quyoun A., 2003 . *Mise au point d'une base de données sur les plantes médicinales*.

R

Raaman, N. (2006). *Phytochemical techniques*. New India Publishing, New Delhi, Inde.

Reddy, D.N., Al-Rajab, A.J., (2016). Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of *Ruta graveolens* L. volatile oils. *Cogent Chemistry* 2 (1) 4

Review. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 5(4), 271-278.

Rožman T. and Jeršk B, 2009. Antimicrobial activity of rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis* L.) against different species of *Listeria*. *Acta agriculturae slovenica*, Vol. 93 ; N°1, 51-58

S

SAIDI, K., & ZAAMOUNE, K. (2021). Étude taxonomique et toxicologique des moustiques dans les régions de Magra et Ain khadra (M'sila) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).

Satrani B, Farah A, Fechtal M, et al. (2001) Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Satureja calamintha* et *Satureja alpina* du Maroc. *Ann Fals Exp Chim* 94(956): 241–50

Satrani B, Ghanmi M, Farah A (2010) Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bull Soc Pharm* 146: 85–96

Sawamura, M. (2011). *Citrus essential oils : flavor and fragrance*. John Wiley & Sons, New Jersey, USA.

SCHOU C. *Garlic: A Taste for Health* [Internet]. 2000 [cité 22 août 2015]. Disponible sur: Sciences de l'environnement, Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes, Sidi Bel.

Semerdjieva, I., Burducea, M., Astatkie, T., Zheljazkov, V., Dincheva, I., (2019). Essential Oil Composition of *Ruta graveolens* L. Fruits and *Hyssopus officinalis* Subsp. *Aristatus* (Godr.) Nyman Biomass as a Function of Hydrodistillation Time, *Molecules* 24, 4047, Mendeleev 12, 4000 Plovdiv, Bulgaria: p 3.

Semerdjieva, I., Burducea, M., Astatkie, T., Zheljazkov, V., Dincheva, I., (2019). Essential Oil

Sharififar ., Moska M .H ., Mansouri S. H., Khodashenas M .et Khoshnoodi M ., 2007- *Food control* ,(18) :800-805. ,

Skocibusic M., Bezic N., Dunkic V., 2006 – *Food Chem* , (96) : 20-28.

SMALLFIELD B., 2001. Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*. Number 45,4p.

Smith, C.K.; Moore, C.A.; Alahi, E.N.; Smart, A.T.; Hotchkiss, S.A. 2000. Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 168, 189-99.

Soumia, B. E. N. H. E. N. N. I., & Souad, H. A. D. J. (2021). *Activité biologique d'Allium sativum contre les infections uro-génitales* (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).

T

Tabuti J.R.S., Lye K.A. & Dhillion S.S., 2003. *Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda*:

Tamert A., Latreche A., Aouad L., (2017). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Extracts of *Thymus serpyllum* and *Thymus vulgaris* from the Mount of Tessala (Western Algeria). *Pharmacognosie*, 15: 384-394.

Teuscher E., Anton R., Lobstein A. (2005). Plantes aromatiques Epices, aromates, condiments et huiles 64- Tisserand, M. (2014). Aromatherapy vs MRSA: Antimicrobial essential oils to combat.

Tisserand, R & Young, R. (2014). Essential oil safety : a guide for health care professionals. 2e édition. Londres, Churchill Livingstone.

Touhami A. (2017). Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres *Thymus* récoltées dans les régions de l'Est Algérien pendant les deux périodes de développement. Thèse de doctorat, chimie, Université Badji Mokhtar Annaba, 134p.

Touhami A. 2017. Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres *Thymus* récoltées dans les régions de l'Est Algérien pendant les deux périodes de développement, Thèse de doctorat, Université badjimokhtar annaba, algérie, p173.

Toure, Daouda. (2015). Études chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat. Université Félix Houphouët-BOIGNY, Côte d'Ivoire.

trisaccharides (raffinose), tétrasaccharides (tétrafructose, scorrodose), polysaccharides (amidon, dextrine, inuline, fructane) et d'autres comme le D-galactane, laarabinose , Pectines, D-fructane (Ghesquiere, 2016).

Trombetta D, Saija A, Bisignano G (2002) Study on the mechanisms of the antibacterial action of some α , β -unsaturated aldehydes. *Lett Appl Microbiol* 35: 285–90

Trudel, R. (2005). Protéine de l'ail, *Allium sativum*, au service de la lutte contre tunisian *Ruta graveolens* L. ils from jemmell. *Journal of food, agriculture; Environment* Vol.5

Ultée A, Kets EPW, Smid EJ (1999) Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *J Appl Microbiol* 65(10): 4606–10 Université de Lorraine).

W

Walton, N. N. J., & Brown, D. D. E. (1999). Chemicals from plants : perspectives on plant secondary products. World Scientific.

Wang, Z., Ding, L., Li, T., Zhou, X., Wang, L., Zhang, H., & He, H. (2006). Improved solventfree microwave extraction of essential oil from dried *Cuminum cyminum* L. And *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. *Journal of Chromatography A*, 1102(1), 11-17.

Wiert C. (2006) – Medicinal Plants of the Asia Pacific : Drugs for the future. Ed. World Scientific : 401- 416.

Wichtl, M., Anton, R., Bernard, M., & Czygan, F. C. (2003). Plantes with salicylic acid under drought stress conditions. *Future journal of pharmaceutical*.

Y

Yaacoubé, R., & Tlidjane, I. (2018). Caractérisation physico-chimiques et analyses biologiques de l'huile essentielle des grains de *Cuminum cyminum* L. et de *Foeniculum vulgare* Mill. Extraite par hydrodistillation et CO₂. Supercritique: Etude comparative.

Yakhlef G.(2010). Étude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus Vulgaris* et *Laurus Nobilis*. Thèse de Magister en Biochimie appliquée, Université El Hadj Lakheder Batna.

Yaser Sharifi, ValiollahGhasemiOmran, Toktam Sadat Tavabe Ghavami, Gorban Ali Nematzadeh Gharakhili⁴, Mohammad Ali Ebrahimzadeh. (2019).Effect of Salicylic acid on Phenols and flavonoids content and DPPH scavenging activity in cell suspension culture of Iranian sodab (*Ruta graveolens*). *Tabari Biomed Stu Res J*. 1(4):18-21.

Yoshida H. Iwata N. Katsuzaki H, Naganawa R, Ishikawa K, Fukuda H. Fujino T. et Suzuki A.

Z

ZABEIROU ; HACHIMOU. Etude comparative entre les Huiles essentielles de la Menthe Verte (*Mentha Spicata* L) et de la Poivree (*Mentha Piperita* L) dans la région d'Ouargla, Mémoire, Université de Kasdi Merbbah_ Ouargla, Algérie, 2005

Zahalka J-P. (2021). Dictionnaire complet d'aromathérapie. Dauphin Editions.

Zeghad, N. (2009). Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Diplôme de Magister. Université des Frères Mentouri, Constantine. Algérie.

Annexes

Annexes

Annexe 01: Caractéristique des milieux de culture utilisés

1) Milieu Mac Conkey

▪ Préparation

Mettre 50g de poudre dans 1L d'eau distillé, bien mélanger sous agitation

Stérilisation à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

▪ Composition

Gélose	13.5g
Sels biliaries	1.5g
Violet de cristal	1mg
Eau distillée	1L
Peptone	17g
Protéose peptone	3g
Lactose monohydraté	10g
Chlorure de sodium	5g
Rouge neutre	30mg
PH	7.1 g

2) Milieu Chapman

▪ Préparation

Mettre 108g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée.

Agiter jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène.

Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

▪ Composition

Peptone	10g
Eau distillée	1L
Agar	15g
Rouge de phénol	0.025g
Mannitol	10g
Extrait de viande	1g
PH	7.5g
Chlorure de sodium	75g

3) Milieu Sabouaud gélosé

▪ Préparation

Mettre 65g de poudre dans 1L d'eau distillée stérile.

Agiter bien pour obtenir une suspension homogène.

Autoclavage à 121°C pendant 15 min.

- **Composition**

Dextrose (glucose)	40g
Peptone	10g
Agar	15g
PH	5.6g

4) Milieu LB

- **Préparation**

Mettre tous les composants dans 1L d'eau distillée et mélanger bien .

Stériliser pendant 20 min à l'autoclave.

Tryptone	10g
Agar	20g
Eau distillée	1L
Extrait de levure	5g
Nacl	10g

5) Milieu BN

- **Préparation**

Mettre 13g de milieu déshydraté dans 1L d'eau distillée.

Autoclavage pendant 15 min.

- **Composition**

Digestion peptique de tissus animaux	5g
Extrait de bœuf	1.5g
Chlorure de sodium	5g
Extrait de levure	1.5 g
PH	7.4g

6) Milieu Muller Hinton

- **Préparation**

Mettre 21g de poudre en suspension dans 1L d'eau distillée puis bien mélanger.

Autoclavage à 121°C pendant 20min.

- **Composition**

Peptone de viande (Bovin)	2g
Peptone de caséine (Bovin)	17.5g
Fécule de pomme de terre (amidon)	1.5g
Ca ⁺⁺	45 à 75 mg /l
Mg ⁺⁺	20 à 35 mg/l
Agar	17g

7) Milieu Gélose nutritif

- **Préparation**

Mettre 28 g de poudre dans 1 L d'eau distillée.

Agitation à la chaleur.

Autoclavage à 118°C pendant 15 min.

- **Composition**

Extrait de viande	1g
Extrait de levure	2.5g
Peptone	5g
Chlorure de sodium	45 à 75mg/l
Agar	20 à 35 mg / l
PH	7g

Annexe 02

Daira :		Commune		
Age :		Sexe :		
Niveau d'étude	non scolarisé	Primaire	Secondaire	Universitaire
Herboriste	Guerisseur	Commun		
Répartition selon le milieu		Urbain	Rural	
Nom de la Plante 1		Maceratin <input type="checkbox"/>	Mode d'administration: Oral <input type="checkbox"/> Massage <input type="checkbox"/> Rinçage <input type="checkbox"/>	
		Décoction <input type="checkbox"/>	Badigeonnage <input type="checkbox"/>	
		Infusion <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/> :	
Plante achetée	Plante donnée	Plante cueillie		
Partie utilisées: Tige <input type="checkbox"/>		Fleurs <input type="checkbox"/>	Fruits <input type="checkbox"/>	Graine <input type="checkbox"/> Ecorce <input type="checkbox"/> Rhizome <input type="checkbox"/> huile <input type="checkbox"/>
Bulbe <input type="checkbox"/> Feuilles <input type="checkbox"/>		Plante entière <input type="checkbox"/>		
Autres combinaisons <input type="checkbox"/> :				
Usage pour :				
Adulte <input type="checkbox"/>	enfant <input type="checkbox"/>	homme <input type="checkbox"/>	Femme <input type="checkbox"/>	
Efficace <input type="checkbox"/>	Moyen <input type="checkbox"/>	Faible <input type="checkbox"/>	Non efficace <input type="checkbox"/>	
Information sur les plantes		Lecture <input type="checkbox"/>	Expérience personnelle <input type="checkbox"/>	Expérience des autres <input type="checkbox"/>
Nom de la Plante 2		Maceratin <input type="checkbox"/>	Mode d'administration: Oral <input type="checkbox"/> Massage <input type="checkbox"/> Rinçage <input type="checkbox"/>	
		Décoction <input type="checkbox"/>	Badigeonnage <input type="checkbox"/>	
		Infusion <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/> :	
Plante achetée	Plante donnée	Plante cueillie		
Partie utilisées: Tige <input type="checkbox"/>		Fleurs <input type="checkbox"/>	Fruits <input type="checkbox"/>	Graine <input type="checkbox"/> Ecorce <input type="checkbox"/> Rhizome <input type="checkbox"/> huile <input type="checkbox"/>
Bulbe <input type="checkbox"/> Feuilles <input type="checkbox"/>		Plante entière <input type="checkbox"/>		
Autres combinaisons <input type="checkbox"/> :				
Usage pour :				
Adulte <input type="checkbox"/>	enfant <input type="checkbox"/>	homme <input type="checkbox"/>	Femme <input type="checkbox"/>	
Efficace <input type="checkbox"/>	Moyen <input type="checkbox"/>	Faible <input type="checkbox"/>	Non efficace <input type="checkbox"/>	
Information sur les plantes		Lecture <input type="checkbox"/>	Expérience personnelle <input type="checkbox"/>	Expérience des autres <input type="checkbox"/>