



République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Echahid Hamma Lakhdar-El OUED  
Faculté des sciences naturelles et de la vie  
Département de Biologie cellulaire et moléculaire

N° Commande :

N° de série:

Mémoire de FIN D'ÉTUDE

**En vue de l'obtention du Master Académique**

Spécialité : Toxicologie

**THEME**

Approche scientifique des plantes utilisées contre  
l'acné : Évaluation de l'efficacité de *Lavandula  
officinalis* et *Rosmarinus officinalis*

✓ **Présenté par:**

- ✓ **BERGOUG Rayane**
- ✓ **CHABANI Assala**
- ✓ **KORTI Zineb**

**Devant le jury composé de :**

Président :	MEDILA Ifrikya	M.C.B,	Université d'El-Oued.
Examineur :	LAIB Ibtissem	M.C.B,	Université d'El-Oued
Promotrice :	TOUMI Ikram	Pr	Université d'El-Oued

**Année académique : 2023/2024.**

# Remerciement

*Il est primordial de remercier « ALLAH » le Tout-Puissant de tout ce qu'il nous apporte dans la vie et de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce travail.*

*Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur, Dr TOUMI Ikram, pour son savoir-faire, ses conseils, sa compétence, sa patience, son enthousiasme et l'attention particulière avec laquelle elle a suivie et dirigé ce travail.*

*Nous tenons à remercier les membres de jury, chacun de son nom, d'avoir accepté de juger notre travail Nous tenons à remercier tous les enseignants du Département des sciences delà nature et de la vie qui nous ont suivis durant notre formation.*

*Nous exprimons notre gratitude à Dr TLELI Mohamed Laid, chef au département de Biologie Cellulaire et Moléculaire d'avoir accepter d'examiner ce mémoire.*

*Nous profondes reconnaissances vont à Mme GOUBI Sana, nous remercions tous les membres des laboratoires pour leur aide précieuse.*

*A tous les étudiants delà promotion 2024. Enfin nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, qu'ils trouvent ici l'expression de toute mes grâtes en particulier. Merci à tous.*

## Dédicace

*C'est avec toute l'ardeur de mes sentiments que je dédie ce modeste travail qui est le fruit de ma profonde reconnaissance à :*

*Mes parents, Abde-Raouf et Ma rose sans lesquels tout ceci n'aurait aucun sens*

*A ma chère grand-mère, que Dieu la protège*

*Mes belles sœurs : Ferial; Nouha que Dieu la repose; Ghofrane et Dhikra.*

*Ma chère frère : Belgacem A mon fiancé Mohamed.*

*A toute la famille Chabani et la famille Gaid*

*A mes chère(s) cousins et cousines*

*A mon binôme Rayane et Zineb*

*A mes amies sans exception enseignants et mes camarades et à toute personne qui m'ont encouragé ou aidée au long de mes études.*

*Assala*

## Dédicace

الحمد لله حبا وشكرا وامتنانا على البدء والختام

{وَأَقْرَبُ رَغْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ}

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق محفوفا بالتسهيلات، لكنني فعلتها فالحمد لله الذي يسر البدايات وبلغنا النهايات بفضلته وكرمه

وبكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي

الى من وضع المولى - سبحانه وتعالى- الجنة تحت قدميها، ووقَّرها في كتابه العزيز

الى مصدر الامان الذي استمد منه قوتي الى نور عيني وحظي الجيد وفوزي وفخري

الى ملاكي في الحياة من ساندتني في صلاتها ودعائها **أمي الحبيبة ثورية سفوني**

الى من كلل العرق جبينه الى من علمني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة

الى الذي لم يبخل علي بأي شيء الى من سعى من أجل راحتي ونجاحي

الى النور الذي أثار دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره بقلبي ابدا ، الى أعظم رجل في الكون **أبي الغالي احمد كرمي**

إلى من بهم يشد ساعدي وتعلو همتي ، إلى عزي في هذه الحياة **إخوتي أكرم - بشير - عبد المجيب**

الى توأم روحي ، إلى بسملة الحياة ، بنع الأمل الذي يفيض على قلبي بالتفاؤل دوما **أختي الغالية إحسان**

الى من يذكرني بقوتي ويقف خلفي كظلي الحمد لله الذي جعلك من صفوة الرجال نصيبي **محمود التجاني مراح**

إلى التي توسدها التراب قبل أن تفر عينها برؤيتي في يوم كهذا **جدتي رحمة الله**

...إلى نفسي المثابرة الطموحة ولكل من كان عوناً وسندا في هذا الطريق

زينب..

## Dédicace

من قال أنا لها .

لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها أن تكون لم يكن الحلم قريبا و لا الطريق كان محفوفًا بالتسهيلات لكني فعلتها و  
ذلتها

الحمد لله حبا وشكراً وامتنانا، الذي يفضله ها أنا اليوم أنظر إلى حلما طال انتظاره و قد أصبح واقعا افتخر به  
إلى ملاكي الطاهر ، وقوتي بعد الله داعمتي الأولى والأبدية **أمي فتيحة باي** أهديك هذا الإنجاز الذي لولا  
تضحياتك لما كان له وجود، ممتنة لأن الله قد اصطفاك لي من البشر أما يا خير سند و عوض

إلى من دعمني بلا حدود و اعطاني بلا مقابل **أبي أحمد برقوق**

إلى من قيل فيهم سنشد عضيدك بأخيك إلى من مد يده دون كلل ولا مثل وقت ضعفي اخي **عزير و ابراهيم**  
ادامكما الله ضلعا ثابتا لي

إلى من أمنت بقدراتي و أمان أيامي أختي **سندس و شذى**

إلى كل أفراد عائلة **برقوق وباي**

..

ريان..

# SOMMAIRE

**Remerciements**

**Dédicace**

**Résumé**

**LISTE DES ABREVIATIONS**

**Listes des figures**

**Listes des tableaux**

**INTRODUCTION**

**Partie I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

**Chapitre 1: Généralité sur les plantes étudiées**

I. Famille des Lamiacées.....	5
I.1. <i>Rosmarinus officinalis L.</i> .....	5
I.1.1. Présentation du genre Romarin.....	5
I.1.2. Dénomination de la plante.....	6
I.1.2.1. Etymologie.....	6
I.1.2.2. Noms vernaculaire.....	6
I.1.3. Description botanique.....	6
I.1.4. classification.....	7
I.1.5. Origine et répartition géographique.....	8
I.1.6. composition chimiques de la plante.....	8
I.1.7. Usage et intérêt.....	9
I.2. <i>lavandula angustifolia Miller.</i> .....	10
I.2.1. Présentation du genre Lavandula.....	10
I.2.2. Dénominations de la plante.....	11
I.2.2.1. Étymologie.....	11
I.2.2.2. Nom vernaculaire.....	11
I.2.3. Description botanique.....	11

I.2.4. Classification. (Quezel et Santa, 1963).....	13
I.2.5. Origine et répartition géographique .....	14
I.2.6. Composition chimique de la plante.....	14
I.2.7. Usage et intérêt.....	15
<b>Chapitre 2: Généralité sur l'acné</b>	
I. Physiologie de la peau et du follicule pilo-sébacé.....	17
I .1. La peau. ....	17
I .2. Les différents types de peau . ....	18
I.2.1. La peau normale.....	18
I.2.2. La peau grasse.....	18
I.2.3. La peau sèche.....	18
I.2.4.La peau mixte.....	19
I.2.5. La peau sensible.....	19
I.3. Le follicule pilo-sébacé.....	19
I.4. La peau et le microbiome cutané. ....	21
I.4.1. Composition du microbiome cutané .....	21
I.4.2.Types de microbiome cutané .....	21
I.4.3. Facteurs influençant le microbiome.....	21
I.4.4. Rôles du microbiome cutané.....	21
I.4.4.1. Prévention de la contamination par des micro-organismes pathogènes.....	22
I.4.4.2. Dysbiose.....	22
II. PHYSIOPATHOLOGIE ET SIGNES CLINIQUE DE L'ACNÉ .....	22
II.1. PHYSIOPATHOLOGIE .....	22
II.1.1. Hyperséborrhée.....	23
II.1.2. Hyperkératinisation.....	23
II.1.3. La prolifération bactérienne.....	24
II.2. Signes cliniques.....	25
II .2.1. Classification de l'acné selon les niveaux de sévérités .....	25

II.2.1.1. Niveau d'acné légère .....	25
II.2.1.2. Niveau d'acné modérée .....	25
II.2.1.3. Niveau d'acné sévère .....	25
II.2.2. Les conséquences. ....	26
II.2.2.1. Les cicatrices .....	26
II.2.2.2. Les conséquences psychologiques.....	27
II.3. Étiologie biologique et incidence de l'acné. ....	27
II.3.1. Facteurs génétiques.....	27
II.3.2. Facteurs hormonal .....	28
II.3.3. Sommeil.....	28
II.3.4. Alimentation .....	28
II.3.5. Médicaments.....	29
II.3.6. Produits cosmétiques et d'hygiène corporelle.....	29
II.3.7. Soleil.....	29
II.3.8. Exposition à des polluants .....	29
II.3.9. Diagnostic différentiel .....	30
II.4. Prise en charge de l'acné .....	30
II.4.1. Traitements médicamenteux.....	30
II.4.1.1. Traitements topiques .....	30
II.4.1.2. Traitements oraux.....	32
II.4.2. Les traitements alternatifs .....	33
II.4.2.1. La phytothérapie.....	33
II.4.2.2. L'aromathérapie. ....	33

## **Partie II : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE**

### **Chapitre I: Matériels et Méthodes**

I. Matériels. ....	37
I.1. Matériels non biologique .....	37
I.2. Matériel biologique .....	37

I.2.1. Matériel végétal .....	37
I.2.2. Récolte et Préparation des matières végétales. ....	37
I.2.2.1. Récolte. ....	37
I.2.2.2. Séchage .....	37
I.2.2.3. Broyage.....	37
I.2.2.4. Conservation.....	38
I.2.3. Matériel micro-organismes.....	39
II. Méthodes. ....	39
II.1. Screening phytochimique .....	39
II.1.1. Préparation des extraits .....	39
II.1.1.1. Infusion aqueuse.....	39
II.1.1.2. Extrait aqueux.....	40
II.1.1.3. Extrait éthanolique .....	40
II.1.2. Recherche d'amidon .....	40
II.1.3. Recherche des tannins .....	40
II.1.4. Recherche des flavonoïdes .....	40
II.1.5. Recherche des anthocyanes .....	40
II.1.6. Recherche des composés réducteurs .....	40
II.1.7. Recherche des coumarines .....	41
II.1.8. Recherche des stérols et triterpènes.....	41
II.1.9. Recherche des alcaloïdes.....	41
II.1.10. Recherche des saponosides. ....	41
II.2. Extraction des composés phénoliques de <i>R.officinalis</i> .....	41
II.2.1. Calcule du rendement de l'extrait brut.....	42
II.2.2. Préparation d'extrait flavonoïdes .....	42
II.2.3. Calcule du rendement de l'extrait flavinoïde .....	42
II.2.4. Dosage des composés phénoliques des extraits de romarin .....	42
II.2.4.1. Dosage des polyphénols. ....	43

II.2.4.2. Dosage des flavonoïdes .....	43
II.3. Méthode d'extraction de l'huile essentielle de <i>L. angustifolia</i> .....	43
II.3.1. Calcul de rendement.....	44
II.3.2. Caractéristiques de L'huile essentielle .....	45
II.3.2.1. Caractéristiques organoleptiques.....	45
II.3.2.2. Caractéristiques physico-chimiques .....	45
II.5. Activité biologique.....	47
II.5.1. Évaluation d'activité antioxydante .....	47
II.5.2. Évaluation d'activité antimicrobienne.....	49
II.6. Méthode de préparation d'un produit anti acnéique (crème) : .....	50
II.6.1.Composition de la crème.....	51
II.6.1.1.Eau distillée .....	51
II.6.1.2. Extrait des deux plantes comme principe actif.....	51

## **Chapitre 2: Résultats et Discussion**

1.Screnning phytochimique.....	54
2.Composés phénoliques de <i>R.officinalis</i> .....	55
2.1. Rendement de l'extrait brut. ....	55
2.2. Rendement de l'extrait flavenoïdique. ....	56
3. Teneur en phénols totaux	
4. Teneur en flavonoïdes	
5. Rendement de l'extraction de l'huile essentielle.....	58
6. Caractéristiques d'huile essentielle de <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.....	59
7. Activité biologique.....	61
7.1. Activité antioxydant. ....	61
7.1.1. Activité antioxydant de l'extrait methanolique de <i>R.officinalis</i> . ....	61
7.1.2. Activité antioxydant de l'HE de <i>L.angustifolia</i> : .....	62
7.2. Activité antimicrobienne.....	63
7.2.1. Analyse des résultats.....	63
7.2.2. Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait méthanolique de <i>R.officinalis</i> .....	63
7.2.3. Evaluation de l'activité antifongique d'extrait méthanolique de <i>R.officinalis</i> .....	64

7.2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne d'HE de <i>L.angustifolia Mill</i> .....	66
7.2.5. Evaluation de l'activité antifongique d'HE de <i>L.angustifolia Mill</i> .....	67
8. Formulation du produit anti acnéique.....	69
Conclusion	
Bibliographique	
ANNEXES	

## Résumé

Notre travail porte sur l'étude phytochimique, l'estimation de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes, ainsi que l'évaluation des activités antimicrobienne et antioxydante des extraits *Lavandula officinalis* et *Rosmarinus officinalis* obtenus par deux méthodes d'extraction. L'huile essentielle de lavande a été obtenue par hydrodistillation, tandis que l'extrait méthanolique de romarin a été obtenu par macération. L'étude du pouvoir antioxydant a été réalisée par la méthode de DPPH. Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle ont été réalisées par plusieurs méthodes, le pH a été mesuré avec un papier de PH et l'indice de réfraction a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre d'ABBE. L'acidité totale a été dosée selon la méthode de L'AFNOR. La densité a été déterminée par le rapport de la masse volumique de l'échantillon sur celle de l'eau. L'évaluation de l'activité antimicrobienne in vitro a été réalisée par la méthode de diffusion en milieu gélosé sur quatre souches bactériennes et une levure. Les différents tests de screening phytochimique ont permis la détection de plusieurs molécules bioactives. Cependant, on note l'absence de saponines et de composés réducteurs dans les deux plantes. L'extraction par macération a donné un rendement de 19.13% pour l'extrait brut et de 2.3% pour l'extrait flavonoïdique. En revanche, l'extraction par hydrodistillation à partir de 100g de matériel végétal a donné un rendement de 4.91% avec de bonnes caractéristiques physico-chimiques. La densité obtenue (0,878) est conforme aux normes requises. L'indice de réfraction mesuré est de 1,458. L'indice d'acide a montré une valeur de 1,1, et le pH était de 6. Les résultats obtenus pour l'huile essentielle de la partie aérienne de *Lavandula officinalis* ont montré un IC50 de  $30 \pm 2$   $\mu\text{g/ml}$ , tandis que pour l'extrait méthanolique de *Rosmarinus officinalis*, l'IC50 était de  $40 \pm 3$   $\mu\text{g/ml}$ , suggérant ainsi l'existence d'une activité antioxydante acceptable. La teneur moyenne en phénols totaux dans l'extrait méthanolique est de 462,7 mg eq. AG/g, tandis que la teneur en flavonoïdes est de  $54,75 \pm 10,27$  mg EQ/g. L'huile essentielle a montré une activité antibactérienne importante contre *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, tandis que l'extrait méthanolique a montré une activité contre *Escherichia coli*. Ainsi, on peut dire que l'extrait brut et l'huile essentielle présentent une bonne activité inhibitrice envers les souches testées.

**Mots clés :** Activité antibactérienne, *Lavandula angustifolia* Mill, *Rosmarinus officinalis*, Huile essentielle, Extrait brut.

## Abstract

Our work focuses on the phytochemical study, estimation of polyphenol and flavonoid content, as well as the evaluation of the antimicrobial and antioxidant activities of *Lavandula officinalis* and *Rosmarinus officinalis* extracts obtained by two extraction methods. The essential oil of lavender was obtained by hydrodistillation, while the methanolic extract of rosemary was obtained by maceration. The antioxidant activity study was conducted using the DPPH method. The physicochemical characteristics of the essential oil were analyzed using several methods, pH was measured with pH paper, and the refractive index was determined using an ABBE refractometer. Total acidity was measured according to the AFNOR method. Density was determined by the ratio of the sample's volumetric mass to that of water. The in vitro antimicrobial activity evaluation was carried out using the agar diffusion method on four bacterial strains and one yeast. Various phytochemical screening tests detected several bioactive molecules. However, saponins and reducing compounds were absent in both plants. Maceration extraction yielded 19.13% for the crude extract and 2.3% for the flavonoid extract. In contrast, hydrodistillation extraction from 100g of plant material yielded 4.91% with good physicochemical characteristics. The obtained density (0.878) complies with required standards. The measured refractive index is 1.458. The acid index showed a value of 1.1, and the pH was 6. The results obtained for the essential oil from the aerial parts of *Lavandula officinalis* showed an IC<sub>50</sub> of 30±2 µg/ml, while for the methanolic extract of *Rosmarinus officinalis*, the IC<sub>50</sub> was 40±3 µg/ml, suggesting an acceptable antioxidant activity. The average total phenol content in the methanolic extract is 462.7 mg GAE/g, while the flavonoid content is 54.75±10.27 mg QE/g. The essential oil showed significant antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, while the methanolic extract showed activity against *Escherichia coli*. Thus, it can be said that both the crude extract and the essential oil exhibit good inhibitory activity against the tested strains.

**Keywords:** Antibacterial activity, *Lavandula angustifolia* Mill, *Rosmarinus officinalis*, Essential oil, Crude extract.

## الملخص

عملنا يتناول الدراسة الفيتوكيميائية، تقدير محتوى البوليفينولات والفلافونويدات، وكذلك تقييم الأنشطة المضادة للميكروبات ومضادات الأكسدة لمستخلصات نبات الخزامى ضيقة الأوراق وإكليل الجبل المحصلة بطرق استخراج مختلفة. تم الحصول على زيت اللافندر العطري بالتقطير المائي، بينما تم الحصول على مستخلص إكليل الجبل الميثانولي بالنقع. تم دراسة قدرة مضادات الأكسدة باستخدام طريقة DPPH. تم تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت العطري بطرق متعددة، وتم قياس الأس الهيدروجيني باستخدام ورق PH، وتم تحديد معامل الانكسار باستخدام جهاز ريفراكتومتر من نوع ABBE. تم تحديد الحموضة الكلية وفقاً لطريقة AFNOR. تم تحديد الكثافة من خلال نسبة الكتلة الحجمية للعينات إلى كتلة الماء الحجمية. تم تقييم النشاط المضاد للميكروبات في المختبر باستخدام طريقة الانتشار في وسط جيلوزي على أربع سلالات بكتيرية وخميرة واحدة. أظهرت الاختبارات المختلفة للفحص الفيتو كيميائي اكتشاف عدة جزئيات نشطة بيولوجياً. ومع ذلك، لوحظ غياب السابونينات والمركبات المختزلة في النباتين. أعطت عملية الاستخلاص بالنقع مردوداً قدره 19.13% للمستخلص الخام و2.3% للمستخلص الفلافونويدي. في المقابل، أعطت عملية الاستخلاص بالتقطير المائي من 100 غرام من المادة النباتية مردوداً قدره 4.91% مع خصائص فيزيائية وكيميائية جيدة. كانت الكثافة المحصلة (0.878) متوافقة مع المعايير المطلوبة. معامل الانكسار المقاس هو 1.458. أظهر معامل الحمض قيمة 1.1، وبلغ الأس الهيدروجيني 6. أظهرت النتائج المحصلة لزيت اللافندر العطري من الجزء الجوي لنبات اللافندر قيمة IC50 بلغت 2±30 ميكروغرام/مل، بينما للمستخلص الميثانولي من إكليل الجبل كانت IC50 40±3 ميكروغرام/مل، مما يشير إلى وجود نشاط مضاد للأكسدة مقبول. كان متوسط محتوى الفينولات الكلية في المستخلص الميثانولي 462.7 ميليغرام مكافئ حمض الغاليك/غرام، بينما كان محتوى الفلافونويدات 10.27±54.75 ميليغرام مكافئ كيرسيتين/غرام. أظهر الزيت العطري نشاطاً مضاداً للبكتيريا ضد الإشريكية القولونية و المكورات العنقودية الذهبية ، بينما أظهر المستخلص الميثانولي نشاطاً ضد الإشريكية القولونية . وبالتالي، يمكن القول بأن المستخلص الخام والزيت العطري يظهران نشاطاً مثبطاً جيداً ضد السلالات المختبرة.

**الكلمات المفتاحية:** خزامى ضيقة الأوراق، إكليل الجبل، زيت أساسي، مستخلص خام

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>P. acnes</b> : Propionibacterium acnes	<b>AFNOR</b> : Association Français de Normalisation
<b>P.aeruginosa</b> : <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<b>AlCl<sub>3</sub></b> : Trichlorure d'Aluminium
<b>Rdt</b> : Rendement	<b>ANSM</b> : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
<b>R.officinalis</b> : <i>Rosmarinus officinalis</i>	<b>ATCC</b> : American type culture collection
<b>Rosmarinus officinalis L.</b> : Rosmarinus officinalis Linné	<b>B.subtilis</b> : <i>Bacillus subtilis</i>
<b>S.aureus</b> : <i>Staphylococcus aureus</i>	<b>BHA</b> : Butyle hydroxytoluène
<b>S/Emb</b> : Sous embranchement.	<b>BHT</b> : Butyle hydroxytoluène
<b>S/Classe</b> : Sous classe.	<b>CHCl<sub>3</sub></b> : Chloroforme
<b>Tab</b> : tableau	<b>DPPH</b> : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
<b>Unités</b>	<b>DMSO</b> : Diméthylsulfoxyde
°C : Degré Celsius	<b>C.albicans</b> : <i>Candida albicans</i>
g : Gramme	<b>EBr</b> : L'extrait brut (méthanolique)
L: Litre	<b>E.coli</b> : <i>Escherichia coli</i>
MI : millilitre	<b>FeCl<sub>3</sub></b> : Chlorure de fer
Mg : Milligramme	<b>Fig</b> : figure
Min : Minute	<b>GPS</b> : Global Positioning System
H : heure	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> : Acide sulfurique
Min: minute	<b>HCl</b> : Acide chlorhydrique
m: mètre	<b>HE</b> : Huile essentielle.
mm : Millimètre	<b>IC<sub>50</sub></b> : Concentration inhibitrice à 50%
Mol : Mole	<b>L.angustifolia</b> : <i>Lavandula angustifolia</i>
µl : Microlitre	<b>Mg</b> : Magnésium
nm : Nanomètre	<b>Mill</b> : Miller
% : pourcentage	<b>M. V</b> : Matière végétale
d : Densité relative	<b>NaOH</b> : Sodium hydroxide
mg eq AG : Milligramme équivalent d'Acide Gallique	<b>NH<sub>4</sub>OH</b> : Hydroxyde d'ammoniaque
mg eq Querc : Milligramme équivalent de Quercétine	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> : carbonate sodium
	<b>OH</b> : Le radical hydroxyle

## Listes des figures

Figure 1: *Rosmarinus officinalis* L.(Originale)

Figure 2: Botanical plate of *Rosmarinus officinalis*.

Figure 3: Carte géographique de répartition de *Rosmarinus officinalis*.

Figure3 : Planche de *Lavandula angustifolia*.

Figure4 : Feuilles de *Lavandula angustifolia*.

Figure5 : *Lavandula angustifolia* : rameau florifère, fleur entière.

Figure 6 : Tétrakène de *Lavande officinale*.

Figure 7: Carte géographique de répartition de *Lavandula officinalis*

Figure 8 . Structure générale de la peau.

Figure 9. Schéma général des annexes épidermiques.

Figure10. Formation du sébum

Figure 11. Localisation cutanée des micro-organismes.

Figure 12. Evénements impliqués dans l'acné.

Figure 13. Acné légère

Figure 14. Acné modérée

Figure15. Acné sévère

Figure 16. Photo de cicatrices atrophiques

Figure 17. photo de cicatrices hypertrophiques

Figure 18 : les feuilles du *R.officinalis*.

Figure 19: la partie aérienne de *L. angustifolia*.

Figure 20. Localisation géographique de la zone de récolte de *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis*.

Figure 21. Macérat de romarin .

Figure 22. Filtration du macérat .

Figure 23.Évaporateur rotatif .

Figure 24. Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation .

Figure 25.Appareil de réfractomètre.

Figure 26. La gamme de couleur selon le pH.

Figure 27.Mécanisme de réaction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) avec un antioxydant.

Figure 28. Les étapes de manipulation d'un test antibactérien sur gélose

Figure 29. Les extraits préparés de fabrication de la crème

Figure 30: courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Figure 31. Courbe d'étalonnage de la quercetine.

Figure 32. Zones d'inhibitions d'extrait méthanolique de *rosmarinus officinalis* L. sur les souches bactéries testées .

Figure 33 . Résultats de l'activité antifongique d'extrait méthanolique de *R.officinalis*.

Figure 34. Zones d'inhibitions d'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* Mill sur les souches bactéries testées .

Figure 35. Résultats de l'activité antifongique d'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* Mill.

Figure 36. La crème prototype .

## Listes des tableaux

Tableau 1. noms et synonymes de *L. Rosmarinus officinalis*.

Tableau 2 .Composition chimique du Romarin.

Tableau 3. noms et synonymes de *L. angustifolia* Mill.

Tableau 4 .The main compounds of the oil distilled from the *L. angustifolia* flowers.

Tableau 5. Diagnostic différentiel de l'acné.

Table 6. Lieu de récolte des plantes, caractéristiques géographiques et bioclimatiques des régions d'étude.

Tableau 7: le screening phytochimique de les plantes *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis*.

Tableau 8 .Les paramètres organoleptiques d'HE de *L.angustifolia* Mill.

Tableau 9. Indices physicochimiques de l'huile essentielle comparés aux normes AFNOR

Tableau 10. Résultats pour l'extrait de *R.officinalis*

Tableau 11. Résultats pour l'HE de *L.angustifolia* Miller

Tableau 12. moyennes des diamètres de zone d'inhibition d'extrait méthanolique de *R. officinalis* L. sur des souches bactériennes utilisées

Tableau 13. moyennes des diamètres de zone d'inhibition d'HE de *L.angustifolia* Mill sur des souches bactériennes utilisées

## INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, les plantes médicinales ont toujours fait partie des connaissances humaines fondamentales (**Slimani et al 2022**) ont été utilisées comme médicaments traditionnels pour soutenir et promouvoir la santé humaine (**Silva et al, 2024**). En même temps que la matière première pour la médecine moderne. L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'environ 65 à 80 % de la population mondiale dans les pays en développement dépendent essentiellement des plantes médicinales traditionnelles pour leurs soins de santé primaire (**Haddouchi et al., 2016**).

Actuellement, la science confirme les différentes vertus des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles, leurs extraits bruts dont les domaines d'application sont très variés et qui sont très utilisés dans l'industrie alimentaire comme additifs et dans les cosmétiques, les parfumeries, les industries de savon et de détergents en volume impressionnant. Elles rentrent également dans la composition de plusieurs médicaments, sous forme de crèmes, gélules et suppositoires. Leur utilisation s'appelle "l'aromathérapie", qui consiste à utiliser les huiles essentielles pour le traitement de diverses manifestations pathologiques (**Ouedraogo et al., 2021 ; Sidio et al., 2020**).

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y pousse spontanément (**Ouled Cheikh et Triki, 2021**) L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années. A cet effet, et dans le cadre de la valorisation d'espèces végétales algériennes, on s'est intéressé aux espèces de la famille des Lamiacées qui est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien. Les espèces de notre choix sont *Lavandula angustifolia* Mill et *Rosmarinus officinalis*. *Lavandula* est l'une des plantes médicinales les plus utilisées à travers le monde. a été utilisée pour ses propriétés anti-inflammatoires, antispasmodiques, sédatives et propriétés carminatives, et pour traiter les maladies rhumatismales et les syndromes néphrotiques Utilisés notamment comme anti-inflammatoire et antiseptiques et pour traiter certaines brûlures (**Silva et al, 2024**), *Rosmarinus Officinalis* fait l'objet de récentes recherches dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et agro-alimentaires. Utilisée dans la médecine traditionnelle. L'objectif principal de notre travail est d'étudier les activités antioxydante, antibactérienne et anti-inflammatoire des extraits préparés à partir des deux plantes choisies afin de les utiliser dans la préparation d'un produit innovant anti acnéique .

Nous avons rencontré plusieurs contraintes pendant la réalisation de ce travail dont la rareté des produits de laboratoire et certains matériels .

Notre document est articulé sur quatre chapitres répartie en deux partie, partie bibliographique et partie pratique. Le premier chapitre sera consacré à une étude bibliographique concernant une étude botanique et biologique sur les deux espèces. Le deuxième chapitre sera consacré à un rappel général sur la physiopathologie de l'acné. La méthode l'extraction de l'huile essentielle avec le dosage colorimétrique des polyphénols et des flavonoïdes a été présenté dans le troisième chapitre. Nous présenterons également dans ce chapitre un criblage phytochimique et une évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne pour les deux plantes. Le quatrième chapitre sera consacré aux résultats obtenus dans notre étude. A la lumière des résultats obtenus, une conclusion et différentes.

## Chapitre 1: Généralité sur les plantes étudiées

### I. Famille des Lamiacées

La région méditerranéenne a été le principal centre de domestication et de culture des Lamiacées. La famille des Lamiacées est l'une des plus abondantes du règne végétal (Naghbi et al, 2005). La famille des Lamiaceae, également connue sous le nom de Labiacées, comprend environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites mais dont la plupart sont concentrées dans le bassin méditerranéen comme le thym, la lavande et le romarin . Il est divisé en deux sous-familles principales : les Stachyoideae et les Ocimoideae. Les Lamiacées sont des plantes herbacées ayant la consistance et la couleur de l'herbe, parfois sous-arbustives ou ligneuses. une grande partie de ces plantes sont aromatiques, riches en huile essentielle, d'où leur intérêt économique et médicinal. Entre autres, de nombreux genres de la famille des Lamiacées sont des sources de terpénoïdes, de flavonoïdes et d'iridiodés glycosylés (Botineau, 2010).

#### I.1. *Rosmarinus officinalis* L.

##### I.1.1. Présentation du genre Romarin.

Le Romarin qui dit le nom rose de mer vient simplement du fait qu'il pousse spontanément au bord de la mer. Il existe plus de 150 espèces de romarin. Ces espèces varient par leur taille maximale (d'une dizaine de centimètres à deux mètres). Plante vivace La plante à feuilles persistantes est très parfumée et densément ramifiée. La floraison commence dès le mois de février (ou janvier parfois) et se poursuit jusqu'au au avril-mai (Mostefai, 2012).

Selon Mathias, (2008) le Romarin fait partie à la famille de lamiaceae sous le nom scientifique *Rosmarinus officinalis*, la période de sa floraison est au moment de janvier et mai. Son pollen est caractérisé par la couleur blanc grisâtre.



Figure 1. *Rosmarinus officinalis* L (originale)

## I.1.2. Dénomination de la plante.

### I.1.2.1. Etymologie.

Le nom « romarin » vient du latin « ros marinus » (rosée de mer) (**Auguste S**), ou bien du grec « rhops myrinos » (buisson aromatique) (**Helmut G**), ou encore du latin « rhus marinus » (Sumac de mer) (**Rameau J et al**). On l'appelle également « herbe-aux-couronnes », et en provençal, « encensier »

### I.1.2.2. Noms vernaculaire.

Les noms et synonymes de *Rosmarinus officinalis* L selon (**O.P.U.NT.WS.Benston**) sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau1. Noms et synonymes de *R.officinalis*

Nom botanique	Nom commun	Nom vernaculaire
<i>Rosmarinus officinalis</i>	En français : romarin officinal, rose de mer, rose des marins.  En anglais : rosemary	En arabe : Iklil al jabal

## I.1.3. Description botanique.

Le romarin est un arbrisseau de la famille des labiées, peut atteindre jusqu'à 1,5 mètre de hauteur, il est facilement reconnaissable en toute saison à ses feuilles persistantes sans pétiole, coriaces beaucoup plus longues que larges, aux bords légèrement enroulés, vert sombre luisant sur le dessus, blanchâtres en dessous. La floraison commence dès le mois de Février, ou Janvier parfois, et se poursuit jusqu'au mois d'Avril et Mai. La couleur des fleurs varie du bleupâle au violet (on trouve plus

rarement la variété à fleurs blanches *R .officinalis* albiflorus. Le calice velu à dents bordées de blanc, elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base. Comme pour la plupart des Lamiacées, le fruit est un tetrakène, de couleur brune, la variété à fleurs blanches est rare *R .officinalis* albiflorus. Le calice velu à dents bordées de blanc, elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base. Comme pour la plupart des Lamiacées, le fruit est un tetrakène (Zeghad N. 2008).



Figure 2. Planche de *Rosmarinus officinalis*. (Köhler, 1897)

#### I.1.4. classification (Quezel et Santa, 1963).

Règne : Plantae.

Embranchement: Spermaphytes.

S/Emb : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

S/Classe : Gamopétales.

Ordre : Lamiales.

Famille : Lamiaceae.

Genre : Rosmarinus.

Espèce : *Rosmarinus officinalis*.

### I.1.5. Origine et répartition géographique.

L'espèce *Rosmarinus officinalis* appartient à la famille des Lamiacées, qui sont des gamopétales super ovaires et tétra cyclique appartenant à l'ordre des lamiales. Le terme *Rosmarinus* : rose des mers est un nom latin de cette plante qui se compose de deux parties. Ros : rosée apparenté à rhus : buisson cette plante habite souvent les coteaux maritimes. Marinus : marin. C'est une plante odorante à tiges quadrangulaires, à feuilles opposées décussées, sans stipules et fleurs réunies en cymes axillaires, plus ou moins contractées sous forme de verticille .

Le romarin est bien représenté à l'état spontané dans le bassin méditerranéen, du Portugal à la Turquie au nord, et depuis l'est du Maroc jusqu'à la Cyrénaïque au sud (Zaouali et al, 2003). Elle y fleurit toute l'année, ses fleurs sont mellifères. Elle peut être sous forme d'arbuste, sous- arbrisseau ou plante herbacée. Les fleurs sont des pentamères, en général hermaphrodites. Le calice est plus ou moins bilabié persistant. La corolle bilabiée, longuement tubuleuse, parfois de quatre à cinq lobes subégaux ou à une seule lèvre inférieure trilobée, la supérieure est bilobée. L'androcée est formé de quatre étamines, la cinquième étant très réduite, parfois deux étamines et deux staminodes. Le Gynécée forme deux carpelles biovulés subdivisés chacun par une fausse cloison en deux logettes uniovulées. Le style bifide gymno- basique est le fruit constitué par trois akènes plus ou moins soudées par leur face interne (Makhloufi A. 2009, Messaili B. 1995, Madadori M.K, 1982 et Quezel P, 1963).

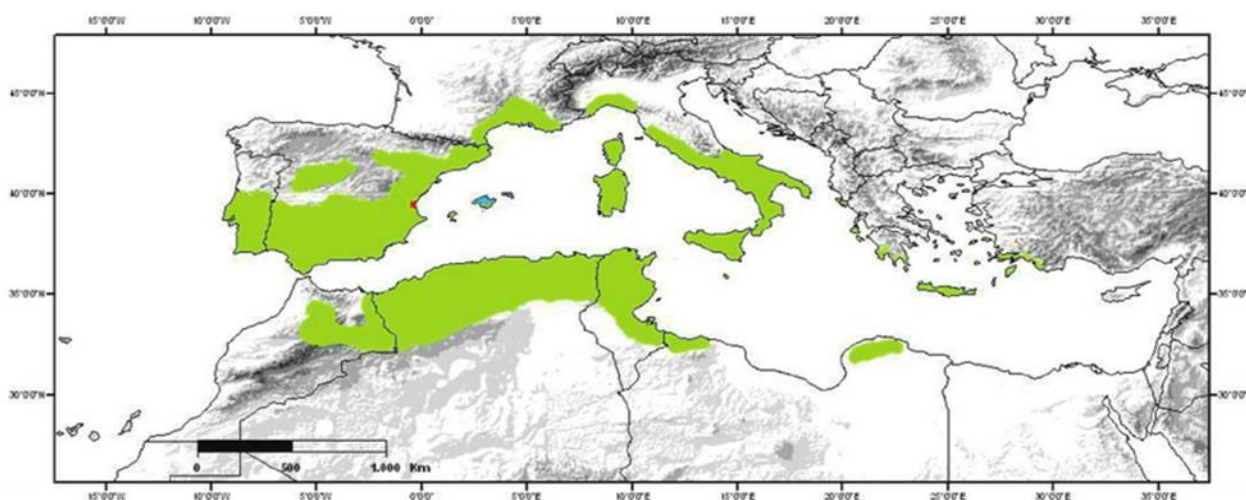


Figure 3. Carte géographique de répartition de *Rosmarinus officinalis*.

### I.1.6. composition chimiques de la plante

Tableau 2 . Composition chimique du Romarin.

Molécules d'intérêt	Composés chimiques
Huiles essentiels	1,8 cinéole, alpha-pinène camphre de romarin(Akroum S.,2006) camphène(Rao Let al.,1998).
Flavonoïds	lutéoline, quercétine(Akroum S,2008) , genkwanine, cirsimaritrine (Ibañez E et al., 2003) , ériocitrine, hespéridine, diosmine, lutéoline(Okamura N et al., 1994) , apigénine(Yang R et al., 2008) .
Diterpènes	Acide carnosolique, rosmadial (Akroum S,2006).
Triterpènes et Stéroïdes	acide aléanolique (Akroum S,2006), acide ursotique (Yang R et al., 2008).
Tannins	(Hui Y ,2010)
Lipides	n-alkanes, isolalkanes, alkènes (Akroum S,2006).
Acides phénoliques	Acide vanillique, acide caféique, acide p-coumarique(Makhloof A). Acide rosmarinique, Rosmaricine(Hui Y, 2010) .

### I.1.7. Usage et intérêt.

L'utilisation des plantes est aussi ancienne que l'humanité. Les produits naturels sont bon marché et prétendument sûrs. Le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) est utilisé dans plusieurs domaines :

#### En Médecine

- ✓ Antispasmodique dans les coliques rénales et la dysménorrhée .
- ✓ Traitement ou prévention de l'asthme bronchique, des troubles spasmodiques, de l'ulcère gastroduodéal, des maladies inflammatoires, de l'hépatotoxicité, de l'athérosclérose, cardiopathie ischémique, cataracte, cancer et mauvaise motilité des spermatozoïdes.
- ✓ Pour soulager les troubles respiratoires.
- ✓ Extrait du romarin détend les muscles lisses de la trachée et de l'intestin et a une activité cholérétique, hépatoprotectrice et antitumorigène.

- ✓ L'extrait hydro alcoolique est utilisé pour le traitement d'un large éventail de maladies, y compris la dépression. (Machado *et al.*, 2012)
- ✓ L'huile essentielle présente aussi une activité antimicrobienne contre *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. (Mouas *et al.*, 2017)

### En agronomie

- ✓ anti acaricide efficace contre la *Varroa destructor*, un parasite de l'abeille locale (Harrouz-cherifi et Habbi-cherifi, 2015).
- ✓ L'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis L.* utilisée comme bio insecticide pour la lutte antivectorielle (*Aedes aegypti*), vecteur principale de la dengue (Duarte *et al.*, 2015).

### En cosmétique

- ✓ Des Shampoings à base d'huile essentielle du romarin traitant contre le cuir chevelu gras. (Soizic, 2016)
- ✓ L'extrait de feuille de *Rosmarinus officinalis* améliore la repousse des cheveux.

(Kazuya *et al.*, 2012)

### En industrie

Antioxydant dans la fabrication des produits à base de viande. (Zoubiri, 2000)

## I.2. *Lavandula angustifolia* Miller.

### I.2.1. Présentation du genre *Lavandula*

Les lavandes appartiennent à la famille des Lamiaceae comprenant des plantes dicotylédones herbacées à semi-ligneuses avec 7534 espèces pour 236 genres (Despinasse, 2015). Le genre Lavande est un membre important de la famille des Lamiaceae. Les espèces de *Lavandula* sont largement répandues dans la région méditerranéenne et sont cultivées en France, en Italie et en Espagne (Silva *et al.*, 2015). *Lavandula angustifolia* est le seul membre du genre *Lavandula* qui est officiellement reconnu comme une plante médicinale et utilisé en phytothérapie moderne (Blažeković *et al.*, 2010). Le genre *Lavandula* se retrouve généralement sous forme d'herbacée annuelle ou d'arbrisseau ligneux, touffu et vivace, haut de 20 à 80cm, aux feuilles persistantes opposées, entières ou dentées, grisâtres ou argentées. Ce genre se distingue des autres Lamiacées grâce à la morphologie de ses fleurs soit calice monophylle, persistant, ovale et cylindrique, strié, bordé de cinq petites dents, corolle monopétale, renversée, à tube plus long que le calice, à limbe partagé en cinq lobes inégaux, arrondis,

imparfaitement divisés en deux lèvres , quatre étamines dont deux plus courtes un ovaire supère à quatre lobes, surmonté d'un style filiforme, terminé par un stigmate bifide , quatre petites graines ovoïdes au fond du calice , fleur de couleur violette à pourpre, en verticilles denses formant un épi cylindrique terminal, serré et muni de bractées.

## I.2.2. Dénominations de la plante.

### I.2.2.1. Étymologie.

*Lavandula officinalis* ou *lavandula angustifolia* a été découverte par Linné, l'étymologie de lavande vient du latin «lavare» qui signifie laver, et l'adjectif « Angustifolia » vient du latin « angustus » qui signifie « étroite » et de « folia » ou « folium » qui désigne la feuille. (GeoffBurnie)

### I.2.2.2. Nom vernaculaire.

Les noms et synonymes de *Lavandula angustifolia* Mill selon Domergue (2009) sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 3.** Noms et synonymes de *L. angustifolia* Mill.

Nom botanique	Nom commun	Nom vernaculaire
<i>Lavandula officinalis</i> / <i>Lavandula angustifolia</i>	En français : Lavendula vera, lavande des Alpes, lavande fine. En anglais : Lavande English	En arabe : khozama

### I.2.3. Description botanique.

C'est un arbrisseau buissonnant pouvant atteindre 1 m de hauteur, originaire des basses montagnes du bassin méditerranéen, elle pousse en altitude au-dessus de 1000 m sur des coteaux arides, calcaires et ensoleillés (Belili et Aimene,2019).



**Figure 3.** Planche de *Lavandula angustifolia* (Site1)

Les feuilles sont étroites ou ovales, longues de 2 à 5 cm. Les bractées sont d'un brun jaunâtre, marquées de 5 à 7 nervures principales très distinctes, dont le contour est triangulaire, se détachant facilement de l'axe de l'épi.



**Figure 4.** Feuilles de *Lavandula angustifolia* (Site1)

Les fleurs sont courtement pédonculées et disposées en épis de six ou dix groupes dont les plus inférieurs sont séparés des supérieurs. Elles sont portées par des bractées aussi larges que longues.



**Figure 5.** *Lavandula angustifolia* : rameau florifère, fleur entière (**site1**)

Le calice est brièvement cotonneux. On observe la présence de quatre étamines didynames surmontées d'anthères ovoïdes (**Maud, 2013**)



**Figure 6.** Tétrakène de Lavande officinale (**site2**)

#### **I.2.4. Classification (Quezel et Santa, 1963).**

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe: Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille: Lamiaceae

Genre :Lavandula

Espèce : *Lavandula angustifolia* Mill.

### I.2.5. Origine et répartition géographique.

Originnaire de France et de l'Ouest du bassin méditerranéen, la lavande est cultivée partout dans le monde, comme plante ornementale et pour son essence (**Bendif., 2017**), *Lavandula officinalis* ne pousse qu'en altitude, à partir de 700 mètres et jusqu'à 1200 mètres sur les versants ensoleillés uniquement, orientés sud, sud-ouest, pour produire le maximum d'huile essentielle dont la qualité augmente avec l'altitude. Elle croît sous un climat tempéré et doux sur les sols pauvres et rocheux, sableux ou graviers. Elle aime les sols bien drainés pour permettre à ses racines de s'étendre et de résister aux intempéries. A l'état sauvage, on la trouve essentiellement en Provence mais elle est également cultivée dans d'autres régions françaises: coteaux arides des montagnes du Midi, Jura, Alpes, Cévennes, Pyrénées, Corse. Au niveau mondial, la Lavande officinale se retrouve beaucoup en Europe sur les reliefs: Angleterre, Espagne, Portugal, Allemagne, Suède, Sardaigne, Sicile, Italie, Grèce, mais aussi en Algérie et très peu aux Etats Unis (**Florine Harnist, 2013**).



Figure 7. Carte géographique de répartition de *Lavandula officinalis*

### I.2.6. Composition chimique de la plante.

La lavande produit plus de 75 mono et sesquiterpènes. Les sesquiterpènes sont en faible quantité et les monoterpènes, en majorité. Ces derniers ont un faible poids moléculaire et peuvent être ensuite modifiés par les hydrolases des cytochromes P450, les réductases, les déshydrogénases et les transférases pour produire des terpènes qui ont souvent des propriétés physiques et chimiques uniques ainsi que des activités biologiques. Les principaux constituants de la Lavande officinale sont le linalol

et l'acétate de linalyle. Son odeur et sa saveur sont spécifiques, légères et d'une grande finesse grâce à la teneur élevée en linalol par rapport au camphre (**Belmont, M.2013**).

D'autre part, les composants chimiques de la lavande sont l'Hydroxy-coumarine, les tanins, les dérivés d'acide caféique, les flavonoïdes, les phytostéroles, les tri-terpènes, l'acide phénol (**SILBERFELD, 2013**), (**VERBIOS, 2015**) et les huiles essentielles qui contiennent :

**Tableau 4** . Les principaux composés de l'huile distillée à partir des fleurs de *L. angustifolia*.

Composée	Contenu (%)
Linalool	8.9–53.4
Linalyl acetate	14.2–56.7
1,8-cineole	10.15–28.3
Camphor	0.5–28
Caryophyllene	4.7–24.12
Borneol	2.0–14.7
cis- $\beta$ -ocimene	0.36–3.9
Lavandulyl acetate	4.4–8.62
Terpinen-4-ol	3.4–10.2
$\alpha$ -terpineol	0.32–9.17
$\beta$ -farnesene	0.67–4.5

### 1.2.7. Usage et intérêt.

L'utilisation de la Lavande remonte à des temps très anciens. Dans l'Antiquité, il était utilisé en parfumerie et en médecine, ainsi qu'en cosmétique, pour parfumer l'eau du bain et adoucir le trait (**FABIANI et al, 2002**).

L'huile de lavande a des usages cosmétiques et on pense également qu'elle a des usages médicaux. Les bienfaits médicaux de l'utilisation de la lavande sont utilisés pour traiter l'anxiété, les infections fongiques, la chute des cheveux et les plaies. L'herbe de lavande est très appréciée pour la peau et la beauté et est également utilisée dans les parfums et les shampooings pour purifier la peau. Elle peut être achetée au comptoir des pharmacies. Certaines versions de lavandes sont utilisées pour ajouter des saveurs aux produits de boulangerie et aux aliments. Cette plante contient également de nombreuses propriétés médicinales. L'huile de lavande est une huile essentielle distillée à partir de

fleur de lavande, elle possède des propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques, antibactériennes, antifongiques, antimicrobiennes et antidépressives. Cette plante stimule la production d'urine et améliore la digestion, réduit le stress émotionnel et l'anxiété, cette plante guérit les brûlures et les blessures et améliore le sommeil, améliore l'eczéma et le psoriasis, réduit l'acné et préserve le teint de la peau. La lavande est également utilisée en aromathérapie. C'est une plante aromatique de la famille des Limacines. L'huile essentielle, les extraits aqueux et la partie séchée de ces plantes sont utilisés dans les cosmétiques, les produits d'hygiène et la médecine traditionnelle. Ils sont également utilisés comme additifs alimentaires en raison de leurs saveurs et de leurs arômes agréables et de leurs propriétés antibactériennes, antifongiques et répulsives contre les insectes, insecticides et antioxydantes. La lavande la plus courante La lavande anglaise est l'espèce de lavande la plus couramment utilisée avec d'autres épices (**Luxita, S et al. 2019**).

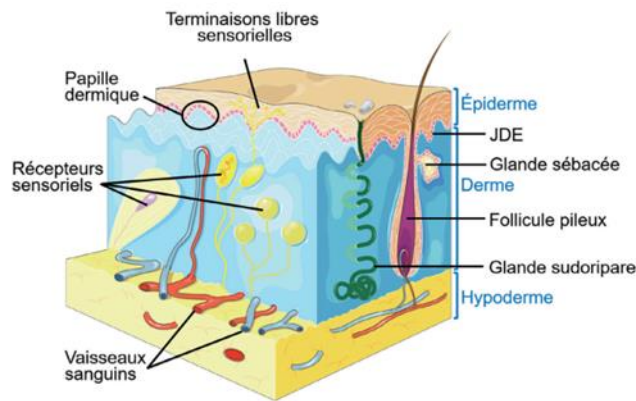
## Chapitre 2: Généralité sur l'acné

### I. Physiologie de la peau et du follicule pilo-sébacé.

#### I.1. La peau.

La peau est un organe dynamique et complexe ayant comme principaux rôles : une protection contre les agressions extérieures et un effet barrière limitant les pertes en eau et en électrolytes. Elle permet de communiquer avec le milieu extérieur en raison de sa semiperméabilité (**Dreno, 2009**).

Elle est composée de 2 parties principales : une, superficielle externe et mince, l'épiderme, et une partie interne plus épaisse comprenant l'hypoderme et le derme. L'ensemble, peau et phanères – poils, cheveux et ongles, forme le tégument (**Figure 8**).



**Figure 8 .** Structure générale de la peau. (**Bessaguet et al., 2022**)

JDE : jonction dermo-épidermique

La peau a la même structure sur tout le corps mais varie en épaisseur selon l'endroit, plus épaisse au niveau des paumes, des plantes de pieds et du dos et plus fine au niveau des paupières (**Dreno, 2009**).

Les composants de la peau se composent de trois principales couches : l'épiderme, le derme et l'hypoderme.

L'épiderme, la couche externe qui protège le corps des influences environnementales, est constitué de l'épiderme, avec pour fonction principale la protection et le maintien de l'équilibre hydrique de la peau. La partie la plus importante de l'épiderme est représentée par l'épiderme, qui est stratifié et composé de cellules kératiniques (**Bessaguet et al., 2022 ; Bousquet & Colombe 2002 ; Gazeilles, 2010 ; Demarchez, 2015 ; Abdayem & Haftek, 2018 ; Vietri Rudan & Watt, 2022**).

Le derme constitue la couche sous-jacente de la peau, composée de tissu conjonctif, de vaisseaux sanguins, de fibres élastiques et de la matrice cellulaire. Le derme joue un rôle important dans le soutien de la peau et dans la fourniture de nutriments à la couche externe (**Prost-Squarcioni et al., 2008 ; Bessaguet et al., 2022**).

Quant à l'hypoderme, il s'agit de la couche la plus profonde de la peau, principalement composée de tissu adipeux, et agissant comme un coussin protecteur, un isolant thermique et une réserve d'énergie.

Ces couches fonctionnent en harmonie pour fournir diverses fonctions telles que la protection, le soutien et le maintien de l'équilibre hydrique, jouant ainsi un rôle crucial dans la santé générale de la peau (**Ellero-Simatos, 2013**)

## **I .2. Les différents types de peau .**

Le type de peau est déterminé par la quantité d'huile ou de sébum produite par la peau d'une personne qui est une substance que la peau crée pour sceller l'humidité. L'American Academy of Dermatology (AAD) reconnaît cinq principaux types de peau (**Site 3**).

### **I.2.1. La peau normale.**

La peau normale n'est ni trop grasse ni trop sèche. Elle a une production de sébum équilibrée et une bonne circulation sanguine (**Site4**).

### **I.2.2. La peau grasse.**

La peau grasse se caractérise par son aspect gras sur tout le visage. Cela se produit en raison de l'hyperactivité des glandes sébacées (parfois elles peuvent même être plus nombreuses), entraînant une production excessive de sébum (huile) sur la peau (**Site 5**).

La peau grasse semble brillante, en particulier autour du nez et du front, elle a de grands pores qui se bouchent facilement. Aussi elle est sujet aux boutons ou aux points noirs (**Site4**).

### **I.2.3. La peau sèche.**

Si une personne a la peau sèche, sa peau produit moins de sébum qu'elle n'en a besoin (**Site3**). La peau sèche manque d'hydratation et de lipides, ce qui peut entraîner une desquamation et un aspect rugueux. Elle peut également être plus sensible et réactive aux irritants. Les personnes ayant la peau sèche doivent souvent utiliser des produits hydratants pour maintenir l'hydratation de leur peau (**Site5**).

### I.2.4. La peau mixte.

La peau mixte est un mélange de peau grasse et de peau sèche. Habituellement, dans les peaux mixtes, la zone T est grasse (**Site 3**) comprennent le front, le nez et le menton (**Site 3**), et les joues sont secs (**Site 4**).

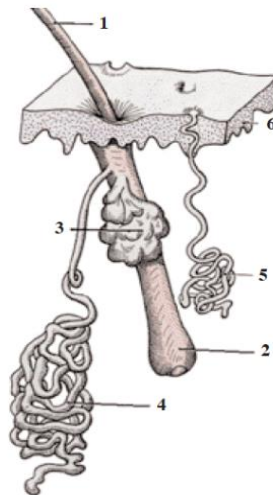
### I.2.5. La peau sensible.

Le type de peau sensible n'est pas déterminé par la quantité de sébum produite par la peau (**Site 3**).

La peau sensible est souvent sujette à l'inflammation et peut réagir négativement à des produits ou des ingrédients irritants ou allergènes. Les personnes ayant la peau sensible peuvent également éprouver des sensations de picotement, de brûlure ou de démangeaison (**Site 6**) lors de l'application de produits (**Site 3**), aussi ils peuvent avoir de l'acné, de la rosacée ou une dermatite de contact (**Site 6**).

## I.3. Le follicule pilo-sébacé.

Les annexes cutanées épidermiques regroupent les phanères (poils et ongles) d'une part et les glandes cutanées d'autre part. La peau humaine contient trois types de glandes cutanées : les glandes sudoripares apocrines, les glandes sudoripares eccrines et les glandes sébacées. Ces glandes sont généralement associées à un follicule pileux, à l'exception des glandes eccrines qui sont toujours retrouvées seules et déversent directement sur la peau la sueur (**s.n., 2005**)



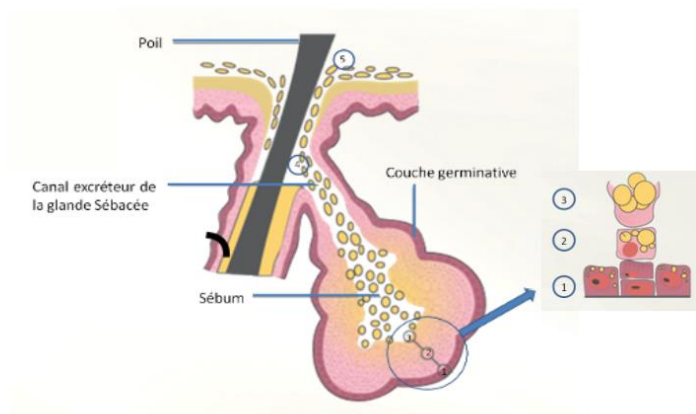
**Figure 9.** Schéma général des annexes épidermiques. (**s.n., 2005**)

1 : tige du poil, 2 : follicule pileux, 3 : glande sébacée, 4 : glande sudoripaire apocrine, 5 : glande sudoripaire eccrine, 6 : épiderme.

Dans la région sous-isthmique ou proximale, l'invagination constitue la gaine épithéliale externe du poil qui s'amincit progressivement. La gaine épithéliale interne résulte de la multiplication des

cellules matricielles du bulbe. À sa base, l'invagination forme le bulbe pileux contenant une région spécialisée du derme, la papille, où se trouvent de nombreuses cellules matricielles produisant les kératinocytes du poil et des mélanocytes (**Prost-Squarcioni, 2008**).

Les follicules pilo-sébacés (FPS) sont répartis sur toute la surface de la peau, excepté certaines régions spécifiques. Il existe trois types de FPS en fonction de leur localisation, impliqués dans la pathogenèse de l'acné : les follicules terminaux, les follicules velus ou lénugineux, et les follicules sébacés s (**Figure 10**) (s.n., 2005 ; **Shamloul & Khachenouche, 2020**).



**Figure 10.** Formation du sébum (d'après **FEA, s.d.**)

1 : En périphérie, les cellules indifférenciées se multiplient et donnent naissance à des cellules différenciées, les sébocytes. 2 : Synthèse des lipides au sein de vacuoles. 3 : Lysés, les sébocytes matures libèrent leur contenu lipidique, le sébum, dans la lumière de la glande sébacée. 4 : Le sébum sécrété se déverse au niveau de l'isthme. 5 : Le sébum est excrété vers la surface.

La glande sébacée est une glande à sécrétion holocrine et exocrine qui produit et excrète le sébum par lyse cellulaire. Elle est composée d'unités sécrétrices appelées sébocytes, présents en trois zones concentriques distinctes (**Bouboual, 2016**).

Le sébum, principalement composé de lipides, sert à la lubrification de la peau et du poil tout en les rendant imperméables à l'eau. Il joue également un rôle thermodynamique en isolant le corps et émulsifie les sécrétions aqueuses des glandes sudoripares eccrines pour minimiser l'évaporation de la sueur (**Pappas, 2009 ; Cunliffe, 1999 ; Vietri Rudan & Watt, 2022**).

Le sébum contribue à la formation du film hydrolipidique à la surface du stratum corneum, jouant ainsi un rôle dans la sélection précoce et l'instauration du microbiote cutané en favorisant la multiplication des micro-organismes résidents et en limitant la croissance de la flore pathogène (**Pappas et al., 2009**).

## I.4. La peau et le microbiome cutané.

### I.4.1. Composition du microbiome cutané.

Le microbiome cutané est composé d'une variété d'organismes microscopiques tels que les bactéries, les champignons, les virus et les acariens, avec les bactéries constituant la majorité (Mokni & Abdelhak, 2014 ; Carmona-Cruz et al., 2022).

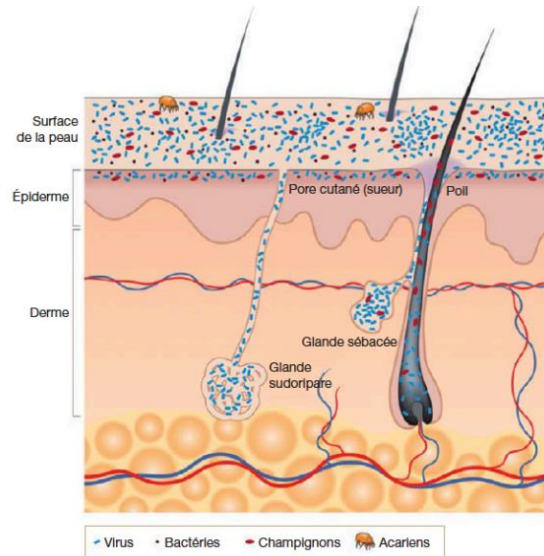


Figure 11. Localisation cutanée des micro-organismes (Dunyach-Remy et al., 2015).

### I.4.2. Types de microbiome cutané.

Le microbiome cutané est divisé en deux catégories : le microbiome résident et le microbiome transitoire. Le microbiome résident comprend des organismes présents de manière permanente et généralement non nocifs, tandis que le microbiome transitoire comprend des organismes temporaires qui ne peuvent pas survivre durablement sur la peau (Mokni & Abdelhak, 2014 ; Dreno et al., 2016 ; Carmona-Cruz et al., 2022).

### I.4.3. Facteurs influençant le microbiome.

La composition du microbiome cutané est influencée par des facteurs intrinsèques tels que l'âge, le sexe, l'ethnie, le statut génétique, le statut immunitaire, les régions du corps, les comorbidités, ainsi que des facteurs extrinsèques tels que le mode de vie, l'hygiène, l'activité professionnelle, l'utilisation de produits cosmétiques et d'hygiène corporelle, l'utilisation d'antibiotiques, l'exposition aux rayonnements ultraviolets, le climat et la saison (Dunyach-Remy et al., 2015; Byrd et al., 2018 ; Yang et al., 2020).

### I.4.4. Rôles du microbiome cutané.

Le maintien du microbiome cutané est crucial car il prévient de :

#### I.4.4.1. Prévention de la contamination par des micro-organismes pathogènes.

- Concurrence nutritive et géographique entre les micro-organismes résidents et les pathogènes, réduisant le risque de prolifération des bactéries pathogènes (**Ladizinski et al., 2014 ; Dreno et al., 2016 ; Braun et al., 2020**).

- Conditions défavorables pour le développement des pathogènes, telles qu'un pH légèrement acide, une rareté de l'eau et une température inférieure à 37°C (**Dreno et al., 2016 ; Braun et al., 2020**).

- Production de molécules antimicrobiennes par le microbiote résident, telles que les bactériocines et les peptides antimicrobiens (**Byrd et al., 2018 ; Swaney & Kalan, 2021**).

#### I.4.4.2. Dysbiose.

- Déséquilibre dans les populations de la flore commensale, favorisant le développement de certaines populations au détriment d'autres, contribuant ainsi à l'apparition ou à la progression de pathologies (**Dunyach-Remy et al., 2015**).

- Facteurs tels que les modifications de la température, du pH ou de l'humidité du milieu peuvent favoriser la persistance de certaines flores transitoires et conduire à des biofilms pathologiques et des plaies chroniques.

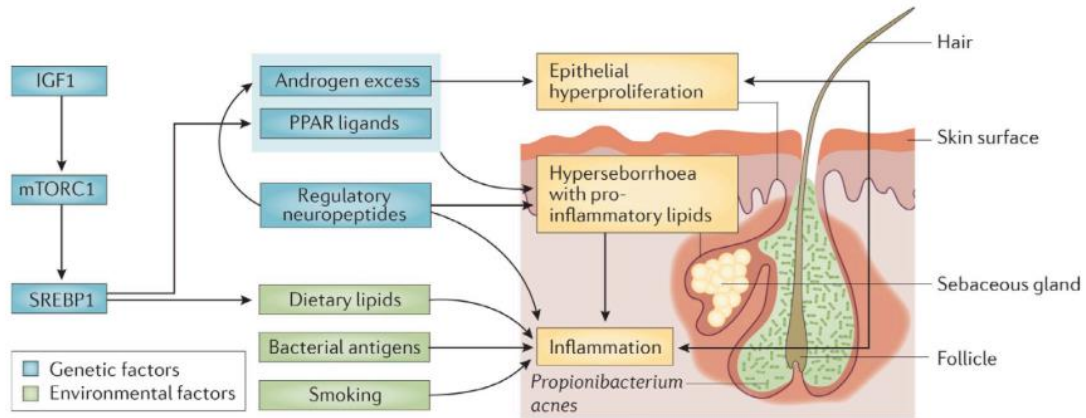
L'équilibre est perpétuellement menacé par des facteurs variés qui peuvent altérer le microbiote cutané. (**Dreno et al., 2016 ; Braun et al., 2020**)

## II. PHYSIOPATHOLOGIE ET SIGNES CLINIQUE DE L'ACNÉ

### II.1. PHYSIOPATHOLOGIE

L'acné (acné vulgaris) est une maladie inflammatoire chronique du follicule pilo-sébacé considérée comme une maladie hormonale périphérique (**Dreno, 2005**). Elle est caractérisée par les 4 phénomènes principaux (**Figure12**) :

- Hyperséborrhée et une altération dans la composition du sébum.
- Activité de *P. acnes*.
- Hyperkératinisation et hyperprolifération épithéliale au niveau de l'infra-infundibulum.
- Induction de l'inflammation et un dysfonctionnement de l'immunité innée et adaptative.



**Figure 12.** Événements impliqués dans l'acné. (Zouboulis, 2020)

IGF1 = insulin-like growth factor 1; mTORC1 = mammalian target of rapamycin complex 1; PPARs, = peroxisome proliferator-activated receptors; SREBP1 = sterol regulatory element-binding protein 1

La conséquence est une altération du fonctionnement du FPS à l'origine des lésions acnéiques (Tuchayi et al., 2015).

Nouvelle catégorie de maladies qui sont liées essentiellement à l'immunité innée :

### II.1.1. Hyperséborrhée.

C'est la première manifestation de l'acné, elle représente une hypersécrétion de sébum par les glandes pilo-sébacées, ce qui donne un aspect brillant à la peau, elle est nettement visible sur le visage principalement. Pour d'autres patients, l'hyperséborrhée se manifeste par un grain de peau épais, appelés aussi « pores dilatés ». Cette manifestation est due à une hypersensibilité des récepteurs aux androgènes. Chez l'homme, l'hormone androgène majeur est la testostérone. Chez la femme, ce sont des précurseurs à la testostérone (delta-4-androsténédione par exemple). Ces précurseurs à la testostérone ou la testostérone elle-même sont captés par des enzymes qui vont les transformer en dihydrotestostérone (DHT) qui va stimuler la production de sébum. La pathologie est accentuée par l'augmentation de ces enzymes ainsi que leur activité, la DHT se retrouve en plus grande quantité et la sensibilité des récepteurs à la DHT est aussi un paramètre augmenté chez le sujet acnéique. Cela conduit à une augmentation de la production de sébum : c'est l'hyperséborrhée (Dréno B.2005).

### II.1.2. Hyperkératinisation.

Dans les manifestations de cette pathologie, il y a une sur-prolifération des kératinocytes intracanaux et une augmentation de l'adhésion des cornéocytes entre eux. Différents facteurs jouent un rôle dans l'arrivée des premières lésions de l'acné. Tout d'abord il y a une modification des

intégrines, récepteurs membranaires qui jouent un rôle dans la prolifération et la différenciation des kératinocytes.

Ensuite, l'hyperséborrhée provoque une anomalie de différenciation des kératinocytes dans le canal infundibulaire (canal où se trouve le follicule pileux) qui va s'obstruer.

Enfin, ces mécanismes vont favoriser l'apparition d'une réaction inflammatoire sous la peau, et favoriser l'agent bactérien impliqué de l'acné (*Propionibacterium acnes* ou *P acnes*) (Dréno B.2005).

### II.1.3. La prolifération bactérienne.

Lors de cette pathologie, les microorganismes saprophytes vont se retrouver au niveau des follicules pilo-sébacés. On retrouve *Staphylococcus epidermidis* mais aussi *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*). Cette bactérie anaérobie GRAM+ est impliquée dans le déclenchement et l'exacerbation de la réaction inflammatoire. Cette bactérie module la réaction inflammatoire via différents mécanismes:

D'abord elle a une action lipolytique sur les triglycérides du sébum, ce qui va former des acides gras (AG) libres. Ces AG libres vont avoir une action pro-inflammatoire sur les tissus environnants. Puis *P. acnes* va libérer des facteurs chimiotactiques permettant une réaction d'orientation des polynucléaires vers la zone où elle se trouve.

La bactérie va stimuler l'immunité par l'activation de la voie classique et de la voie alterne du complément. Cela va permettre une production plus importante de facteurs chimiotactiques et donc un recrutement plus important des polynucléaires. Ensuite, *P. acnes* exprime aussi des cytokines pro-inflammatoires (IL1, IL8) qui vont recruter les macrophages au niveau des lésions et exacerber la réaction inflammatoire. Enfin, dans les kératinocytes on retrouve des récepteurs membranaires qui jouent un rôle dans l'immunité immédiate, ce sont les TLR (Toll Like Receptor). Ils sont la plupart du temps activés par une bactérie et vont induire une réaction inflammatoire sans présenter d'antigène.

Dans les kératinocytes on retrouve le TLR 2, c'est à cet endroit que viendra se fixer *P. acnes* car il est très présent à la surface de la peau. L'activation du TLR 2 va provoquer la production de cytokines inflammatoires par les kératinocytes et donc une activité inflammatoire importante (Dréno B.2005).

Cette activité inflammatoire intense et persistante à cause de l'hyperséborrhée, l'hyperkératinisation et la présence de *P. acnes* va provoquer l'apparition de lésions à la surface de la peau.

## II.2. Signes cliniques.

### II.2.1. Classification de l'acné selon les niveaux de sévérités .

En 1990, l'Académie américaine de dermatologie a élaboré un système de classification de l'acné vulgaire primaire. Cette échelle de notation délimite trois niveaux d'acné : légère, modérée et sévère (Pochi PE et al, 1990).

#### II.2.1.1. Niveau d'acné légère.

L'acné légère se caractérise par la présence de quelques à plusieurs papules et pustules, mais pas de nodules. Ce patient présente quelques papules érythémateuses et parfois des pustules mêlées de comédons (Figure 13).



**Figure 13.** Acné légère

#### II.2.1.2. Niveau d'acné modérée.

Les patients souffrant d'acné modérée présentent plusieurs à plusieurs papules et pustules, ainsi que quelques à plusieurs nodules. Acné modérée, ce patient présente de nombreuses papules et pustules érythémateuses, ainsi que des cicatrices proéminentes (Figure 14).



**Figure 14.** Acné modérée

### II.2.1.3. Niveau d'acné sévère.

En cas d'acné sévère, les patients présentent des papules et des pustules nombreuses ou étendues, ainsi que de nombreux nodules. Acné sévère, ce patient présente des pustules étendues, des papules érythémateuses et de multiples nodules profonds dans un contexte extrêmement enflammé (**Figure 15**).



**Figure15.** Acné sévère

L'acné est également classée selon les types de lésion : comédonale, papulopustuleuse et nodulokystique. Les pustules et les kystes sont considérés comme de l'acné inflammatoire (**Williams, H.et al, 2012**).

## II.2.2. Les conséquences.

### II.2.2.1. Les cicatrices.

Les cicatrices sont une des complications les plus redoutées de l'acné. Initialement elles peuvent être rouges ou pigmentées, il s'agit de stades réversibles. Mais l'acné peut laisser des cicatrices définitives surtout quand l'inflammation est importante, profonde, persiste ou a été manipulée. Elles peuvent prendre l'aspect de creux (cicatrice atrophique) (voir **Figure 16**) ou à l'inverse, de cicatrices en relief (hypertrophiques ou chéloïdes) (voir **Figure 17**) qui correspondent à des modifications fibreuses de la peau. Dans les formes évoluées, le visage peut alors prendre un aspect « grêlé ». (**Bagatin et al., 2019**)



**Figure 16.** Photo de cicatrices atrophiques (**Dermatologie SF,2020**)



**Figure 17.** photo de cicatrices hypertrophiques (**Dermatologie SF,2020**)

#### **II.2.2.2. Les conséquences psychologiques**

Le stress induit par l'acné pousse les patientes à manipuler davantage leurs lésions, ce qui contribue aux conséquences visibles. Ce stress semble être encore plus prononcé que pendant l'adolescence, où l'acné a généralement une réponse rapide aux traitements et guérit plus rapidement. L'acné a un impact significatif sur les patientes sur le plan social et psychologique. Les conséquences psychologiques sont souvent sous-estimées et ont des effets délétères, entraînant anxiété et dépression (**Richter et al., 2017**).

### **II.3. Étiologie biologique et incidence de l'acné.**

#### **II.3.1. Facteurs génétiques.**

Une prédisposition génétique est considérée comme un facteur important de l'acné (**Dreno, 2015 ; Branisteanu et al., 2022**)

Une histoire familiale d'acné au premier degré est relativement commune à la fois chez l'adolescent et chez l'adulte, confortant l'idée d'une prédisposition génétique. (**Kutlu et al.,2022**)

### II.3.2. Facteurs hormonal .

La séborrhée, élément clé de l'acné, est sous contrôle des androgènes. Aussi l'acné est influencée par le développement et les modifications de la vie génitale chez la femme, ainsi que par les traitements hormonaux contraceptifs ou substitutifs. En effet, un certain nombre de femmes avec de l'acné mentionnent une aggravation de celle-ci lors de certaines étapes de leur vie (périodes prémenstruelles, préménopause, grossesse et même durant l'usage de contraceptifs estroprogestatifs). Les fluctuations hormonales sont donc mises en cause (**Vexiau & Chivot, 2002 ; Dreno et al., 2018b ; Branisteanu et al., 2022**).

Le stress stimule la production de cytokines proinflammatoires et de CRH induisant une augmentation de la production de cortisol (**Bagatin et al., 2019**).

Les hormones du stress comme le CRH ou le cortisol peuvent aggraver l'acné par une action directe au niveau de la glande sébacée, en favorisant la lipogénèse (**Zouboulis, 2008 ; Branisteanu et al., 2022**). Par ailleurs, le stress induit la prise de nourriture voire une obésité, à l'origine de modifications de la signalisation de l'insuline qui peuvent affecter la différenciation des sébocytes et l'expression des TLR (**Dreno et al., 2018**). Lors d'un stress, des neuromédiateurs, substance P et  $\alpha$ -MSH, sont relargués par les nerfs périphériques situés en grand nombre autour des glandes sébacées. Leurs récepteurs sont présents à la surface des sébocytes et leur activation induit une production de sébum, une différenciation des sébocytes ainsi que la lipogénèse (**Branisteanu et al. 2022**).

### II.3.3. Sommeil.

Un manque de sommeil ou une mauvaise qualité de sommeil peut aggraver des pathologies (dont l'acné), produire des déséquilibres immunitaires ainsi qu'une hausse des hormones du stress. Stress et sommeil sont donc liés, le sommeil étant lui-même affecté par le stress. Les femmes sont plus sujettes aux problèmes de sommeil que les hommes, en raison des fluctuations hormonales et de leur susceptibilité à l'anxiété (**Dreno et al., 2018b**). Une mauvaise qualité du sommeil est d'ailleurs corrélée à la sévérité de l'acné (**Schrom et al., 2019**).

Une étude chinoise met en évidence qu'une durée du sommeil inférieure à 8h/jour est un facteur de risque d'acné (**Yang et al., 2020**).

### II.3.4. Alimentation.

Il y a de plus en plus d'études menées sur le lien entre l'alimentation et l'acné.

L'alimentation contribue à la composition du sébum influant sur l'acné. Des taux plus faibles d'AG essentiels (acides oléique et linoléique en particulier) sont observés chez les patients acnéiques

pouvant suggérer un rôle de l'alimentation, ces acides gras ne pouvant être synthétisés chez l'Homme (Tuchayi et al., 2015 ; Zouboulis, 2020).

Une alimentation caractérisée par un indice glycémique élevé, la consommation de produits laitiers, d'aliments gras et de chocolat semble favoriser l'acné. En revanche, certains éléments alimentaires sont considérés comme protecteurs contre l'acné, notamment les fruits, les légumes et les acides gras tels que les oméga-3 et l'acide linoléique (Dall'Oglio et al., 2021) .

### II.3.5. Médicaments.

Certains médicaments comme des anti-épileptiques (phénobarbital) ou agents anticancéreux (inhibiteurs de tyrosine kinases) peuvent induire une acné monomorphe ou des éruptions acnéiformes, dermatoses ressemblant à l'acne vulgaris. L'utilisation d'anabolisants provoque des formes sévères d'acné. L'exposition à la dioxine conduit à une acné comédonienne sévère (Tuchayi et al., 2015).

### II.3.6. Produits cosmétiques et d'hygiène corporelle.

Certains produits de maquillage comme les poudres compactes dont les pigments et les liants sont comédogènes, ou les laits démaquillants non rincés sont responsables de lésions rétentionnelles sur les joues. De plus, certains produits ne sont pas adaptés à la peau acnéique, notamment les savons alcalins, irritants et décapants (Midoun-Mouaci, 2008 ; Revuz, 2010 ; Kutlu et al., 2022).

### II.3.7. Soleil.

L'exposition au soleil et l'usage de cabines de bronzage peuvent déclencher une acné voire l'aggraver (Dreno et al., 2018). Le rayonnement ultraviolet (UV) favorise la peroxydation du squalène aux propriétés comédogènes (Kutlu et al., 2022). Les UVA et UVB provoquent une hyperplasie de la glande sébacée, un épaissement de la couche cornée une augmentation de la sécrétion de sébum et une augmentation du nombre de comédons. entraînant des poussées d'acné (Dreno et al., 2020).

### II.3.8. Exposition à des polluants.

L'exposition à forte dose à des hydrocarbures polycycliques chlorés tels que les dioxines chlorés et les composés apparentés comme les polychlorobiphényles (PCB) est à l'origine de chloracné. La contamination peut être environnementale, professionnelle, alimentaire (Chessa et al., 2021).

La chloracné est caractérisée par un érythème ou un œdème sur laquelle se développe en quelques jours des comédons non inflammatoires et des kystes. Les pustules sont rares. Dans un premier temps, les lésions apparaissent sur la face et le cou pour s'étendre par la suite au tronc, les extrémités et ensuite le reste du corps (Schechter et al., 2006).

### II.3.9. Diagnostic différentiel.

L'absence de lésions rétentionnelles élimine le diagnostic d'acné (CEDF, 2012).

**Tableau 5.** Diagnostic différentiel de l'acné ( Titus S, Hodge J.2012)

Diagnostic	Caractéristiques distinctives
<b>Acné cosmétique</b>	Associé à l'utilisation de produits capillaires et de cosmétiques à base d'huile lourde et résolu par l'arrêt de ces produits
<b>Acné d'origine médicamenteuse</b>	Lésions monomorphes et antécédents de prise de médicaments (glucocorticoïdes, lithium, contraceptifs oraux, phénytoïne [Dilantin], isoniazide, androgènes)
<b>Folliculite</b>	Lésions monomorphes, d'apparition brutale et de répartition variable avec absence de comédons, s'étendant au grattage ou au rasage
<b>Hidrosadénite</b>	Comédons à deux têtes (deux pustules), nodules inflammatoires avec abcès, prédilection pour les zones intertrigineuses, voies sinusales
<b>Miliaire</b>	Nonfollicular papules, pustules, and vesicles; occurs in response to heat or exertion
<b>Perioral dermatitis</b>	Papules, pustules et vésicules non folliculaires ; se produit en réponse à la chaleur ou à l'effort
<b>Pseudofolliculite barbienne</b>	Se produit dans les zones barbus avec des cheveux courts et bouclés rasés de près
<b>Rosacée</b>	Érythème et télangiectasie, absence de comédons
<b>Dermatite séborrhéique</b>	Écailles grasses avec macules et papules coalescentes jaune-rouge

## II.4. Prise en charge de l'acné.

### II.4.1. Traitements médicamenteux.

#### II.4.1.1. Traitements topiques.

Les agents topiques, utilisés seuls ou en association, traitent efficacement l'acné légère composée de comédons ouverts et fermés avec quelques lésions inflammatoires (Gollnick H. 2003) Les nombreuses options de traitement offrent différents modes d'action. . Les thérapies topiques réduisent le développement de nouvelles lésions ; elles nécessitent une application sur l'ensemble des zones affectées, plutôt que sur des points individuels. La plupart provoquent une irritation cutanée initiale et

certaines personnes arrêtent de les utiliser pour cette raison. L'irritation peut être minimisée en commençant par des préparations de faible concentration et en augmentant progressivement la fréquence ou la dose. Lorsque l'irritation persiste, un changement de formulation, passant de solutions alcoolisées à des nettoyants ou gels à des crèmes ou lotions plus hydratantes, pourrait être utile.

### a. Peroxyde de benzoyle

Le peroxyde de benzoyle est une préparation en vente libre efficace qui possède plusieurs mécanismes d'action et doit être appliquée sur toute la zone affectée (**Garner S, 2003**). Le peroxyde de benzoyle en monothérapie fonctionne aussi bien que les antibiotiques oraux ou une combinaison d'antibiotiques topiques comprenant du peroxyde de benzoyle pour les personnes souffrant d'acné faciale légère à modérée (**Ozolins M. et al, 2004**).

Les patients doivent être informés qu'ils doivent s'attendre à une irritation, mais qu'ils doivent interrompre le traitement si celle-ci devient grave. L'irritation diminuera dans la plupart des cas, surtout si les patients commencent à l'appliquer tous les deux jours, puis augmentent la fréquence. Le peroxyde de benzoyle à faible concentration (2,5 % ou 5 %) est recommandé, car il est moins irritant et il n'existe aucune preuve claire que des préparations plus fortes soient plus efficaces (**Fakhouri T.2009**).

### b. Rétinoïdes topiques

Le traitement par la trétinoïne, l'adapalène et l'isotrétinoïne nécessite une prescription médicale. Le tazarotène n'est pas autorisé au Royaume-Uni pour l'acné. Tous les rétinoïdes sont contre-indiqués pendant la grossesse et les femmes en âge de procréer doivent utiliser une contraception efficace. Les rétinoïdes topiques agissent sur la kératinisation anormale et sont également anti-inflammatoires, ils fonctionnent donc à la fois contre l'acné comédonienne et inflammatoire.

D'autres essais comparant les rétinoïdes entre eux et avec d'autres thérapies sont nécessaires. Tous les rétinoïdes topiques induisent des réactions locales et doivent être arrêtés en cas de gravité. Ils ne provoquent pas d'aggravation temporaire des lésions d'acné (**Yentzer BA, 2009**) mais peuvent augmenter la sensibilité de la peau aux rayons ultraviolets.

### c. Antibiotiques topiques

La manière dont les antibiotiques topiques améliorent l'acné n'a pas été clairement définie, mais ils semblent agir directement sur les *P.acnés* et réduire l'inflammation. Les antibiotiques topiques ont moins d'activité que les autres agents contre les lésions non inflammatoires. Pour les acnés plus sévères, les antibiotiques topiques sont généralement associés à d'autres produits tels que des rétinoïdes topiques ou du peroxyde de benzoyle. Les patients souffrant d'acné du dos pourraient mieux répondre

à une antibiothérapie orale en raison des difficultés d'application des traitements sur de vastes zones difficiles à atteindre.

Les antibiotiques topiques comprennent la clindamycine, l'érythromycine et la tétracycline. Des antibiotiques topiques sont également disponibles en association avec du peroxyde de benzoyle et de l'acétate de zinc. Les préparations à base d'alcool sont plus desséchantes, et donc plus adaptées aux peaux plus grasses. L'efficacité de l'érythromycine pourrait diminuer en raison de la résistance bactérienne (**Simonart T et Dramaix M, 2005**).

#### **II.4.1.2. Traitements oraux**

##### **a. Antibiotiques oraux.**

Les antibiotiques oraux sont généralement réservés à l'acné plus sévère, à l'acné prédominante sur le tronc, à l'acné qui ne répond pas au traitement topique et aux patients présentant un plus grand risque de cicatrices. Bien que les antibiotiques aient montré leur efficacité en termes de réduction du nombre de lésions inflammatoires, aucun n'élimine complètement l'acné. La plupart des patients cherchent à éliminer l'acné plutôt qu'à réduire le nombre de lésions. Il n'existe aucune preuve concluante qu'un antibiotique est plus efficace qu'un autre (y compris les tétracyclines de première et de deuxième génération) ou que les antibiotiques oraux sont plus efficaces que les préparations topiques pour l'acné faciale légère à modérée (**Ozolins M et al, 2004**).

##### **b. Contraceptifs oraux.**

Les contraceptifs oraux combinés (COC) contiennent un œstrogène (éthinyloestradiol) et un progestatif. Les COC sont fréquemment prescrits aux femmes souffrant d'acné, car les œstrogènes suppriment l'activité des glandes sébacées et diminuent la formation d'androgènes ovariens et surrénaliens. Les contraceptifs progestatifs seuls aggravent souvent l'acné et doivent être évités chez les femmes qui n'ont aucune contre-indication aux préparations contenant des œstrogènes (**Arowojolu AO et al, 2009**). Les progestatifs se lient aux récepteurs de la progestérone et des androgènes et leurs effets androgènes dépendent du type et de la dose de progestatif.

##### **c. Isotrétinoïne orale.**

Lorsqu'elle est administrée pendant environ 20 semaines, l'isotrétinoïne orale est le médicament le plus efficace, entraînant une guérison clinique dans environ 85 % des cas (**Wessels F et al, 1999**). Les taux de rechute sont d'environ 21 % et dépendent de la dose, les meilleures réponses étant observées avec des doses quotidiennes de 1 mg/kg par jour ou un total de 150 mg/kg sur la durée du traitement. L'isotrétinoïne est généralement réservée à l'acné cicatricielle nodulokystique sévère ou à l'acné résistante à d'autres thérapies.

L'isotrétinoïne provoque une chéilite, une peau sèche, des saignements de nez, une infection secondaire, une aggravation temporaire des lésions, une photosensibilité et une augmentation des lipides sériques, mais ces symptômes sont rarement suffisamment graves pour entraîner l'arrêt du traitement (**Rademaker M, 2010**).

Aux États-Unis, une réglementation stricte a réduit les prescriptions légales d'isotrétinoïne et augmenté les achats illégaux sur Internet (**Site 7**).

## **II.4.2. Les traitements alternatifs.**

### **II.4.2.1. La phytothérapie.**

La phytothérapie du grec 'phyton', 'plantes' et 'therapein', 'soigner' signifie donc le fait de soigner par les plantes. Elle désigne la médecine fondée sur les principes actifs végétaux et qui consiste en l'usage des plantes à titre thérapeutique, sous diverses formes galéniques. La phytothérapie est actuellement classée parmi les médecines dites alternatives, sous-entendu alternative à la médecine conventionnelle allopathique (**Niel, 2016**).

### **II.4.2.2. L'aromathérapie.**

L'aromathérapie désigne une branche particulière de la médecine par les plantes. Ce terme vient du grec 'arôma', signifiant parfum et 'thérapeia', signifiant traitement ; il s'agit donc de soigner par les huiles essentielles. Le terme 'huile essentielle' est défini à la fois par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) pour les usages pharmaceutiques et cosmétiques et par l'AFNOR/ISO pour les usages aromatiques et alimentaires. Ainsi selon l'ANSM, une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Dans le traitement de l'acné, l'aromathérapie présente un intérêt majeur, notamment en agissant sur la composante infectieuse de cette pathologie. En effet, les huiles essentielles sont antibactériennes et conjuguent en général un effet bactériostatique (blocage de la multiplication microbienne) et bactéricide (lyse des microorganismes) : on peut parler d'un effet antibiotique complet (**Niel, 2016**).

## **Partie II : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE**

---

## Chapitre I: Matériels et Méthodes

### Objectifs

Notre travail expérimental a été réalisé au niveau des laboratoires de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (FSNV), Université Echahid hamma lakhdar El-oued, en particulier les deux laboratoires de Toxicologie et Biochimie .Cette étude vise à cibler les axes principaux suivants:

- Identifier les composés phytochimiques de *Lavandula officinalis* et *Rosmarinus officinalis*.
- L'extraction de l'huile essentielle de la plante *L.officinalis* et la détermination des paramètres physico-chimiques.
- L'extraction des composés phénoliques de *R.officinalis* par macération avec le dosage de polyphénols et de flavonoïdes.
- Évaluation de l'activité antimicrobienne des deux plantes contre les bactéries pathogènes Gram-positives et Gram-négatives ainsi que les levures
- Évaluer le pouvoir antioxydant des plantes étudiées grâce à la méthode de piégeage des radicaux libres (DPPH).
- La préparation d'un produit innovant contre l'acné

## I. Matériels.

### I.1. Matériels non biologique : voir annexe1.

### I.2. Matériel biologique.

#### I.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal étudié est constitué de la partie aérienne (feuilles, fleurs, tiges) de *Lavandula angustifolia* Mill et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* (Figure 18,19).



**Figure 18.** les feuilles du R.officinalis (originale)

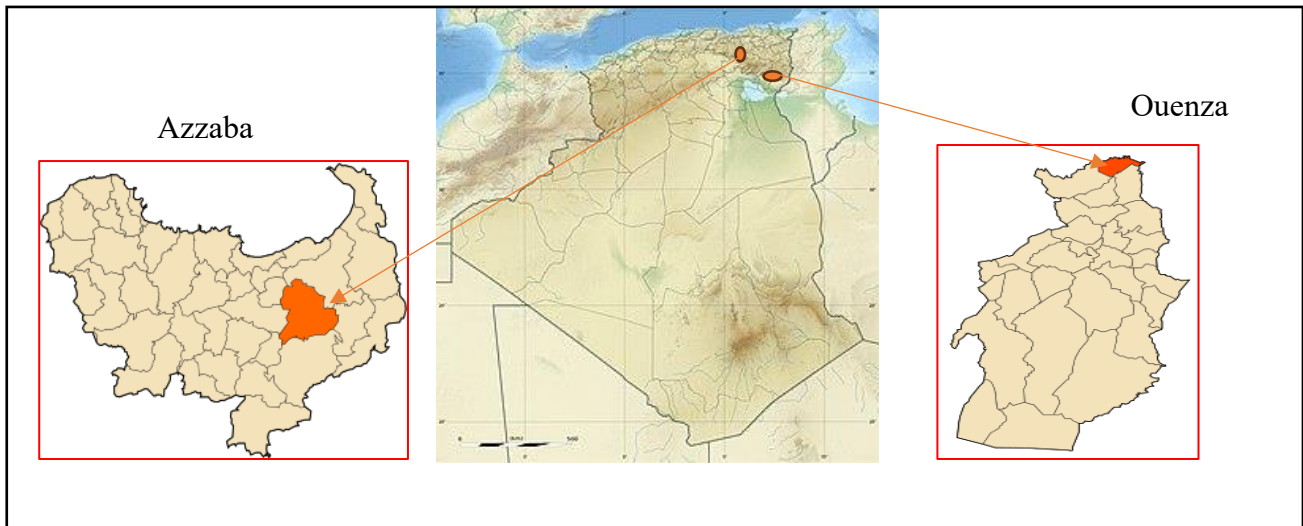


**Figure 19.** la partie aérienne de L. angustifolia (Site 9)

#### I.2.2. Récolte et Préparation des matières végétales.

##### I.2.2.1. Récolte.

La récolte du matériel végétal a eu lieu en 2024 dans différentes régions de l'Algérie. *Lavandula angustifolia* a été récoltée dans la région d'Azzaba, à Skikda, tandis que *Rosmarinus officinalis* a été collectée à Ouenza, dans la région de Tébessa. Les coordonnées des sites de prélèvement ont été déterminées à l'aide d'un système GPS (figure 20). Les échantillons récoltés ont été séchés à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant 10 jours.



**Figure 20.** Localisation géographique de la zone de récolte de *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis*.

La provenance ainsi que les caractéristiques géographiques et bioclimatiques de la station de récolte sont mentionnées dans le **tableau 6**.

**Tableau 6.** Lieu de récolte des plantes, caractéristiques géographiques et bioclimatiques des régions d'étude.

Plantes	Région	Altitude	Latitude	Longitude	Etage bioclimatique	Date de récolte
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Ouenza	920m	35° 57' 00" nord,	8° 08' 00" " est	sub-humide	15 février 2024
<i>Lavandula officinalis</i>	Azzaba	137m	36° 45' 48" nord,	7° 06' 00" " est	sub-humide	06 mars 2024

#### I.2.2.2. Séchage.

Le séchage est un procédé consistant à abaisser la teneur en eau contenue dans la plante. Notre plante est séchée à l'air libre à l'abri de la lumière pour préserver au maximum l'intégrité des molécules, en évitant les altérations et la prolifération des micro-organismes.

#### I.2.2.3. Broyage.

Cette opération a été faite après le séchage de la partie aérienne de la plante, une quantité de la plante a été concassées ensuite broyées dans un broyeur électrique en poudre très fine pour les tests de screening et la grande quantité pour l'extraction des huiles essentielles.

#### I.2.2.4. Conservation.

Après broyage, la poudre de plantes a été conservée dans des flacons en verre afin de conserver leur couleur et principalement leur effet thérapeutique, elle a été conservée soigneusement dans un endroit sec jusqu'à leur analyse.

#### I.2.3. Matériel micro-organismes.

Le choix des microorganismes a été porté sur cinq souches (4 bactéries pathogènes et 1 levure) de collection internationale ATCC (American type culture collection).

Nous avons utilisé une souche de référence de *Candida albicans* ATCC 10231 et quatre souches bactériennes, dont deux souches Gram-négatives, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Escherichia coli* ATCC 25922, et deux souches Gram-positives, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Bacillus subtilis* ATCC 25973.

## II. Méthodes.

### II.1. Screening phytochimique.

#### ◆Principe.

L'examen phytochimique est une première étape dans la recherche de molécules ayant une activité thérapeutique chez les plantes. Il permet la détection de classes de composés chimiques. Ces tests phytochimiques sont représentés par :

- ▶ Des réactions de coloration et de précipitation;
- ▶ Des essais de solubilité des constituants présents dans la plantes vis-à-vis des solvants organiques de polarité différente;
- ▶ Des examens sous la lumière ultraviolette.

La détection des principaux constituants chimiques est réalisée sur les différents extraits obtenus par épuisement avec de l'eau, avec de l'éthanol, l'ajout de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et macération dans l'éther (méthodes spécifiques du notre laboratoire).

#### II.1.1. Préparation des extraits.

Les extractions solide / liquide de ces plantes ont été réalisées selon trois modes de préparation : infusion aqueuse, extrait aqueux et extrait éthanolique, décrits par **Paris et al., en (1969)**.

##### II.1.1.1. Infusion aqueuse.

- Verser 100 ml d'eau distillée bouillante sur 5g du matériel végétal.
- Laisser le mélange 15-20 min

- Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

#### II.1.1.2. Extrait aqueux.

Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant et porter sur une chauffe ballon :

- ❖ Mélanger 5g de matériel végétal avec 100 ml de l'eau distillée.
- ❖ Chauffer à une température minimum pendant 1 heure.
- ❖ Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

#### II.1.1.3. Extrait éthanolique.

Cet extrait est préparé de la même manière que l'extrait aqueux en utilisant l'éthanol à la place de l'eau distillée,

- ❖ Mélanger 5g de matériel végétal dans 100 ml de l'éthanol.
- ❖ Chauffer à une température minimum pendant 1 heure.
- ❖ Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

#### II.1.2. Recherche d'amidon .

Traiter 5ml de l'extrait aqueux avec 10ml NaOH et le réactif d'Amidon. L'apparition d'une coloration bleu violacé indique la présence d'amidon. (Benmehdi ; 2000)

#### II.1.3. Recherche des tannins.

Un volume de 1ml de l'extrait éthanolique , est additionné à 2 à 3 gouttes de la solution de FeCl<sub>3</sub> à 1%. Après quelques minutes d'incubation, la coloration verdâtre qui indique la présence des tanins catéthiques ou bleu-noirâtre qui révèle l'existence des tanins galliques (Karumi et al ; 2004).

#### II.1.4. Recherche des flavonoïdes.

On prend 5ml de l'extrait éthanolique et on ajoute 1ml d'HCl concentré et 1g de tournures de magnésium. La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge-rose (+) présence des flavonoïdes, l'absence des flavonoïdes.(Karumi et al ; 2004)

#### II.1.5. Recherche des anthocyanes .

Un volume de 2ml d'infusé aqueux est additionné à 2ml de Hcl 2N. L'apparition d'une coloration rose-rouge qui vire au bleu-violacé par addition d'ammoniac indique la présence d'anthocyanes (Debray et al., 1971).

#### II.1.6. Recherche des composés réducteurs .

On ajout 20 gouttes de liqueur de Fehling à 1ml de l'extrait éthanolique avec l'eau distillé puis chauffer, un test positif est indique par l'apparition d'un précipité rouge brique.

### II.1.7. Recherche des coumarines.

Placer 1 g d'échantillon de la plante humide dans un tube à essai. Couvrir le tube avec un papier imbibé d'une solution de NaOH et le placer dans un bain marie pendant quelques minutes. Ajouter 0.5 ml de NH<sub>4</sub>OH (10%). Mettre deux taches sur un papier filtre et examiner sous la lumière ultraviolette. La fluorescence des taches confirme la présence des coumarines (Rizk, 1982).

### II.1.8. Recherche des stérols et triterpènes.

Une macération a été réalisée pendant 24 h à 5% dans l'éther. L'extrait éthérique est ensuite évaporé à sec à 60°C et repris avec de l'anhydride acétique puis du chloroforme. Déposer au fond du tube contenant l'extrait de l'acide sulfurique. En cas de réaction positive il se forme un anneau rouge-brunâtre ou violet à la zone de contact des deux liquides, la couche surnageante étant verte ou violette.

### II.1.9. Recherche des alcaloïdes.

Ajouter 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilué (1/10) à 10 g de la poudre végétale dans un erlenmeyer de 250 ml. Laisser agiter et macérer pendant 24 h à la température ambiante du laboratoire. Après filtration sur papier lavé à l'eau distillée de manière à obtenir environ 10 ml de filtrat.

1 ml de filtrat + 5 gouttes du réactif de Mayer, s'il apparaît un précipité blanc-jaunâtre c'est qu'on est en présence d'alcaloïdes.

1 ml de filtrat + 5 gouttes du réactif de Wagner, s'il apparaît un précipité brun c'est qu'on est en présence d'alcaloïdes.

### II.1.10. Recherche des saponosides.

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant un peu d'eau à 2 ml de l'extrait aqueux puis la solution est fortement agitée. Ensuite, le mélange est abandonné pendant 20 min et la présence des saponosides est évaluée par:

- Pas de mousse = test négatif
- Mousse moins de 1 cm = test faiblement positif Mousse de 1-2 cm = test positif
- Mousse plus de 2 cm = test très positif

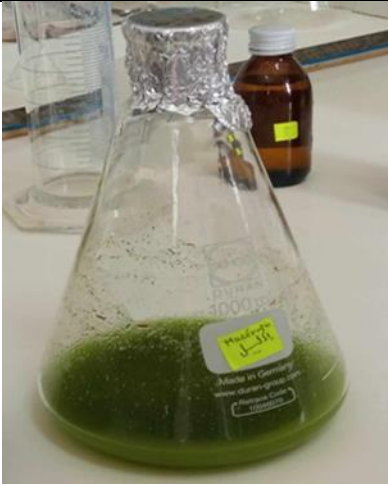


## II.2. Extraction des composés phénoliques de *R. officinalis*.

Extraction des composés phénoliques de *Rosmarinus officinalis* par macération:

### ❖ Principe.

La macération est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal en contact avec un solvant pour en extraire les principes actifs, elle se fait à température ambiante (Lagnika, 2005).

Les extraits méthanoliques sont préparés par macération en ajoutant 10 g de la poudre végétale à 150 ml de méthanol à 70% pendant 24 heures. L'extrait est récupéré dans un premier temps après filtration du mélange à travers le papier filtre Wattman. Le résidu obtenu est repris d'extraction, avec changement du solvant chaque 24h avec le même volume du mélange méthanolique. Le filtrat est réuni et concentré sous pression réduite dans un rotavapeur à 40°C. L'extrait sec obtenu a été ensuite conservé au réfrigérateur à 4 °C jusqu'à leur utilisation.

		
<p><b>Figure 21.</b> macérat de romarin (original)</p>	<p><b>Figure 22.</b> filtration du macérat (original)</p>	<p><b>Figure 23.</b> Évaporateur rotatif (original)</p>

### II.2.1. Calcul du rendement de l'extrait brut.

Le rendement d'extraction est défini comme étant le rapport entre le poids de l'extrait obtenue après l'extraction et le poids de la poudre utilisée.

Il est calculé par la formule suivante :

$$R \% = (PEB/PMV) \times 100 \dots (1)$$

R : Rendement.

PEB : Poids de l'Extrait Brut (g). PMV: Poids de Matière Végétale(g).

### II.2.2. Préparation d'extrait flavonoïdes.

#### ❖ Mode d'opérateur

L'extrait des flavonoïdes est préparé en ajoutant à l'extrait méthanolique un volume de 150 ml d'eau distillée tiède et 150 ml d'acétate d'éthyle, et on place le nouveau mélange dans une ampoule à décantation. Après avoir séparé le mélange, nous avons obtenu deux phases : une phase d'acétate d'éthyle et une phase aqueuse. Ensuite, nous prenons la première et l'évaporons à l'évaporateur rotatif à une température de 50 degrés Celsius pour obtenir l'extrait de flavonoïdes (Chouikh et al., 2020a).

### II.2.3. Calcul du rendement de l'extrait flavinoïde.

Il est calculé par la formule suivante :

$$R \% = (PEF/PEB) \times 100 \dots (2)$$

R : Rendement.

PEF : Poids de l'Extrait Flavonoïdes (g). PEB: Poids de l'Extrait Brut (g).

#### II.2.4. Dosage des composés phénoliques des extraits de romarin.

##### II.2.4.1. Dosage des polyphénols.

La teneur en composés phénoliques est évaluée selon la méthode Folin-ciocalteu décrite par Singleton et al. (1999) utilisant l'acide gallique comme standard.

##### ❖ Mode opératoire

Un volume de 0,25ml d'extrait dilué est mélangé à 1,25 ml de réactif de Folin-ciocalteu. Après 3 minutes de temps de réaction du mélange, 1ml de la solution de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) à une concentration de 75g/l est ajouté. Après 30 minutes à l'abri de la lumière et à Température ambiante, l'absorbance est lue à 765 nm. L'expérience est répétée trois fois pour chaque concentration d'extrait.

##### II.2.4.2. Dosage des flavonoïdes.

La teneur en flavonoïdes est estimée selon la méthode au trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) modifiée Lamaison et Carnet.(1990)

La même procédure est appliquée au standard d'acide gallique. Ainsi la concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique et sera exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait.

##### ❖ Mode opératoire

1ml de l'extrait dilué est ajouté à 1ml de la solution de chlorure d'aluminium. Après 1heure d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 420 nm. Cette expérience est répétée trois fois.

La teneur en flavonoïdes est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine et sera exprimée en mg d'équivalent quercétine par g d'extrait.

#### II.3. Méthode d'extraction de l'huile essentielle de *L. angustifolia*.

Extraction L'huile essentielle de *lavandula angustifolia* Mill a été fait par hydro-distillation:

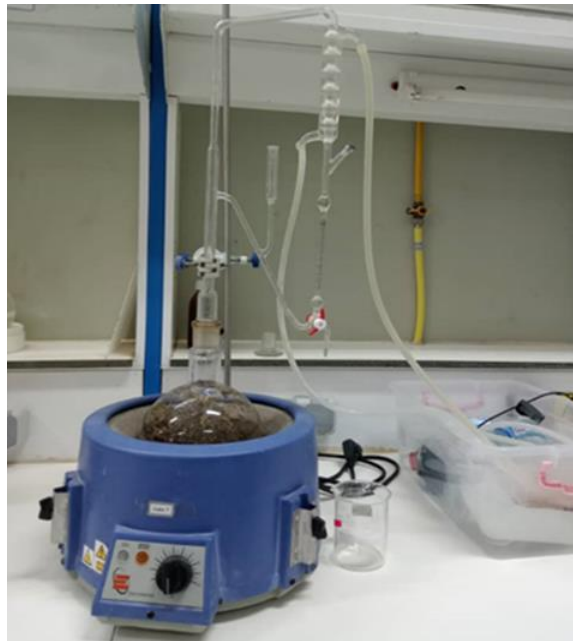
##### ❖ Principe.

L'hydro-distillation est la méthode la plus employée pour extraire les huiles essentielles selon Cleverger. Dans ce procédé, la matière première à traiter est entièrement immergée dans l'eau, les

extraits végétaux sont chauffés jusqu'à ébullition ; les huiles essentielles s'évaporent alors avec les vapeurs dégagée, puis sont condensées et séparées de l'eau.

❖ **Mode opératoire :**

100g de matière végétale de *L.angustifolia Mill* est introduite dans un ballon puis on y ajoute une quantité suffisante d'eau distillée, sans remplir le ballon pour éviter le débordement lors de l'ébullition. Les vapeurs chargées d'huile essentielle passe à travers le tube vertical puis dans le serpentín de refroidissement où aura lieu la condensation. Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent et chutent dans l'ampoule à décanter. L'huile essentielle de faible densité par rapport à l'eau, surnage à la surface de la phase aqueuse. L'extraction se poursuit pendant 3 heures. L'huile essentielle obtenue est conservée à 4°C, dans un flacon en verre stérile, fermé hermétiquement en utilisant le papier aluminium afin de la préserver de l'air et de la lumière.



**Figure 24.** Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation (**originale**)

### II.3.1. Calcul de rendement.

Rendement d'extraction Le rendement est défini en rapportant le rapport entre la masse de l'huile (MHE) et la masse de la matière végétale utilisée (MV) et ce, selon le formule 3:

$$\text{RHE (\%)} = (\text{MHE} / \text{MV}) \times 100 \dots (3)$$

RHE : rendement extraits fixes en g /100g de matière sèche.

MHE : quantité d'extrait récupérée exprimée en g.

MV : quantité de matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en g.

### II.3.2. Caractéristiques de L'huile essentielle.

Dans le but d'évaluer la qualité d'huile essentielle de *L. angustifolia Mill*, une analyse de ses propriétés organoleptiques et ses paramètres physico chimiques ont été réalisées.

#### II.3.2.1. Caractéristiques organoleptiques.

Les propriétés organoleptiques d'huile essentielle sont perçues par les sens afin d'évaluer l'aspect, la couleur et l'odeur (AFNOR, 2000).

#### II.3.2.2. Caractéristiques physico-chimiques.

- **Densité : (NF ISO 279)**

##### ❖ Protocole expérimental :

On pèse une seringue vide de 5ml (propre et sèche) à l'aide d'une balance sensible.

- On remplit la seringue avec 0,2 ml d'huile et repeser l'ensemble huile + seringue.
- Répéter avec le même volume d'eau distillée.

La mesure de la densité de l'HE a été calculée à partir en gramme de la formule (a) suivante:

$$D_{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

m<sub>0</sub>: la masse en gramme de la seringue vide.

m<sub>1</sub>: la masse en gramme de la seringue remplie d'eau distillée.

m<sub>2</sub>: la masse en gramme de la seringue remplie d'huile.

- **Indice de réfraction (NF ISO 280).**

L'indice de réfraction (IR) est le rapport entre le sinus d'angle d'incidence du rayon lumineux dans l'air et le sinus de l'angle de réfraction du rayon réfracté dans le milieu considéré. Elle permet de déterminer le pouvoir réfringent des huiles à 20°C.

##### ❖ Protocole expérimental .

L'appareil a été étalonné en mesurant l'IR de l'eau distillée qui doit être égale à une valeur de 1.333 à 20°C, ensuite, quelques gouttes de l'huile essentielle ont été déposées entre les deux faces du réfractomètre. Le champ de vision a été réglé à l'aide d'un micro visse pour obtenir une ligne nette entre les zones sombres et éclairées. La valeur indiquée par l'échelle de lecture a été notée.

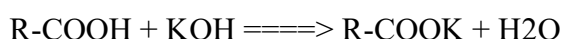


Figure 25. Appareil de réfractomètre (originale)

- **Indice d'acide (NF ISO 1242).**

L'indice d'acide d'huile essentielle est défini comme étant le nombre qui exprime en mg la quantité d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres présents dans 1g d'huile essentielle.

L'hydroxyde de potassium neutralise un acide libre selon la réaction chimique suivante :



❖ **Protocole expérimental:**

- Introduire 1g de l'échantillon d'huile essentielle de *L.angutifolia Mill* dans l'erlenmeyer propre et sec.
- Ajouter 5ml d'éthanol 96% avec la pipette et mettre 5gouttes de phénolphtaléine utilisé comme indicateur coloré.
- A l'aide de la burette, neutraliser la solution obtenue avec une solution de KOH d'une concentration (molarité) de 0,1 mol/l.
- On arrête le titrage au moment du virage de la couleur.
- Noter le volume KOH consommé (V KOH) pour le calcul de l'indice d'acide à l'aide de la relation suivante :

Dans laquelle:

$$IA = 56,1.M.V/m$$

56.1 : masse molaire de KOH.

V: volume en mL de la solution de KOH utilisée pour le titrage.

M :molarité de la solution de KOH.

m: masse en g de la prise d'essai.

- **Mesure du pH (NF ISO 10390).**

Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre. Elle est acide si son pH est inférieur à 7, neutre s'il est égal à 7, basique s'il est supérieur à 7 .

❖ **Protocole expérimental :**

- Mettre quelques gouttes d'HE du matériel végétal, sur un bout de papier pH;
- Après le changement de la couleur du papier, comparer avec une gamme de couleurs qui varient selon le pH.



Figure 26. La gamme de couleur selon le pH.

## II.5. Activité biologique.

Le but de ce travail est d'évaluer la capacité antioxydante et antibactérienne de l'extrait de *R.officinalis* et l'huile essentielle de *L. angustifolia* Mill.

### II.5.1. Évaluation d'activité antioxydante .

Dans cette partie nous intéressons à l'étude de l'activité anti-oxydante in vitro par la méthode : piégeage du radical libre 2,2-Di-Phényl-1-Picryl-Hydrazyl (DPPH).Chacun de ces tests a été répété deux fois. Free radical trapping.

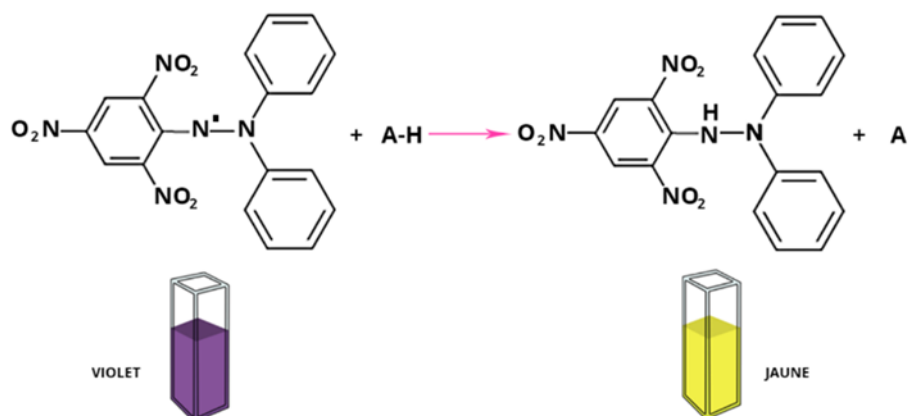
#### II.5.1.1. Piégeage du radical libre.

L'activité anti-radicalaire a été déterminée par la méthode du DPPH (Lebeau et al,2000) and (Molyneux ,2004).

❖ **Principe**

L'effet anti-radicalaire des différents extraits vis-à-vis du radical DPPH est basé sur la méthode décrite par Huang et al. (2002), avec quelques modifications. Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil). Ce dernier

de couleur violette se réduit en 2,2-diphényl-1-picryl hydrazine avec une couleur jaune en captant un atome d'hydrogène.



**Figure 27.** Mécanisme de réaction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) avec un antioxydant (Site 1).

#### ❖ Mode opératoire .

Pour évaluer l'activité antioxydante de l'huile de *L.angustifolia* et de l'extrait de *R.officinalis*, nous utilisons la méthode basée sur le radical libre DPPH (diphényl picryl-hydrazyl). Cette méthode permet de mesurer la capacité des antioxydants à réduire le DPPH, un radical libre relativement stable, en un composé jaune. La diminution de l'intensité de la couleur violette du DPPH est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants à donner des protons. Le contrôle positif est constitué d'un antioxydant standard : la quercétine pour les extraits méthanoliques, et la vitamine E pour les huiles essentielles. L'inhibition des radicaux libres DPPH est calculée en pourcentage (PI%), selon la formule :

$$I\% = \frac{(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon})}{\text{Abs contrôle}} \times 100$$

I% : pourcentage de l'activité anti-radicalaire

Abs : Absorbance

Pour l'huile de *Lavandula angustifolia*, les cinétiques de réaction avec le DPPH sont enregistrées pour chaque concentration testée. À la fin de la réaction, les pourcentages de DPPH inhibé sont tracés pour déterminer l'indice IC50, la concentration antioxydante nécessaire pour réduire de 50% la concentration initiale de DPPH. La vitamine E est utilisée comme témoin positif en raison de son caractère gras similaire à celui de l'huile testée.

Pour l'extrait de *Rosmarinus officinalis*, 100 µl des solutions d'extraits sont ajoutés à 1300 µl de DPPH (0,004% préparé dans du méthanol). Un contrôle négatif est préparé en mélangeant 100 µl de méthanol avec 1300 µl de la solution méthanolique de DPPH. L'absorbance est lue contre un blanc préparé pour chaque concentration à 517 nm après 30 minutes d'incubation dans l'obscurité et à température ambiante. Le contrôle positif est représenté par une solution de vitamine C, mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons. Pour chaque concentration, le test est répété 3 fois.

Les valeurs de l'IC50 sont déterminées graphiquement par régression linéaire pour les deux méthodes. Le paramètre supplémentaire est déterminé pour l'extrait et l'huile essentielle, l'IC50 (concentration inhibitrice médiane)

### II.5.2. Évaluation d'activité antimicrobienne.

Dans cette partie nous intéressons à l'étude de l'activité antimicrobienne in vitro par la méthode de diffusion sur gélose (méthode par puits).

#### ❖ Principe

C'est une méthode de mesure in-vitro du pouvoir antibactérien et antifongique des composées. Cette technique compte deux méthodes, la méthode des puits et la méthode de diffusion, nous avons adopté la dernière. C'est la technique de base utilisée pour étudier la capacité d'une substance à exercer un effet antimicrobienne (P.QUEZL et al 1962).

L'étude de l'activité antimicrobienne vis-à-vis des 05 souches de référence est réalisée la technique de diffusion sur gélose.

#### ❖ Mode opératoire

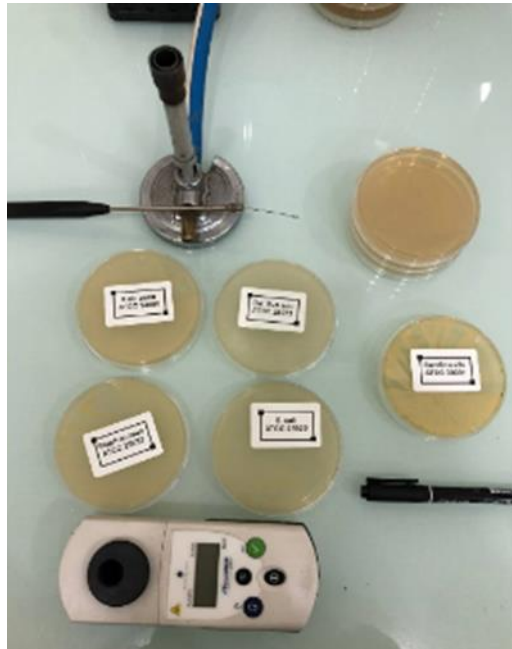
Méthode de diffusion sur gélose (méthode par puits)

Des boîtes de Pétri contenant de la gélose Sabouraud dextrose additionnée de glucose 2% (pour les levures) et de la gélose Mueller-Hinton (pour les bactéries) sontensemencées aseptiquement avec une suspension de  $10^6$  cellules/mL obtenue à partir d'une jeune culture de levures ou de bactéries, respectivement. L'inoculation se fait par écouvillonnage.

Après séchage des boîtes, la gélose est percée au centre à l'aide de la partie supérieure d'une pipette Pasteur.

Les cavités résultantes ont été remplies d'une solution aqueuse de l'extrait à des concentrations de 120, 80, 40 et 10 mg/mL, respectivement. De plus, l'huile essentielle a été testée à différents pourcentages de 75 %, 50 % et 10 %. Chaque puits était rempli d'environ 50 µL de la solution.

Les boîtes sont incubées dans un incubateur à 37°C pendant 48 heures pour les levures et 24 heures pour les bactéries. L'action inhibitrice est indiquée par la formation d'une zone d'inhibition autour des puits. La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide du pied à coulisse (mm). Le diamètre de la zone d'inhibition diffère d'une bactérie à une autre, Un produit est considéré comme actif si le diamètre de la zone d'inhibition est supérieur à 6 mm . l'antibiotique Gentamicine a été utilisé comme contrôle positif, tandis que le DMSO a été utilisé comme contrôle négatif (Kiehlbauch, J.A., et al .2000) (Boney, B et al .2008).



**Figure 28.** Les étapes de manipulation d'un test antibactérien sur gélose (**original**)

## II.6. Méthode de préparation d'un produit anti acnéique (crème).

Dans une émulsion, aux trois éléments de base ( huile, eau et émulsionnant) viennent s'ajouter des constituants divers : principes actifs, épaississant, aromatisants, colorants, conservateurs, dans chaque cas, les trois constituants de base doivent être choisis avec beaucoup de soin pour avoir une émulsion aux caractéristiques bien déterminées.

Pour ce qui est des proportions, c'est souvent par tâtonnements qu'on arrive à une formule stable et de consistance adaptée à l'utilisation. Un des principaux problèmes rencontrés par le formulateur lors de la réalisation d'émulsions, qu'elles soient de type conventionnel ou naturel, est de faire coexister, dans un même système, des substances qui n'ont pas la même solubilité. La stabilité du produit est très difficile à maîtriser

La crème anti acnéique a été préparé en prenant comme principe actif les extraits préparés précédemment à partir de *Rosmarinus officinalis* et *Lavendula angustifolia*. Pour des raisons d'enregistrement d'un brevet nous mettons que la composition générale de la crème préparée.



**Figure 29.** Les extraits préparés de fabrication de la crème (**original**)

## II.6.1. Composition de la crème.

### II.6.1.1. Eau distillée .

Nous avons choisi comme liquide de dispersion de l'eau distillée fraîchement préparée afin d'éviter l'utilisation d'une eau contaminée au départ. L'eau distillée est bien disponible et elle est préparée par distillation de l'eau potable en utilisant un distillateur à simple effet au niveau de laboratoire.

### II.6.1.2. Extrait des deux plantes comme principe actif .

nous avons utilisé les flavonoïdes extrait du romarin et de l'huile essentielle de la lavande à des pourcentages étudiés

### II.6.1.3. Base crémeuse.

**Humectant (hydratant) :** Les humectants font partie de presque toutes les préparations pour application topique, d'une part pour éviter l'évaporation de l'eau du milieu aqueux, d'autre part pour ralentir l'évaporation de l'eau de la peau. (**Martini,2011**)

**Emulsifiant :** Notre choix est orienté vers une émulsion aqueuse de type L/H pour les raisons qu'elles ont une bonne tolérance et elles ont un fort pouvoir pénétrant (**Harlay et al.2004**).

**Épaississant et gélifiant :** Dans l'usage cosmétique, l'épaississant produit une belle crème transparente. Il permet de diluer les crèmes grasses, de les rendre plus fluides et d'y intégrer une quantité importante d'eau.

**Conservateur naturel :** L'émulsion étant fluide, contenant des substances facilement altérables par les proliférations microbiennes, l'addition d'un conservateur antimicrobien semble indispensable.

**Conditionnement :** Étant donné que les antioxydants sont sensibles à la lumière, on a choisi comme conditionnement primaire une boîte opaque.

## Chapitre 2: Résultats et Discussion

### 1. Screening phytochimique.

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur différents extraits préparés à partir des parties aériennes de *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis* en utilisant des solvants de polarités différentes et des réactifs spécifiques de révélation. La détection de ces composés chimiques est basée sur des essais de solubilité des constituants, des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultraviolette (Hagerman et al, 2000). Les résultats du screening phytochimique présentés dans le **tableau 7**.

**Tableau 7.** Screening phytochimique des plantes *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis*.

Extrait		<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Lavandula officinalis</i>
Infusion aqueux	Saponoside	-	-
	Anthocyane	+++	+
aqueux	Amidon	+	-
Poudre végétale	Coumarine	-	+
	Alcaloïdes	+	+
Éthanolique	Flavonoïdes	++	+
	Tannis	+++	++
	Composés réducteurs	-	-
	Stérols	++	++
	Triterpènes	++	++

(+): Présence faible; (+++): Présence forte; (++) : Présence moyenne; (-): Absence.

Les résultats montrent la présence de différents groupes de métabolites secondaires dans les deux plantes tels que les saponines, les coumarines, les alcaloïdes, les tannins, les flavonoïdes, Stérols et Triterpènes, ainsi que la présence de l'amidon comme des métabolites primaires. En effet, les tannins sont les composés les plus abondants dans les deux plantes ; il est présent en grande quantité. En revanche ; les saponosides et les composés réducteurs étaient absents dans les deux plantes. Par ailleurs, les coumarines sont présentes dans *L. angustifolia* Mill et absentes dans *R. officinalis*, au contraire avec les anthocyanes. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus par Fadili et al. (2015) sur *R. officinalis* et par **Bachiri et al. (2016)** sur *L. angustifolia* Mill qu'ont également révélé

la présence des composés phénoliques, des flavonoïdes, des tannins, Stéroïdes et Triterpènes. En plus des composés précédents, **Dobros et al. (2022)** ont montrés la présence des coumarines dans *L. angustifolia* Mill. En revanche, une autre récente étude de **Braguini et al. (2019)** sur *L. angustifolia* Mill et l'étude de **Kalinda et al. (2020)** sur *R. officinalis* a indiqué la présence des saponines. En outre, les résultats sont corroborés avec ceux de **Fadili et al. (2015)** qui ont pareillement enregistré la détection des flavonoïdes et l'absence des coumarines dans *R. officinalis*.

Cette variation des résultats du criblage phytochimique dans les travaux précédents est due à plusieurs facteurs en l'occurrence ; la période de récolte, la région, la partie de la plante utilisée et même le solvant d'extraction (**Whitehead et al., 2022**).

Les composants phénoliques sont des molécules biologiquement actives, ils ont diverses propriétés pharmacologiques (anti-radicaux libres notamment) (**Marouf et Reynaud, 2008**). Ils diminuent la perméabilité des capillaires sanguins et renforcent leur résistance. Les anthocyanes inhibent les enzymes protéolytiques de dégradation du collagène (élastase, collagénase), ce qui explique leurs propriétés vasoprotectrices et anti-œdémateuse (**Bruneton, 1999**). De même les tanins et polyphénols, leur présence pourrait expliquer l'utilisation des espèces dans le traitement des maladies de la peau, Ils favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation veineuse et tonifient la peau dans le cas des rides . Les coumarines, sont bénéfiques dans les affections cutanées maladies, car elles sont responsables de blessures de guérison . Les saponines, leur propriété principale est d'être antifongique, anti-inflammatoire, Utiliser dans le traitement des dermatoses, comme cosmétique pour la peau et comme agent anti-inflammatoire peut être dû à la présence de saponines dans son extraits. Les flavonoïdes, ce sont de fortes sources de phytoestrogènes, insecticides et anti-inflammatoires, ils peuvent être antibactériens et antiviral (**Kansole et al, 2015**). Ceci explique son efficacité pour protéger la peau et traiter l'acné.

## 2. Composés phénoliques de *R. officinalis*.

### 2.1. Rendement de l'extrait brut.

Le résultat obtenu concernant le rendement de l'extraction par macération de l'extrait brut de la plante *R. officinalis* a montré que 1,9 g de l'extrait brut ont été obtenus à partir de 10 g de broyat. En effet, le rendement de l'extraction, utilisant la formule 1 (partie matériel et méthodes), est égal à une valeur  $Rdt = 19,13\%$ . Ce dernier est supérieur à celui marqué par **Redempta S et al (2020)** qui a trouvé (13,18%), **BALOUIRI M (2011)** a montré que le rendement (15,8%). Cependant, **El-kamli et al (2017)** qui a trouvé 2,14%, **Karimi et al. (2014)** (1,5%) et **Fadili, K et al. (2015)** (13,6%) qui ont trouvés un rendement très inférieure à notre .

D'une manière générale, le rendement de la méthode d'extraction dépend de plusieurs facteurs tels que le temps d'extraction, la température, ainsi que la localisation géographique, la période de récolte, le climat et la durée de stockage (SU et al., 2006). Il dépend aussi de la nature du solvant utilisé (Zhao et al., 2006) et de la méthode d'extraction appliquée (Wojdylo et al., 2007).

Plusieurs études ont montré que l'extrait de romarin ou ses constituants inhibent les réponses inflammatoires. Il s'agit d'un remède à base de plantes aux bienfaits vérifiés pour la santé comme une activité antioxydante, anti-inflammatoire, anti-cancérogène et antimicrobienne. Par conséquent, on a émis l'hypothèse que l'extrait de romarin pourrait inhiber l'inflammation induite par *P. acnés* (Baumann LS. 2007 et Peng CH. 2007). L'huile essentielle de romarin s'est révélée particulièrement efficace contre *P. acnés*, la bactérie responsable de l'acné (Rafieian Kopaei M. 2014).

## 2.2. Rendement de l'extrait flavenoïdique.

Le résultat obtenu concernant le rendement de l'extrait flavenoidique de la plante *R. officinalis* a montré que, 0.23 g obtenus à partir des 1.9g d'EBr. En effet, le rendement de l'extraction en utilisant la formule 2 (partie matériel et méthodes) est égal à une valeur Rdt = 2.3 %. D'après le rendement obtenu le *R. officinalis* est riche en flavonoïdes.

## 3. Teneur en phénols totaux.

Les résultats obtenus sont représentés dans la courbe ci-dessous (figure 28):

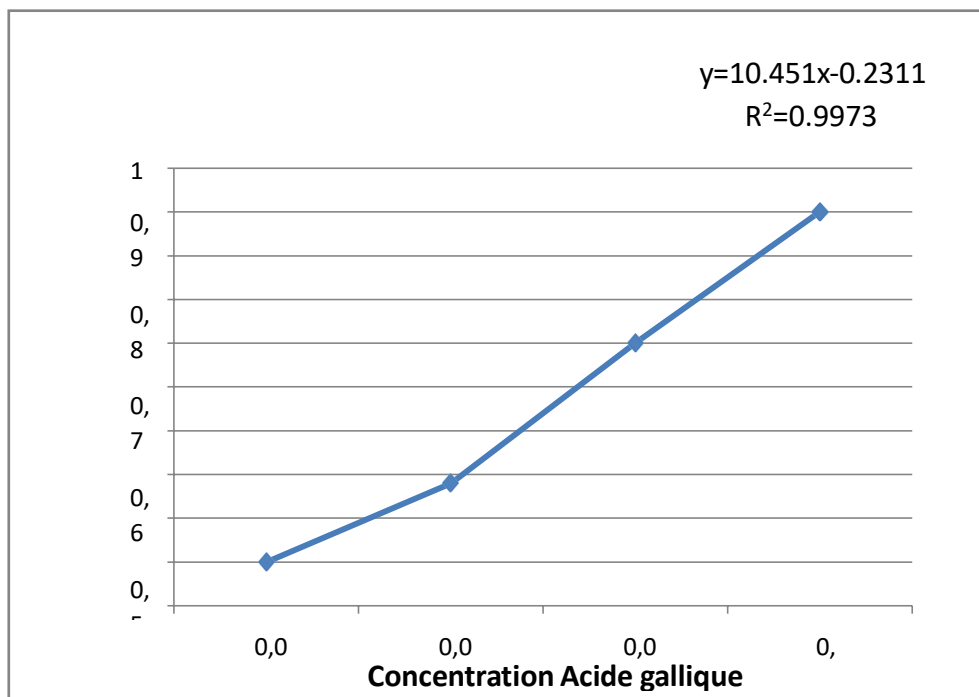


Figure 30. courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Les teneurs ont été rapportées en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/ g MS). Les résultats indiquent que la teneur moyenne en phénols totaux de l'extrait méthanolique est de 462,7 mg eq.ag /g .Cette valeur est beaucoup plus élevée que celle trouvée par **Cocan et coll. (2018)** , qui est de l'ordre de  $86,05 \pm 0,40$  mg mg EAG/g-1.

Teneurs rapportés par **Fadili et coll. (2015)** que les *R.officinalis* sont riches en polyphénols pour toutes les fractions étudiées et que la concentration en polyphénols varie entre  $21,66 \pm 2$  mg GAE g-1 à  $185,71 \pm 4$  mg GAE g-1, sont très faibles par rapport à nos résultats.

Les polyphénols sont des antioxydants et jouent un rôle dans la prévention des dommages oxydatifs causés par les espèces réactives de l'oxygène (ROS) (**Tsao, R.2010**) Ils possèdent des propriétés anti-inflammatoires (**Sies, H et Stahl, W. 2004**) et anti-cancérigènes, et protègent la peau des rayons ultraviolets (UVR) (**Afaq, F et al. 2007; Hwang, Y et al. 2011 et Heinrich, U. 2011**) . Les polyphénols sont des composés naturels présents dans de nombreux aliments et plantes courants (**Graham, H.N. 1992**). Leurs ingrédients d'origine naturelle, leur rapport coût-efficacité et leurs propriétés non invasives les ont rendus de plus en plus attrayants pour les patients par rapport aux médicaments sur ordonnance (**Levin, J et Momin, S.B. 2010**), conduisant à une augmentation du nombre d'études examinant les effets des polyphénols sur la peau, en particulier sur l'acné.

#### 4. Teneur en flavonoïdes.

La teneur en flavonoïdes déterminée par la méthode au trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) de l'extrait méthanolique de *R.officinalis*, a été rapportée en mg équivalent de quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/ g MS). La courbe d'étalonnage du standard est établie avec un coefficient de corrélation  $R^2 = 0,9906$ .

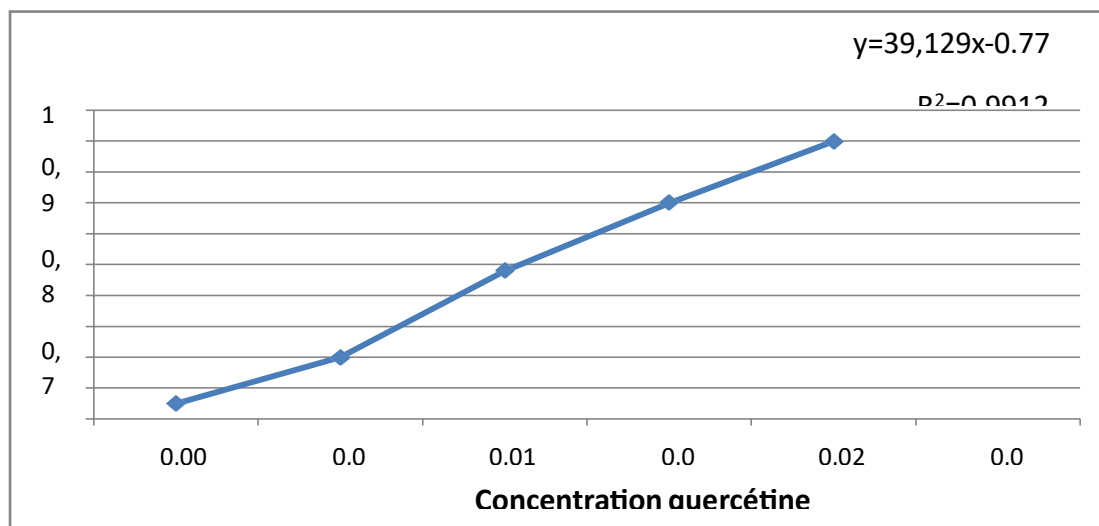


Figure 31. Courbe d'étalonnage de la quercétine

La teneur en flavonoïdes est de  $54,75 \pm 10,27$  mg EQ/g MS, cette valeur est largement supérieure à celle de **Stephanovits B et al. (2007)**, qui est de l'ordre de  $38,018 \pm 0,884$  mg QE/g de MS.

D'après les résultats obtenus, il est clair que *R.officinalis* est très riche en flavonoïdes qui représentent la classe majoritaire avec un taux plus élevé que des polyphénols. Ces résultats sont en désaccord avec ceux trouvés par **Stephanovits B et al.(2007)**.

La distribution des métabolites secondaires peut changer pendant la croissance de la plante. Ceci peut être lié aux conditions climatiques (la température élevée, exposition solaire, sécheresse, salinité), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols (**Yosr.Z et al 2010**). La teneur phénolique d'une plante dépend aussi d'un certain nombre de facteurs tels que, les conditions climatiques, le moment de la récolte, le solvant d'extraction, les conditions de stockage .

Il a été démontré que les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-allergiques, anti-inflammatoires, anticancéreuses, antimicrobiennes et anti-allergiques. Le large éventail d'effets thérapeutiques des flavonoïdes peut être attribué à leurs propriétés antioxydantes (**Sangeetha, K. S et al. 2016**). Grâce à la complexation avec des espèces oxydatives, les groupes hydroxyles des flavonoïdes confèrent à ces composés la capacité de piéger et de stabiliser les radicaux libres, réduisant ainsi les dommages oxydatifs (**Baradaran A et al. 2013 et Bagheri N. 2013**), ce qui est un marqueur de diminution de la production de substances inflammatoires dans la peau et apaiser la peau. Ces propriétés de protection biologique sont principalement dues à la composition phénolique de ces flavonoïdes (**Ginwala, R et al. 2019**). En conséquence, toutes les plantes ont des formulations différentes pour les traitements contre l'acné (**Nasri, H. et al. 2015**).

## 5. Rendement de l'extraction de l'huile essentielle.

Le rendement de l'HE de *L. angustifolia Mill* obtenu est 4.9%. Ce rendement est comparable à ceux obtenus dans d'autres travaux. En effet, le rendement en HE obtenu dans notre étude était plus important que celui obtenu par **Slimani et al. (2022)** où ils ont rapporté un rendement de 2.13% de *L. angustifolia* récoltée au jardin botanique de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès.

Le rendement obtenu est approximativement similaire à celui rapporté par **Bouguerra et Zeghou. (2009)**, qui ont trouvé 3.41%. Cependant, (**Boughendjioua, 2017**) a montré que le rendement des HE extraites par hydrodistillation est 2,01% ce qui est inférieure à notre rendement. En revanche, le résultat obtenu est supérieur à ceux trouvés par **Carrasco et al., (2016)**, qui a trouvé 0.2 à 1.5% au *L. angustifolia Mill* espagnol provenant de Murcie. Les résultats obtenus par **Laib et Barbat (2011)** et **Mohammadi et al (2011)** indiquent que les fleurs sèches de la lavande provenant de deux régions d'Algérie présentent des teneurs en huile essentielle respectivement 1.36% et 2.01 %. Contrairement

à nos résultats, le travail de **Cardia et al. (2021)** a révélé un Rd% très faible à 0.14% (v/ w) au *L.angustifolia* Mill provenant de Brésil . Cet écart est dû à la différence de la région et/ou la partie de la plante utilisée (**Radusiene et al ; 2012**) .

Le rendement obtenu dans la présente étude, a présenté un résultat significatif, malgré les conditions et la période de récolte suivie, qui n'était pas idéal pour le pic de production des métabolites secondaires. Ces variations de teneurs peuvent être dues à plusieurs facteurs notamment le degré de maturité des partie aérienne de *Lavandula officinalis*, l'interaction avec l'environnement (type de climat, sol), le moment de la récolte et la méthode d'extraction (**Botton et al., 1990**).

## 6. Caractéristiques d'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* Mill.

### 6.1. Caractéristiques organoleptiques

L'huile essentielle de *lavandula angustifolia* Mill obtenue est liquide, de couleur jaune clair , elle présente une odeur particulière forte, fraîche, persistante, prononcée caractéristique de l'acétate de linalyle . Les paramètres organoleptiques de notre huile essentielle sont résumé dans le (Tableau 8 )

**Tableau 8 :** Les paramètres organoleptiques d'HE de *L.angustifolia* Mill.

	Aspect	Couleur	Odeur
AFNOFR , (2002)	Liquide mobile, limpide.	Jaune clair	Caractéristique,
<i>Lavandula officinalis</i>	Liquide	Jaune clair	Aromatique forte

### 6.2. Caractéristiques physico-chimiques.

L'HE de *L.angustifolia* Mill a été analysée par le contrôle de ces quelques paramètres physico-chimiques (Densité, indice de réfraction et le pH). Ils ont été déterminés selon les méthodes de référence (AFNOR et Pharmacopée européenne). Le **tableau 9** ci-dessous regroupe les résultats de la mesure de ces indices physico-chimiques.

**Tableau 9.** Indices physicochimiques de l'huile essentielle comparés aux normes AFNOR

Paramètres	Résultats	Normes AFNOR
Densité	0.878	$0,891 \leq d \leq 0,899$
Indice d'acide	1.1	$1 \leq IA \leq 1.2$
Indice de réfraction	1.458	$1.463 \leq n \leq 1.468$
PH	6	4 - 6

Selon l'AFNOR, la densité de l'HE de *L.angustifolia Mill* doit être comprise entre 0.879 et 0.892, cela signifie que, la valeur obtenue (0.878) est dans les normes requises.

Le résultat de l'indice de réfraction (1.458) se trouve dans l'intervalle (1.455 à 1.466) de référence établie par la norme AFNOR. D'après , **Cavanagh et Wilkinson.(2006)**, l'élévation de cet indice indique que, l'HE de *L.angustifolia Mill* est riche en monoterpènes et en dérivés oxygénés. La présence des monoterpènes dans l'HE joue un rôle important dans la création de nouveaux composés biologiquement actifs, y compris les médicaments.

L'indice d'acide représente l'un des paramètres les plus ciblés d'après l'AFONR. En effet, il donne une idée sur le taux d'acides libres présents et sa susceptibilité à subir des altérations, notamment l'oxydation et l'hydrolyse des esters ainsi qu'il donne une idée sur la qualité et le degré de conservation de l'HE (**Kaloustian et al., 2012**).

Le résultat obtenu de l'indice d'acide a montré une valeur égale à 1.1 donc l'HE est dépourvu ou contient un peu d'acide gras libres à courtes chaînes carboniques. Cet indice est souvent d'une valeur égale ou inférieure à 2 est une preuve de bonne conservation de l'HE selon la pharmacopée européenne 11ème édition. Cela signifie que le résultat obtenu est conforme.

Selon l'agence française de sécurité sanitaire des produits de santé, les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles. Elles sont plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau. Elles ont un indice de réfraction élevé.

L'odeur de l'huile essentielle de lavande joue un rôle multifacette dans la fabrication de la crème anti-acné, allant de l'amélioration de l'efficacité thérapeutique à l'augmentation de l'attractivité du produit et à la garantie de sa qualité (**Benson et al, 2019**).

La densité de l'huile essentielle de lavande est cruciale dans la fabrication de la crème anti-acné. Elle influence la répartition, la texture, le dosage et la stabilité de la crème, ainsi que sa viscosité pour une utilisation et une absorption efficace (**Guzmán et Lucia, 2021**).

L'indice de réfraction détermine la pureté de l'huile essentielle et aide à évaluer la compatibilité avec les autres ingrédients, améliorant la stabilité et l'attrait du produit. Il permet de déterminer la concentration optimale pour garantir l'efficacité sans irritation cutanée. Les réfractomètres mesurent cet indice pour vérifier la pureté et ajuster la formulation (**Tisserand et Young, 2014**).

L'acidité de l'huile essentielle de lavande influence directement la stabilité, l'efficacité et la sécurité de la crème. Le pH de la crème doit correspondre à celui de la peau (4,5-5,5) pour éviter les irritations

et maintenir l'équilibre naturel. Le pH affecte également la stabilité des composants actifs, l'efficacité des conservateurs et l'absorption des ingrédients actifs, comme l'huile de lavande (Rosen, 2014).

## 7. Activité biologique.

### 7.1. Activité antioxydant.

Les activités de piégeage des radicaux DPPH sont présentées dans termes des valeurs IC<sub>50</sub> qui signifiant la concentration d'antioxydant, ou d'extrait, nécessaire pour diminuer (de 50%) la concentration initiale du substrat, est un paramètre largement utilisé pour mesurer l'efficacité antiradicalaire (Genena, 2008).

Les résultats obtenus sont illustrés dans les Tableaux 10 et 11. Pour obtenir ces résultats l'expérience a été menée en trois itérations pour chaque échantillon. L'IC<sub>50</sub> et le pourcentage d'inhibition (I%) à 50 µg/mL ont été calculés à partir des absorbances moyennes obtenues.

#### 7.1.1. Activité antioxydant de l'extrait méthanolique de *R.officinalis*.

Tableau 10. Résultats pour l'extrait de *R.officinalis*

Échantillon	IC <sub>50</sub> (µg/mL)	I% (50 µg/mL)
Extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i>	40 ± 3	75% ± 2

\* écarts-types (±)

La valeur IC<sub>50</sub> = 40 ± 3( µg/mL ) I% = 75 ± 2% pour l'extrait méthanolique de *R.officinalis* présente une grande activité antioxydante par rapport aux valeurs IC<sub>50</sub>=0,05 mg/mL /ml et IC<sub>50</sub>=54ug/ml obtenues pour la même espèce rapporté par Fadili K et al. (2015) et Erkan, (2008) respectivement. La valeur de IC<sub>50</sub>=0,23mg /ml la été déterminé de l'activité antiradicalaire des extraits du romarin réaliser par Dormana et ces collaborateur, (2003).

Ceci peut être du à plusieurs facteurs tels que : la méthode d'extraction, la nature des composés phénolique des extraits, la teneur en composé phénoliques totaux, le lieu et le période de cueillette de la plante (Stefanovits-bányai et al. 2003).

Il est clair que même à de faibles concentrations, l'extrait montre un pourcentage d'inhibition important, ce qui permet de déduire que les composés phénoliques contenus dans l'extrait méthanolique de la partie aérienne de *R. officinalis* sont très efficaces comme antioxydants.

Ceci indique qu'une valeur faible d'IC<sub>50</sub> indique une activité antioxydante forte, d'un autre coté il existe une corrélation entre la concentration des polyphénols et l'activité antioxydante, ce qui confirme que les polyphénols sont des antioxydants puissants, capables d'inhiber la formation des radicaux libres et de s'opposer à l'oxydation des macromolécules (Hua L et al ,2008) . En effet l'activité

antioxydante ne dépend pas seulement de la concentration des polyphénols, mais également de la nature et la structure des antioxydants dans l'extrait (Falleh.H, 2008).

### 7.1.2. Activité antioxydant de l'HE de *L.angistifolia*:

**Tableau 11.** Résultats pour l'HE de *L.angistifolia* Miller

Échantillon	IC <sub>50</sub> (µg/mL)	I% (50 µg/mL)
HE de <i>Lavandula angustifolia</i>	30 ± 2	77% ± 1.5

\* écarts-types (±)

La valeur IC<sub>50</sub> = 30 ± 2 (µg/mL), I% = 77 ± 1.5% obtenu pour l'HE de *L. angustifolia* présente une grande activité antioxydante par rapport aux valeurs obtenues pour la même espèce rapporté par LAIB. I, (2012) et ALLOUN, M,K. (2013) qui montrait la valeur IC<sub>50</sub> de 584±0.58(µg/ml).

En revanche, des études réalisées sur la même l'huile ont trouvé des IC<sub>50</sub> de 200.8±5.6 (µg/ml) et IC<sub>50</sub> de 26.26 ± 0.21(mg/mL ,35.29–98.70%) par Bettayeb.R et al (2017) et Caprari, C et al(2023) respectivement et réalisée sur l'HE de *L. stoechas* L, révèlent de valeur 1,85 mg/ml réaliser par AB-BOU & Benabida(2017).

Cela peut être expliqué par une composition chimique différente de l'huile essentielle. En fait des plantes botaniquement identiques, peuvent fournir des huiles essentielles de composition plus ou moins différentes, on parle alors de chimiotypes (Tremblin, 2016). D'autre part, il a été aussi démontré l'existence d'une synergie entre les différentes molécules antioxydantes, l'absence d'une molécule ou sa présence en faible quantité, peut ainsi influencer la capacité antioxydante de la plante (Juer-gens, 2014).

D'après (Bettaieb et al, 2017) L'examen des résultats de l'activité antioxydant témoigne de la variabilité intra spécifique très élevée chez la lavande ce qui n'accorde pas avec nos résultats. Cette activité est tributaire de la mobilité de l'atome d'hydrogène du groupement hydroxyle des composés phénoliques de l'huile essentielle. En présence d'un radical libre DPPH·, l'atome H est transféré sur ce dernier alors transformé en une molécule stable DPPH, ceci provoque une diminution de la concentration du radical libre et également l'absorbance au cours du temps de réaction jusqu'à l'épuisement de la capacité d'antioxydant donneur d'hydrogène.

En conséquence, les composés contenant des propriétés antioxydantes synthétiques ont des effets secondaires nocifs. Les sources végétales sont des antioxydants alternatifs utiles pour faciliter la réparation des dommages causés par ces radicaux libres (A.M. Alonso, D.A et al. 2002) . Les antioxy-

dants jouent un rôle crucial dans le traitement de l'acné en réduisant le stress oxydatif et l'inflammation. Leur capacité à neutraliser les radicaux libres aide à minimiser les dommages cutanés et à améliorer la santé globale de la peau, réduisant ainsi la gravité de l'acné (Dardas, A et al., 2021).

## 7.2. Activité antimicrobienne .

### 7.2.1. Analyse des résultats .

L'activité antimicrobienne des extraits étudiés vis-à-vis des quatre germes pathogènes testés, à savoir *S. aureus* (Gram+), *B. subtilis* (Gram+), *P. aeruginosa* (Gram-), *E. coli* (Gram-) et une levure (*Candida albicans*), est estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant les extraits inhibiteurs de nos plantes testées. Les résultats obtenus sont présentés dans les Tableaux 12 et 13.

### 7.2.2. Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait méthanolique de *R.officinalis*.

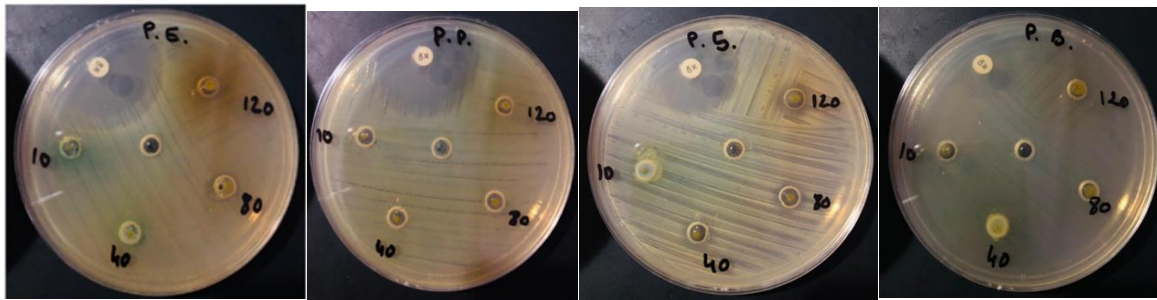
Le tableau 12 illustre les résultats obtenus

**Tableau 12.** Moyennes des diamètres de zone d'inhibition d'extrait méthanolique de *R. officinalis* L. sur des souches bactériennes utilisées

Souches utilisées	Inhibition microbienne				
	120mg/ml	60mg/ml	30mg/ml	15mg/ml	CN
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	8	7	NI	NI	32
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	NI	NI	NI	NI	32
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25932	NI	NI	NI	NI	27
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 25973	NI	NI	NI	NI	21
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	NI	NI	NI	NI	/

NI = No Inhibition, CN = Disques de gentamicine (CN) 30ug.

L'analyse du tableau 12 a montré que l'extrait méthanolique du romarin de la région de Ouanza possède une activité antibactérienne contre la souche *E. coli*, avec des diamètres d'inhibition variant entre 8 et 7 mm. En comparaison, le témoin positif, la gentamicine, provoque une zone d'inhibition dont le diamètre varie entre 21 et 32mm. Il est important de noter que la sensibilité des souches testées varie selon les dilutions et la nature des souches bactériennes (Jordán et al., 2013). Ces résultats sont illustrés dans la Figure (fig32).

*E.coli**P. aeruginosa**S.aureus**B.subtilis*

**Figure 32.** Zones d'inhibitions d'extrait méthanolique de *rosmarinus officinalis* L. sur les souches bactériennes testées

Les résultats sont conformes à ceux de **Mouas et al. (2017)**, où aucune zone d'inhibition n'a été observée autour des disques pour *P.aeruginosa*, et ce, pour les deux extraits de romarin provenant des deux écotypes. De plus, nous avons également observé un résultat similaire, où l'extrait méthanolique a inhibé la croissance d'*E. coli*, avec un diamètre de 7 mm.

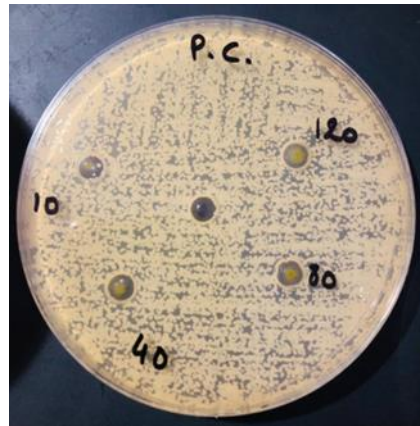
D'après les résultats de **Genena et al., (2008)**, les extraits de romarin ont un effet inhibiteur sur la croissance des bactéries à Gram négatives. En revanche, **Weckesser et al. (2007)**, indique que les extraits de romarin présentent principalement une activité contre les bactéries à Gram positives. Par ailleurs, **Makhloufi (2010)** trouve que l'extrait méthanolique du romarin, a un effet plus élevé sur *E.coli* qui est traduit par un diamètre de 34 mm avec une concentration de 500mg/ml. Cependant, Les résultats de **Celiktas et al. (2005)** indiquent que l'extrait méthanolique présente une faible activité sur les souches testées, l'activité antimicrobienne a révélé une faible activité contre *S. aureus*, tandis que les autres extraits étaient inactifs contre les autres micro-organismes.

Selon **Jianu et al. (2013)**, la plus grande zone d'inhibition a été observée dans le cas de *Shigella flexneri* (ATCC 12022) avec un diamètre de  $(26 \pm 0,19)$  mm lorsqu'une concentration de 20  $\mu$ L.

**Bogavac et al, (2017)** indiquant que les isolats cliniques présentaient une forte résistance aux antimicrobiens. Par ailleurs, le fait que les souches cliniques isolées d'*E. coli* I et d'*E. coli* II étaient résistantes aux antibiotiques commerciaux utilisés dans leur étude.

### 7.2.3. Evaluation de l'activité antifongique d'extrait méthanolique de *R.officinalis*.

Les champignons sont des champignons ascomycètes terricoles provoquant des maladies importantes sur plus de 400 espèces de plantes partout dans le monde. Il est à l'origine d'une maladie connue sous le nom de pourriture blanche. Le résultat est illustré dans la Figure 33.



*Candida albicans*

**Figure 33 .** Résultats de l'activité antifongique d'extrait méthanolique de *R.officinalis*

Les résultats ont démontré l'inefficacité de l'extrait de la plante étudiée dans l'inhibition du développement de la souche fongique testée, à savoir *C. albicans*. Ces résultats sont en accord avec l'étude menée par **Djabi et Khobizi (2018)**, qui ont également constaté que l'extrait aqueux de romarin avait un effet négligeable sur *Aspergillus niger* et nul sur les espèces de *Fusarium*. Cependant, leur étude a révélé un effet inhibiteur de l'extrait sur *Penicillium sp* et *Aspergillus flavus*, avec des taux d'inhibition variant entre 2 et 40%. L'extrait éthanolique de romarin a également présenté une activité inhibitrice sur *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* et *Penicillium sp*, avec des taux d'inhibition atteignant jusqu'à 49%. En revanche, il a stimulé la croissance des espèces de *Fusarium* par rapport au témoin contenant de l'éthanol seul.

**Bogavac et al.,(2017)** a montré une activité antifongique contre les deux isolats de *Candida* (1,2 à 5 mg/mL). l'activité était plus faible que celle des médicaments antifongiques testés, ce qui est similaire aux données récentes montrant que l'HE de romarin exprimé activité antimicrobienne sur les espèces de *Candida* à 1 mg/mL. De même, des effets spécifiques à la souche ont été observés pour le *Candida* isolats, à l'instar des recherches de **Pintore et al.**

**Ojaghian et al. (2014)** ont étudié l'activité antifongique des extraits de feuilles de romarin contre *Sclerotinia sclerotiorum*, un champignon provoquant la pourriture blanche sur diverses espèces de plantes. Leurs résultats ont montré que les extraits bruts de romarin avaient un potentiel pour réduire la gravité de la pourriture blanche de la carotte, avec une inhibition de la germination des sclérotés de 50,4%. Ils ont également constaté que la phase de contact des extraits de romarin était plus efficace que la phase volatile contre la croissance mycélienne du pathogène.

Dans une autre étude menée par **Ameziane et al. (2007)**, l'extrait chloroformique de *Rosmarinus officinalis* a montré une activité antifongique contre les principaux pathogènes fongiques des agrumes, notamment *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* et *Geotrichum candidum*. L'extrait

de romarin a inhibé la croissance de ces pathogènes, avec le *Penicillium digitatum* étant le plus sensible, suivi du *Penicillium italicum* et de *Geotrichum candidum*.

#### 7.2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne d'HE de *L.angustifolia* Mill

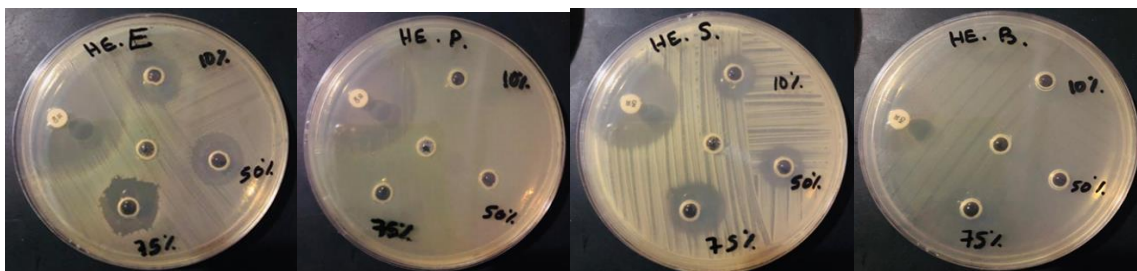
Les résultats, obtenus par la méthode de diffusion sur gélose sont réunis dans le **tableau 13** . Cette méthode montre que l'huile essentielle de *L.angustifolia* Mill présente une activité antibactérienne importante sur les souches testées, Cependant, les microorganismes étudiés n'ont pas manifesté la même sensibilité vis-à-vis de l'huile essentielle utilisée.

**Tableau 13.** Moyennes des diamètres de zone d'inhibition d'HE de *L.angustifolia* Mill sur des souches bactériennes utilisées

Souches utilisées	Inhibition microbienne			
	75%	50%	10%	CN
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	23	20	20	31
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	NI	NI	NI	32
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25932	23	19	17	28
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 25973	NI	NI	NI	21
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	NI	NI	NI	/

NI = No Inhibition, CN = Disques de gentamicine (CN) 30ug.

Dans notre étude, nous avons observé une forte activité de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* contre deux souches bactériennes, *S.aureus* et *E.coli* . Cependant, nos résultats ont montré l'absence de toute zone d'inhibition autour des disques pour *P.aeruginosa* et *Bacillus subtilis*. De plus, l'huile essentielle de lavande a démontré un effet notable sur la bactérie à Gram négatif (*E. coli*) dans toutes les concentrations testées. Cette observation est cohérente avec l'étude de **Lodhia (2009)**, qui a également rapporté un effet puissant de l'huile essentielle de lavande sur les organismes à Gram négatif dans toutes les concentrations étudiées.



*E.coli*

*P.aeruginosa*

*S.aureus*

*B.subtilis*

**Figure 34.** Zones d'inhibitions d'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* Mill sur les souches bactériennes testées

Plusieurs études ont confirmé la sensibilité accrue des bactéries Gram positives par rapport aux bactéries Gram négatives (**Guesmi et Boudabous, 2006 ; Bouzouita et al., 2008 ; Abdullah Ijaz et al., 2010**). **Chao et al. (2000)** ont expliqué que les bactéries Gram négatives possèdent une couche de peptidoglycane située entre la membrane plasmique et une couche externe composée de lipopolysaccharides et de protéines. Cette structure peut entraver l'interaction avec les huiles ou protéger la couche de peptidoglycane contre leur action. La présence d'une membrane externe de lipopolysaccharides (LPS) chez les bactéries Gram négatives constitue une barrière imperméable aux substances hydrophobes. En revanche, chez les bactéries Gram positives, la couche de peptidoglycane est exposée à l'extérieur, ce qui les rend plus susceptibles d'entrer en contact avec les huiles essentielles.

Dans l'étude menée par **Golshani et al. (2014)**, il a été observé que l'extrait d'éthanol a inhibé la croissance de diverses bactéries, notamment *P.aeruginosa*, *E. coli*, *Bacillus cereus* et *S. aureus*. De plus, l'augmentation de la concentration de l'extrait de méthanol a entraîné une augmentation de la zone d'inhibition observée, ce qui suggère une corrélation entre la concentration de l'extrait et son effet inhibiteur.

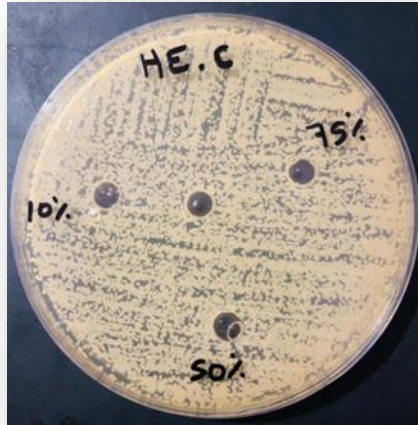
La sensibilité d'un microorganisme à l'huile essentielle dépend des propriétés de l'huile et le microorganisme (**Kalemba,2003**).

Nos résultats sont conformes à ceux de **Chahboun et al. (2015)** et **Jianu et al. (2013)**, qui ont constaté une sensibilité importante de *Staphylococcus aureus* à l'huile essentielle de lavande.

L'activité antimicrobienne de cette huile essentielle est due principalement à sa richesse en constituants suivants : L'eucalyptol, le camphre, le bornéol et les esters. En effet, tous ces composés sont connus pour leurs propriétés antimicrobiennes (**Chahboun et al, 2015**) .

#### **7.2.5. Evaluation de l'activité antifongique d'HE de *L.angustifolia* Mill**

*Candida albicans* est un agent pathogène opportuniste responsable d'environ 60 % des infections superficielles et systémiques (**Laib, 2012**). Le résultat est illustré dans la Figure (figure35).



*Candida albicans*

**Figure 35.** Résultats de l'activité antifongique d'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* Mill.

Nos résultats montrent que l'huile de la plante étudiée est inefficace dans l'inhibition du développement des souches testées, cependant l'étude menée par **Laib, I. (2012)** indique que l'huile de lavande présente à la fois une activité fongistatique, et fongicide, vis-à-vis de *C. albicans*. De plus, elle empêche la formation des tubes germinatifs, une étape cruciale dans la transition vers la forme filamentaire du champignon.

L'étude de **Laib, I. (2012)**, révèle que l'huile de lavande présente à la fois une activité fongistatique (inhibe la croissance du champignon) et fongicide (tue le champignon) contre *C. albicans*. Elle empêche également la formation des tubes germinatifs, une étape importante de la transition vers la forme filamentaire du champignon.

Dans l'étude menée par **D'Auria et al, (2005)** qui démontre l'effet cytocide contre *C. albicans* ATCC 3153 a été étudié en relation avec le temps d'exposition et concentration de la substance. À une concentration de 2%, l'huile essentielle tue 99% des cellules en 5 min et 100 % des cellules en 15 min. À une concentration de 0,5%, l'huile de lavande a tué 98% des cellules à l'intérieur 30 minutes.

De plus, l'huile de lavande semble efficace pour inhiber la formation des tubes germinatifs et réduire la croissance des hyphes de *C. albicans*, même à des concentrations plus faibles que celles nécessaires pour inhiber la levure. Cette capacité suggère que l'huile de lavande pourrait être un traitement prometteur contre le dimorphisme de *C. albicans*, ce qui pourrait potentiellement ralentir la progression de l'infection fongique et limiter sa propagation dans l'organisme.

Par ailleurs, *C. albicans* ATCC 3153, l'huile de lavande et le linalol inhibent complètement la formation des tubes germinatifs à une concentration de 0,062 %.

Pour résumer, les huiles essentielles sont riches en monoterpènes hydrocarbures, terpinènes qui sont dotés d'une grande activité antibactérienne contre les bactéries (Gram + et -) (Oyedeji et al., 2005). Ces composants chimiques exercent leur activité antimicrobienne sur les micro-organismes par la perturbation de l'intégrité membranaire (Knobloch et al., 1989).

L'analyse de l'activité antimicrobienne des extraits de romarin et de l'huile essentielle de lavande montre que ces substances peuvent être utiles dans la gestion de l'acné, bien que les souches bactériennes testées (*E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* et *Bacillus subtilis*) ne soient pas toutes directement liées à l'acné. Les extraits de romarin ont montré une activité modérée contre *E. coli*, ce qui suggère leur potentiel pour lutter contre d'autres bactéries cutanées telles que *Propionibacterium acnes*. L'huile essentielle de lavande a démontré une forte activité contre *S. aureus* et *E. coli*, la rendant utile pour traiter les infections secondaires de l'acné (Leyden, 2001). L'absence d'activité contre *P. aeruginosa* et *Bacillus subtilis* indique que l'huile de lavande n'est pas efficace contre toutes les bactéries, soulignant l'importance de cibler les traitements vers les bactéries spécifiques associées à l'acné. Comparée à la gentamicine, qui est plus efficace mais peut entraîner une résistance bactérienne à long terme, les extraits de plantes et les huiles essentielles offrent des alternatives naturelles moins susceptibles de provoquer une résistance. Les résultats suggèrent que l'utilisation d'extraits de romarin et d'huile essentielle de lavande pourrait être intégrée dans des formulations de soins de la peau, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour confirmer leur efficacité contre *Propionibacterium acnes* et améliorer les formulations thérapeutiques (Korting et Schöllmann, 2009).

## 8. Formulation du produit anti acnéique .

La crème obtenue est verdâtre (sans colorant), fluides et stable jusqu'à deux mois. Elles avaient une très bonne sensation au toucher avec un aspect matte, un très bon étalement et une très bonne pénétration après application à la main.

Les émulsions sont potentiellement utilisées en cosmétiques, pour cela nous avons choisi comme forme galénique une crème. En plus de la disponibilité des matières premières nécessaires à leur préparation. Les crèmes aqueuses tendent à être préférées par les patients car elles sont facilement applicables, rafraîchissent et pénètrent bien la peau grasse qui est caractérisée par une production excessive de Sébum

Le grand avantage des émulsions est qu'elles sont bien tolérées par la peau car leur composition est très proche de celle du film hydrolipidique de l'épiderme. Plus de 90% des formules de soins ont pour

base l'émulsion et les crèmes sont une des formes émulsionnés, préparées dans notre travail (Rita. 2007).



**Figure 36.** La crème prototype (**original**)

## Conclusion

Etant donné la toxicité et/ou les effets secondaires indésirables des molécules de synthèse ainsi que la résistance de certains germes microbiens face aux médicaments existants et avec la croissance de l'intérêt pour les produits biologiques et naturels, les huiles essentielles (HE), des plantes qui contiennent des composés bioactifs synthétisés, pourraient être utilisés dans l'industrie agroalimentaire ainsi que dans les produits cosmétiques en tant qu'antiseptiques et/ou antioxydants (ou conservateurs). En effet, compte tenu de leur meilleure biocompatibilité on observe une demande croissante des produits d'origine naturelle.

La présente étude avait pour objectif la réalisation du criblage phytochimiques et l'évaluation de l'activité biologique des deux plantes aromatiques de même famille, récoltées dans différentes régions en Algérie, Il s'agit *Lavandula angustifolia* Mill et *Rosmarinus officinalis* qui poussent spontanément à Skikda et à Tbessa respectivement. Dans le cadre de notre étude, notre objectif principal était d'extraire les composés phénoliques du romarin et l'huile essentielle de lavande. Nos résultats montrent que nos plantes contiennent toutes des composés phénoliques, l'espèce *Rosmarinus officinalis* étant particulièrement riche en flavonoïdes. La détermination du rendement en extrait brut et en flavonoïdes, obtenue par macération dans le méthanol, a révélé un taux de rendement de 19,13 % et 2,3 % respectivement. La quantification a révélé que le romarin est riche en polyphénols et flavonoïdes. Quant au rendement en huile essentielle, obtenu par hydrodistillation, il s'est élevé à 4,91 %. Il convient de noter que ce rendement peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que le type de matière végétale, le cycle végétatif, les conditions climatiques, la nature du sol, ainsi que les méthodes de récolte, de stockage et d'extraction.

Notre étude nous a permis de déterminer l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de lavande et de l'extrait méthanolique de romarin contre quatre bactéries pathogènes et un champignon, en utilisant la méthode de diffusion sur gélose. Les résultats suggèrent que l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* présente une forte activité antimicrobienne contre les deux souches [*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*], tandis que l'extrait méthanolique de *Rosmarinus officinalis* a montré une inhibition sur la souche [*E. coli*]. Contrairement à ce que de nombreuses études ont confirmé concernant l'activité antifongique, nous avons constaté que les extraits des deux plantes sont inactifs contre la souche fongique testée.

L'activité antioxydant est évaluée en utilisant le test de piégeage des radicaux libres DPPH. L'huile essentielle de *Lavandula officinalis* a montré une activité antioxydant avec un  $IC_{50}=30\pm 2$  ug / ml, Alors que l'extrait brut de *Rosmarinus officinalis* montre un potentiel de piégeage des radicaux DPPH

avec une valeur d'IC50 égale à  $40 \pm 3$  ug / ml. Il apparaît que ces plantes présentent des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes intéressantes. En conclusion, notre étude souligne le potentiel de la *L.officinalis* et *R.officinalis* comme source de composés bioactifs, notamment dans le domaine de la phytothérapie. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer pleinement leurs propriétés thérapeutiques et leur utilisation potentielle dans le traitement des maladies.

## **Bibliographique**

### **A**

**Abbou, H., Benabida, W. (2017).** Mémoire Thème Activité antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A. 73.

**Abdayem R. & Haktek M. (2018)** Barrière épidermique, *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 145, 293- 301.

**ABDULLAH IJAZ. H; FAROOG. A; CHATHA. S.A; JABBAR. A; MAHBOOB. S, POONAM. S.N., 2010.** *Rosmarinus officinalis* essential oil. *Journal of microbiology*, 41, 1070-1078.

**AFNOR, (2000).** Association française de normalisation. Normes françaises : huile essentielle. Ed. Afnor, Paris.

**Akroum S. (2006).** Étude des propriétés biochimiques des polyphénols et tannins issus de *Rosmarinus officinalis* et *Vicia faba* L. Activités biologiques.

**Akroum S. (2008).** Inhibition de quelques bactéries pathogènes par les extraits éthanoliques de *Rosmarinus Officinalis*

**Ameziane N, Boubaker H, Boudyach H, Msanda F, Jilal A et Benaoumar A-A, 2007.** Antifungal activity of Moroccan plants against citrus fruit pathogens. *Agronomy for sustainable development*. Vol 27, n°3. p 273-277

**Arowojolu AO, Gallo MF, Lopez LM, Grimes DA, Garner SE.** Combined oral contraceptive pills for treatment of acne. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 3: CD004425.

**Auguste S. (1862).** Dictionnaire d'étymologie française d'après les résultats de la science moderne.

### **B**

**Bachiri, L., Echchegadda, G., Ibjibjen, J., & Nassiri, L. (2016).** Étude Phytochimique Et Activité Antibactérienne De Deux Espèces De Lavande Autochtones Au Maroc : «*Lavandula stoechas* L. et *Lavandula dentata* L.». Vol. 12, No. 30. Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Meknès, Maroc.

**Bagatin E., de Freitas THP., Rivitti Machado MC., Ribeiro BM., Nunes S., da Rocha MAD. (2019)** Adult female acne: a guide to clinical practice, *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 94, 1, 62-75.

**Balouiri, M. (2011).** Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de trois extraits de Plantes Médicinales et Aromatiques cultivées dans le jardin de l'institut national des plantes médicinales et aromatiques - Taounate [Memoire de fin d'études, Institut National des Plantes Médicinales et Aromatiques, Taounate].

**Belili, R. 2019.** Etude de l'activité antibactérienne de deux huiles essentielles de *Lavandula angustifolia* Mill et *Pinus sylvestris* L et leur potentiel Synergique vis à vis des souches pathogènes : p19.20.

**Belmont, M. (2013).** *Lavandula angustifolia* M., *Lavandula latifolia* M., *Lavandula x intermedia* E.: ÉTUDES BOTANIQUES, CHIMIQUES ET THÉRAPEUTIQUES. Thèse de doctorat, UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER Faculté de Pharmacie de Grenoble.

**Benmehdi, H ; 2000 .** Valorisation des plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte. Thèse de magister. Chimie organique appliquée. Université de Tlemcen.

**Bessaguet F., Seuve E., Desmoulière A. (2022)** La peau, Actualités Pharmaceutiques, 615, avril, 57-61.

**Bettaieb Rebey, S., Bourgou, M., Saidani Tounsi, M. L., Fauconnier, R., & Ksouri, R. (2017).** Etude de la composition chimique et de l'activité antioxydante des différents extraits de la Lavande dentée (*Lavandula dentata*). Journal of New Sciences, 39(2). <https://www.jnsciences.org> (E-ISSN 2286-5314).

**Byrd A., Belkaid Y., Segre J. (2018)** The human skin microbiome, Nature Reviews / Microbiology, 16, 143-151.

**Blažeković B., Vlamidir-Knezevic S., Branter A., Stefan M .B.** 2010. Evaluation of Antioxidant Potential of *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. 'Budrovka': A Comparative Study with. Molecules 15(9): 5971-5987.

**Bogavac, M. A., Karaman, M. A., Suđić, J. J., Radovanović, B. B., Janjušević, L. N., Četković, N. B., & Tešanović, K. D. (2017).** Antimicrobial Potential of *Rosmarinus officinalis* Commercial Essential Oil in the Treatment of Vaginal Infections in Pregnant Women. Natural Product Communications, 12(1), 127-130.

**Botton B., Bertron A., Fevere M., Gauthier S., Guph D., Plarpent J., Reymond P., Sanglier J.J, Vaysser Y et Veau S. (1990).** Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle. Ed : Masson collection biotechnologies, Paris.

**Bouboual A. (2016)** Place et indications des rétinoïdes en dermatologie pédiatrique, Thèse de la Faculté de Médecine de l'Université de Mohammed V - Rabat.

**Boughendjioua, H. (2017).** Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivées dans la région de Skikda - Algérie. Vol. 86, Articles, p. 88-95.

**Bouguerra A et Zeghou K. (2009).** Etude des activités antioxydante et antibactérienne de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula stoechas* L. Mémoire d'ingénieur INATAA.

**Bousquet O. & Colombe PA. (2002)** Les kératines : un autre regard sur la biologie de la peau, Médecine/ Sciences, 18, 45-54.

**BOUZOUITA. N; KACHOURI. F; BEN HALIMA. M; CHAABOUNI. M.M., 2008.** Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. Journal of Société Chimique de Tunisie, 10, 119-125.

**Brand-Williams W., Cuvilier M. E., Bersaet C.** Use of a free radical method to evaluate antioxydant activity. Lebensmittel-Wissenschaft and technologie, Vol. 28, pp .25-30

**Braguini, W. L., Alves, B. B., & Pires, N. V. (2019).** Toxicity assessment of *Lavandula officinalis* extracts in Brine Shrimp (*Artemia salina*). January, 29(6), 1-32. DOI: 10.1080/15376516.2019.1567892

**Branisteanu DE, Toader MP, Porumb EA, Serban IL, Pinzariu AC, Branisteanu C, Vicovan A, Dimitriu A, Fartusnic IA, Boda D, Branisteanu DC, Brihan I, Nicolescu AC. (2022)** Adult female acne : Clinical and therapeutic particularities (Review), Experimental and Therapeutic Medecine, 23(2), 151.

## C

**Caprari, C., Fantasma, F., Monaco, P., Divino, F., Iorizzi, M., Ranalli, G., Fasano, F., & Saviano, G. (2023).** Chemical profiles, in vitro antioxidant and antifungal activity of four different *Lavandula angustifolia* L. essential oils. Molecules, 28(1), 392. <https://doi.org/10.3390/molecules28010392> .

**Cardia G.F.E ., Silva-Filho S.E., Silva E.L.,Uchida N.S.,Cavalcante H.A.O.,Cassarotti L.L., Cuman R.K.N. 2018.** Effect of Lavender (*Lavandulaangustifolia*) Essential Oil on Acute Inflammatory Response. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine , 10.

**Carmona-Cruz, Orozco-Covarrubias L., Saez-de-Ocaritz M. (2022)** The human skin microbiome in selected cutaneous diseases, Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12, 1-9.

**Carrasco A., Tomas V., tudela J., Miguel M. 2016.** Comparative study of GC-MS characterization, antioxidant activity and hyaluronidase inhibition of different species of Lavandula and Thymus essential oils. *Flavour and Fragrance Journal* 31(1) :57-69

**Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2006).** Bioactivity of Lavandula Essential Oils, Hydrosols and Plant Extracts. RIRDC (Rural Industries Research and Development Corporation), 1-30. Kingston, Australia

**CEDF (2012)** Collège des Enseignants de dermatologie de France, Item 232 : Dermatoses faciales : acné, *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 139, S 11, A192-A196.

**Celiktas. Y. O (2007);** Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of Rosmarinus officinalis, depending on location and seasonal variations; *Food Chemistry*, 100 553–559

**Chahboun N., Esmail A., Abed1 H., Barrahi M., Amiyare R., Berrabeh M., Oudda H et Ouhssine M. (2015),** Evaluation de l'activité bactériostatique d'huile essentielle de la Lavandula officinalis vis-à-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques, 1191

**CHAO. S.C; YOUNG. DG; OBERG. C.J., 2000.** Screening for activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. *Journal of Science of Essential oil research*, 12 (5), 639-649.

**Chessa MA., La Placa M., Patrizi A., Viridi A., Misciali C., Fedrizzi G., Filippi F., Saurat JH., Tengattini V., Caletti MT., Mazotti A., Sorg O., Fontao F., Kaya G., Neri I. (2021)** *European Academy of Dermatology and venereology*, 35, e97-e163.

**Cocan, I., Alexa, E., Danciu, C., Radulov, I., Galuscan, A., Obistioiu, D., Morvay, A.A., Sumalan, R.M., Poiana, M.A., Pop, G., Dehelean, C.A. (2018).** Criblage phytochimique et activité biologique d'extraits de plantes de la famille des Lamiacées. *Médecine expérimentale et thérapeutique*, 15, 1863-1870. <https://doi.org/10.3892/etm.2017.5640>

**Cunliffe WJ (1999)** Biochemistry of the pilosebaceous unit, in : *Acne*, Martin Dunitz Ed, CRC Press, 163-177.

## **D**

**Dall'Oglio F., Nasca MR., Florentini F., Micali G. (2021)** Diet and acne : review of the evidence from 2009 to 2020, *International Journal of Dermatology*, 60, 672-685.

- D'Auria, F. D., Tecca, M., Strippoli, V., Salvatore, G., Battinelli, L., & Mazzanti, G. (2005).** Antifungal activity of *Lavandula angustifolia* essential oil against *Candida albicans* yeast and mycelial form. *Medical Mycology*, 43(4), 391-396.
- Debray, M ; Jacquemin, H ; Razafindrambo, R. (1971).** Travaux et documents de l'orstom. (paris, n°8)
- Démarchez M. (2015)** L'épiderme et la différenciation des kératinocytes. *Biologie de la peau*, <http://biologiedelapeau.fr/spip.php?article10>, consulté le 20/02/24
- Dermatologie SF de. Lésions élémentaires de l'acné [Internet]. 2020** [cité 13 Mars 2024]. Disponible sur : <https://reco.sfdermato.org/fr/recommandations-acn%C3%A9/l%C3%A9sions-%C3%A9l%C3%A9mentaires>
- Despinasse Y. 2015 .** Diversité chimique et caractérisation de l'impact du stress hydrique chez les lavandes .Doctoral dissertation, Université Jean Monnet-Saint, Etienne,181 p .
- Djabi A et Khobizi B, 2018.** Étude de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de romarin sur la croissance de quelques champignons phytopathogènes. Mémoire de fin d'études en Protection des Végétaux. Université de Bouira. pp. 48-49.
- Dobros, N.; Zawada, K.; Paradowska, K.(2022).** Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of *Lavandula angustifolia* and *Lavandula x intermedia* Cultivars Extracted with Different Methods *Antioxidants* 11, 711. <https://doi.org/10.3390/antiox1104071>.
- Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J. (2003);** Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chem.* 83: 255-262
- Dréno B.** Physiopathologie de l'acné. *La Presse Médicale.* avr 2005;34(7):537-9.
- Dreno B. (2009)** Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes, *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 136, S247- S251.
- Dreno B., Araviiskaia E., Gontijo G., Sanchez Viera M., Xiang LF., Martin R., Bieber T. (2016)** Microbiome in healthy skin, update for dermatologists, *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 30, 2038-47.
- Dreno B., Bagatin E., Blume-Peytavi U, Rocha M., Gollnick H (2018b)** Female type of adult acne: Physiological and psychological considerations and management, *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 10, 1185-1194.

**Duarte, J.L.; Amado, J.R.R.; Oliveiraa, A.E.M.F.M.; Cruz, R.A.S.; Ferreira, A.M.; Soutou, R.N.P.; Falcão, D.Q.; Carrvalho, J.C.T.; Fernandes, C.P.** 2015. Evaluation of larvicidal activity of a nanoemulsion of *Rosmarinus officinalis* essential oil.

**Dunyach-Remy C., Sotto A., Lavigne J-P. (2015)** Le microbiote cutané : étude de la diversité microbienne et de son rôle dans la pathogénicité, *Revue Francophone des Laboratoires*, 45, 469, 51-58.

## **E**

**EL Kamli, T. Errachidi, F. Eloutassi, N. Majid, H. Chabir, R et Bou, A (2017)** Comparaison Quantitative Et Qualitative Des Huiles Essentielles De *Rosmarinus Officinalis* Obtenues Par Différentes Méthodes (en ligne) .13(21), ISSN: 1857 – 7881. Disponible sur <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0493122>

**Ellero-Simatos S. (2013)** L'hypoderme : le tissu adipeux, <https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article28>, consulté le 27/02/24.

**Erkan, N., Ayranci, G., Ayranci, E. (2008)**; Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.). Extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chem.* 110: 76-82.

## **F**

**Fadili, K., Amalich, S., N'dedianhoua, S.K., Bouachrin, M., Mahjoubi, M., Elhilali, F., Zair, T. (2015).** Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc: *Rosmarinus officinalis* et *Thymus satureioides*. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 17, 24-33.

**Fakhouri T, Yentzer BA, Feldman SR.** Advancement in benzoyl peroxide-based acne treatment: methods to increase both efficacy and tolerability. *J Drugs Dermatol* 2009; 8: 657–61.

**Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karay- Bouaroui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara Cardunculus* L. Organs, and their biological activities. *C. R. biologies.* 331 : 372-379

**FEA (s.d.)** Formation-Expertise-Analyse, Industrie Cosmétique et Parfumerie, Glandes sébacées et sébum, <http://www.fea-sas.com/sebum.php> consulté le 09/03/24.

**Ferrari, J. (2002)** Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire des Thymelaeaceae et investigation phytochimique de l'une d'elles: *Gnidia involucrata* Steud. ex A. Rich. Thèse de doctorat. Lausanne.

**Florine Harnist, (2013).** L'huile essentielle de lavande officinale: état des connaissances sur ses potentialités thérapeutiques. mémoire de diplôme d'état de docteur en pharmacie, université de Strasbourg, p. 18-19.

**Fukushima Y., T- Ohie Y., Yonekawa K., Yonemoto H., Aizawa Y., Mori M., Watanabe M., Takeuchi M., Hasegawa C., Taguchi Kondo K. (2009).** "Coffee and green tea as a large source of antioxidant polyphenols in the Japanese population." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(4) : 1253-1259.

## **G**

**Garner S.** Acne vulgaris. In: Williams H, ed. Evidence-based dermatology. London: BMJ Books, 2003, 87–114.

**Garnier G., Bezanger-Beauquesne L., Debraux G., 1961.** *Resources Médicinales de la Flore Française*, Tome II. Ed Vigot Freres, Paris.

**Garner S.** Acne vulgaris. In: Williams H, ed. Evidence-based dermatology. London: BMJ Books, 2003, 87–114.

**Gazeilles L (2010)** Analyse fonctionnelle des différentes isoformes codées par le gène Dermokine, Thèse de l'Université de Toulouse.

**GENENA. A.K; HENSE. K; SMÂNIA JUNIOR. A; SOUZA. S.M., 2008.** Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), a study of the composition, antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained with supercritical carbon dioxide. *Journal of Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 28 (2), 463-469.

**Gollnick H, Cunliff e W, Berson D,( 2003).** Management of acne: a report from a Global Alliance to Improve Outcomes in Acne. *J Am Acad Dermatol* 2003; 49: S1–37.

**Golshani, Z., & Sharifzadeh, A. (2014).** Evaluation of Antibacterial Activity of Alcoholic Extract of Rosemary Leaves against Pathogenic Strains. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 16(3), 12-15. Retrieved from [www.zjrms.ir](http://www.zjrms.ir)

## **H**

**Harlay A., Huard A., Ridoux L., Rolland V.,** Guide du préparateur en pharmacie.

Edition Masson, Condé sur Noireau. 2004. p.794

**Harouz-cherifi, Z.;Habbi-cherifi, A.** 2015. Etude de l'efficacité acaricide de deux plantes : le romarin et l'armoise sur *Varroa destructor* parasite de l'abeille locale. s.l. : IIIème congrès International de Biotechnologie et V IIIème congrès International de Biotechnologie et Valorisation International de Biotechnologie et Valorisation des alorisation des Bio- ation des Bio- Ressources, 2015.

**Helmut G.** (1996).Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen.

**Hua L., Xiaoyu W., Peihong L., Hua W. (2008).** Comparative study of antioxidant activity of grape (*Vitis Vinifera*), seed powder assessed by different methods. *Journal of food drug analysis*, 16(6), 67-73

**Huguet M.** (2008). La route des épices.

**Hui Y** (2010), *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*.

## **I**

**Ibañez E., Kubátová A., Señoráns F.J., Cavero S., Reglero G. et Hawthorne S.B.** (2003). Extraction à l'eau sous-critique des composés antioxydants des plantes de romarin. *Journal de chimie agricole et alimentaire.*, 51 (2): 375-382

**INTERNATIONAL STANDARD** , (2002). ISO 3515: Oil of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.)

## **J**

**Jianu, C., Pop, G., Gruia, A. T., & Horhat, F. G. (2013).** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of lavender (*Lavandula angustifolia*) and lavandin (*Lavandula x intermedia*) grown in Western Romania. *International Journal of Agriculture & Biology*, 15(4), 772–776.

**Juergens, U. (2014).** Anti-inflammatory properties of the monoterpene 1.8-cineole: current evidence for co-medication in inflammatory airway diseases. *Drug Research*, 64(12), 638-646

## **K**

**Kalemba D. et Kunicka A. (2003).**Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry* 10: 813-829.

**Kalinda, R. S., & Rioba, N. B. (2020).** Phytochemical Analysis and Efficacy Of Rosemary (*Rosmarinus Officinalis*) and Mint (*Mentha Spicata*) Extracts Against Fall Armyworm (*Spodoptera Frugiperda*) on Baby Corn (*Zea Mays*). *Acta Chimica Malaysiana*, 3(1), 10.2478/acmy-2020-0011.

**Kaloustian, J., Chevalier, J., Mikail, C., Martino, M., Abou, L., & Vergnes, M.-F. (2008).** Étude de six huiles essentielles : composition chimique et activité antibactérienne. Université de la Méditerranée, France. *Phytothérapie*, 6, 160–164. DOI: 10.1007/s10298-008-0307-1.

**Kaloustian, J., Hadji-Minaglou, F. (2012).** La connaissance des huiles essentielles qualilogie et aromathérapie. Paris: Edition Springer

**Kansole, M. M. R., Hilou, A., Millogo, J., & Nacoulma, O. (2015).** Ethnobotany and Ethnopharmacognosy of Lamiaceae Species from Central Burkina Faso: *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposita* Vahl and *Orthosiphon pallidus* Royle Ex Benth. *American Journal of Ethnomedicine*, 2(4).

**Karimi, G et al (2014).** Protective effects of aqueous and ethanol extracts of rosemary on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced oxidative DNA damage in human lymphocytes by comet assay (En ligne). *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 11(1), pages 27-33. Disponible sur <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm&ogbl#inbox/FMfcgxwHNqNqJxTWJWPSRICSPgMzSfsr>

**Karumi Y ; ogugb ouaja; v.o (2004).** Identification des principes actifs de l'extrait de feuille de balsamina (pomme baumier). *J .med.scien . 4* : 179-182

**Kazuya, M.; Kazuma, N.; Masato, K.; Mariko, O.; Naoko, W.; Katsumasa, O.; Hideaki, M. 2012.** Promotion of Hair Growth by *Rosmarinus officinalis* Leaf Extract.

**Knobloch, K.A., Pauli, B., Iberl, H., Weigand, N., Weis. 1989.** Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *J. of Ess. Oil Res.* 1: 119-123.

**Korting, H. C., Schöllmann, C. (2009).** Current Topical and Systemic Approaches to Treatment of Acne. *Dermatology Research and Practice*, 2009, Article ID 876437. DOI: 10.1155/2009/876437

**Kutlu Ö., Karadağ A., Wollina U. (2022)** Adult acne versus adolescent acne: a narrative review with a focus on epidemiology to treatment, *Anais Brasileiros de Dermatologia*, in press. <https://doi.org/10.1016/j.abd.2022.01.006>

## **L**

**Ladizinski B., Mc Lean R., Lee K, Elpern D., Eron L. (2014)** The human skin microbiome, International Journal of dermatology, 53, 1177-9.

**Lagnika. (2005).** Etude phytochimique et activité antipaludique de substances naturelles issues de plantes Béninoises. Thèse de Doctorat Université de Louis Pasteur de Strasbourg/Université d'Abomey-calavi, Bénin.

**Laib I., Barkat M. 2011.** Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs seches de lavandula officinalis, 89-101.

**Laib I et Barkat M. (2011).** Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de Lavandula officinalis, Revue de génie industriel, 6, 46-54.

**LAIB, I., et BARKAT, M. (2011).** Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de Lavandula officinalis.

**LAIB, I. (2012).** Étude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de Lavandula officinalis : application aux moisissures des légumes secs. Revue "Nature & Technologie", n° 07/Juin, pp. 44-52.

**Leyden, J. J. (2001).** Therapy for Acne Vulgaris. New England Journal of Medicine, 336(16), 1156-1162. DOI: 10.1056/NEJM200104193441606.

**Lhuillier, A. (2007)** Contribution a l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : Agauria salicifolia Hook.f ex Oliver, Agauria polyphylla Baker (Ericaceae), Tambourissa trichophylla Baker (Monimiaceae) et Embelia concinna Baker (Myrsinaceae). Thèse de doctorat. Toulouse.

**Lodhia, M. H., Bhatt, K. R., & Thaker, V. S. (2009).** Antibacterial Activity of Essential Oils from Palmarosa, Evening Primrose, Lavender, and Tuberose. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, 71(2), 135.

**Luxita, S., Meghna, C., and Puneeta, A., (2019).** Health benefits of lavender (Lavandula angustifolia). International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education, 4(1), 1274-1277.

## **M**

**Machado, D.G.; Cunha, M.P.; Neis, V.B.; Colla, A.R.; Grando, J.; Brocardo, P.S.; Bettio, L.E.B.; Dalmarco, J.B.; Rial, D.; Prediger, R.D.; Pizzolatti, M.G.; Rodrigues, A.L.S.. 2012** Rosmarinus officinalis L. hydroalcoholic extract, similar to fluoxetine, reverses depressive-like behavior without altering learning deficit in olfactory bulbectomized mice. s.l. : ELSEVIER.

**Madadori m.k.** 1982- Les plantes médicinales .Guides vert .Salar.624p.

**Makhloufi A.** 2009- Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar(*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Mémoire doctorat. Université Aboubaker Belkaid Bechar, 136p.

**Makhloof A.,** « Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux Plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (matri caria : Pubescents (des.) Et *Rosmarinus officinalis* l) et leur impact sur la conservation des Dattes et du beurre cru » ; thèse de doctorat ; université d'Boubaker belkaid.

**Marouf A. and Reynaud J.** **La botanique de A à Z** 1662 définitions. Belgique. 2008 : 177-283 .  
Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales, 3eme édition, Tec et Doc (ED). Paris. 1999 : 658.

**Martini M-C.** Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie. Cachan, France:

Éd. Médicales internationales : Lavoisier; 2011. 500 p.

**Maud,B,(2013).** (Thèse de doctorat) *Lavandula angustifolia* M., *Lavandula latifolia* M., *Lavandula x intermedia* E.: ÉTUDES BOTANIQUES, CHIMIQUES ET THÉRAPEUTIQUES.p:20 – 21.

**Mata, A.T., Proenc, C., Ferreira, A.R., Serralheiro, M.L.M., Nogueira, J.M.F., Araujo, M.E.M.** (2007) Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food Chem.* 103: 778-786.

**Mathias M.,** 2008- Filière plantes aromatique et à parfum. Fiche technique de Lycée Agricole de Rivesaltes, 8p.

**Messaili .b** .1995 . Systématique spermaphytes. Botanique .O.P.U.Alger .p63.

**Midoun-Mouaci N. (2008)** L'acné : de la clinique au traitement, Med'Com.

**Mohammedi Z et Atik F. (2011).** *Nature & Technologie*, 6, 34-39.

**Mokni M. & Abdelhak S. (2014)** Flore cutanée, microbiote et microbiome, in : *Dermatologie Infectieuse*, Mokni, Dupin, del Guiduce Eds, Elsevier Masson, 1-4.

**Mostefai A.,** 2012- Contribution à une étude morphométrique de *Rosmarinus officinalis* L (*Lamiacées*) dans la région de Tlemcen. Mémoire Master. Université Abou beker Belkaid, 100p.

**Mouas, Y., Benrebiha, F. Z., & Chaouia, C. (2017b).** Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *Rosmarinus officinalis* L. Université de Blida1. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. *Revue Agrobiologia*, 7(1), 363-370.

## **N**

**Niel, M. (2016).** Traitement de l'acné par la phytothérapie et l'aromathérapie.(Thèse de doctorat, Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie). Université de Bordeaux.

## **O**

**Ojaghian M-R, Chen Y, Chen S, Cui Z-Q, Xie G-L et Zhang J, 2014.** Antifungal and enzymatic evaluation of plant crude extracts derived from cinnamon and rosemary against *Sclerotinia carot* rot. *Annals of applied biology*. Vol 164, n°3. p 415-429.

**Okamura N., Haraguchi H., Hashimoto K., Yaghi A. (1994).** Flavonoids in *Rosmarinus officinalis* leaves. *Phytochemistry*, 37 (5): 1463-1466.

**O.P.U.NT.WS.Benston,** Fleurs algériennes.P54

**Oyedeji OA., Adeniyi BA., Ajayi O. and Konig WA., 2005.** Essential oil composition of *Piper guineense* and its antimicrobial activity. Another chemotype from Nigeria. *Phytotherapy Research*. 19: 326-364

**Ozolins M, Eady EA, Avery AJ, et al.** Comparison of five antimicrobial regimens for treatment of mild to moderate inflammatory facial acne vulgaris in the community: randomized controlled trial. *Lancet* 2004; 364: 2188–95.

## **P**

**Pappas A., Johnsen S., Liu JC., Eisinger M. (2009)** Sebum analysis of individuals with and without acne, *DermatoEndocrinology*,1, 3, 157-161.

**Pintore G, Marchetti M, Chessa M, Sechi B, Scanu N, Mangano G, Tirillini B. (2009)** *Rosmarinus officinalis* L.: Chemical modifications of the essential oil and evaluation of antioxidant and antimicrobial activity. *Natural Product Communications*, 4, 1685-1690.

**Pochi PE, Shalita AR, Strauss JS, Webster SB, Cunliffe WJ, Katz HI, et al. Report of the Consensus Conference on Acne Classification. Washington, D.C., March 24 and 25, 1990.** *J Am Acad Dermatol*. 1991;24:495-500.

**Prost-Squarcioni C., Fraitag S., Heller M., Boehm N. (2008)** Histologie fonctionnelle du derme, *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 135, 5-20.

## **Q**

**Quezel P. et Santa, S.**, 1963. La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II. Ed CNRS. Paris. 360-361 p.

**Quezel P. et Santa S.**, 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome I. Ed CNRS. Paris. 565p.

**Quezel.P. et Santa s**, 1963 -Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R.Sc. Paris.781-783-793p.

**Quezel, P., santa, S.** (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertique. Edition du centre national de la recherche scientifique, paris.

## **R**

**Rademaker M.** Adverse effects of isotretinoin: a retrospective review of 1743 patients started on isotretinoin. *Australas J Dermatol* 2010; 51: 248–53.

**Radušienė, J., Karpavičienė, B., & Stanius, Ž. (2012).** Effect of external and internal factors on secondary metabolites accumulation in St. John's wort. *Botanica Lithuanica*, 18(2), 101-108. <https://10.2478/v10279-012-0012-8>

**Rameau J., Mansion D., Dumé G. (2008).** Flore forestière française : Région méditerranéenne.

**RAMOUL,L.(2022).** Extraction des métabolites bioactifs à partir de *Mentha pulegium* et *Lavandula angustifolia* Mill et mise en évidence de leurs activités biologiques; anti-oxydante et antibactérienne.(Mémoire de Master Professionnel). Université Frères Mentouri-Constantine 1:p 9.

**Rao L., Meenakshi S., Raghavan B., Abraham K.O. (1998).** Rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.): Impact of drying on its flavor quality. *Journal of Food quality* v(21), issue 2 : 107-115p

**Revuz J. (2010)** Acné chez la femme adulte, *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 137 Supplément 2, 57-59.

**Richter C., Trojahn C., Hillmann K., Dobos G., Kanti V., Vogt A., Blume-Peytavi U., Kottner J. (2017)** Sensitivity to change of the Dermatology Life Quality Index in adult females with facial acne

vulgaris: a validation study, *Journal of European Academy of Dermatology and Venereology*, 31, 1, 169-174.

**Rios ,j.L , Recio ,M.C** (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity .*Journal of Ethnopharmacology* 100, 80-84

**Rizk, A.M. (1982)**. Constituents of plants growing in Qatar. *Fitoterrapia*, 52(2): 35-42.

## **S**

**Schrom KP, Ahsanuddin S, Baechtold M, Tripathi R, Ramser A, Baron E. (2019)** Acne Severity and Sleep Quality in Adults, *Clocks & Sleep*, 1(4), 510-516.

**Shamloul G. & Khachemoune A. (2020)** An updated review of the sebaceous gland and its role in health and diseases Part 1: Embryology, evolution, structure, and function of sebaceous glands, *Dermatologic Therapy*, 34: e14695, 1-4.

**Schechter A., Birnbaum L., Ryan JL., Constable JD. (2006)** Dioxins: an overview, *Environmental Research*, 101, 419-428.

**SILBERFELD, T. et REEB, C.**,« guide des plantes mellifères », Ed. delachaux et nislé, (2013), 255p.

**Silva G.L.,Luft C ., Lunardelli A ., Amaral R.H ., Melo D.A ., DonadioM .,Oliveira J.R .** 2015. Antioxidant, analgesic and anti-inflammatory effects of lavender essential oil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87(2) : 1397-1408.

**Simonart T, Dramaix M.** Treatment of acne with topical antibiotics: lessons from clinical studies. *Br J Dermatol* 2005; 153: 395–403.

**s.n. (2005)** Structure des annexes cutanées, *Annales de Dermatologie et de Venereologie*, 132, 11, 33-46

**Su, X., Duan, J., Jian, Y., Shi, J., Kakuda, Y. (2006)**. Effect of soaking conditions on the antioxidant potentials of Oolong tea's food composition *Anal.* 19: 348- 353.

## **T**

**Tremblin, M. (2016)**. *Abrégé de biochimie appliquée - 2e édition*. France EDP Sciences.

**Tuchayi S., Makrantonaki E., Ganceviciene R., Dessinioti C., Fledman S., Zouboulis C. (2015)** Acne vulgaris, *Nature Reviews*, 1, 1-20.

**Titus S, Hodge J. Diagnosis and treatment of acne. Am Fam Physician. 2012;86(8):735.** Accessed July 11, 2019. <https://www.aafp.org/afp/2012/1015/p734.html>

## V

**Vanaclocha ,B ,Canigueral , S (2003)** Fytotérapie , In Rios , ,j.L , Recio ,M.C (2005). Medicinal plants and antimicrobiol activity .journal of Ethnopharmacology 100, 80-84

**VERBIOS, S.**«la phytothérapie », Ed. Eyrolles, (2015), 189p.

**Vietri Rudan M. & Watt FM. (2022)** Mammalian Epidermis: A Compendium of Lipid Functionality, *Frontiers in Physiology*, 12, 804824,1-25.

**Vexiau P., Chivot M. (2002)** Acné féminine : maladie dermatologique ou maladie endocrinienne ? *Gynécologie, Obstétrique & Fertilité*, 30, 11-21.

## W

**Whitehead, S. R., Schneider, G. F., Dybzinski, R., Nelson, A. S., Gelambi, M., Jos, E., & Beckman, N. G. (2022).** Fruits, frugivores, and the evolution of phytochemical diversity. *Oikos*, 2022(2). <https://doi.org/10.1111/oik.08332>

**Wessels F, Anderson AN, Kropman K.** The cost-effectiveness of isotretinoin in the treatment of acne. Part 1. A meta-analysis of effectiveness literature. *S Afr Med J* 1999; 89: 780–84.

**Williams, H. C., Dellavalle, R. P., & Garner, S. (2012).** *Acne vulgaris*.379(9813).361–372

**Wojdylo, A., Oszmianski, J., Czemerzys, R. (2007).** Antioxidant activity and phenolic Compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry* 105: 940–949

## Y

**Yang J, Yang H, Xu A, He L. (2020)** A Review of Advancement on Influencing Factors of Acne: An Emphasis on Environment Characteristics. *Front Public Health*, 8, article 450.

**Yang R., Lin S., Kuo G. (2008).** Content and distribution of flavonoids among 91 edibles plant species. *Asia of pacific journal of clinical nutrition*. 17 (S1): 275-279

**Yentzer BA, McClain RW, Feldman SR.** Do topical retinoids cause acne to “flare”? *J Drugs Dermatol* 2009; 8: 799–801.

**Zaouali, Yosr, Taroub Bouzaine, and Mohamed Boussaid.** "Essential oils composition in two *Rosmarinus officinalis* L. varieties and incidence for antimicrobial and antioxidant activities." *Food and Chemical Toxicology*, vol. 48, 2010, pp. 3144-3152.

## **Z**

**Zaouali Y, Chokri M et Boussaid M,** 2003. Diversité génétique des populations naturelles de *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) en Tunisie. *Ecologia mediterranea: International Journal of Mediterranean Ecology*, tome 29 n°2. ISSN 1775-4100. p 202.

**Zeghad N.** 2008. Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire magister. Université Mentouri Constantine, 96p.

**Zhao, H., Dong, J., Lu, J., Chen, J., Li, Y., Shan, L., Lin, Y., Fan, W., & Gu, G. (2006).** Effects of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for free phenolic compounds in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 7277-7286. <https://doi.org/10.1021/jf061087w>

**Zoubiri, S.** 2000. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* par chromatographie en phase gazeuse. Mémoire d'ingénieur d'état en agropastoralisme

**Zouboulis C., Baron JM., Böhm M., Kippenberger S., Kurzen H., Reichrath J., Thielitz A. (2008)** *Frontiers in sebaceous gland biology and pathology. Experimental Dermatology*, 17, 542-551.

**Zouboulis C. (2020)** *Endocrinology and immunology of acne : two sides of the same coin, Experimental Dermatology*, 29, 840-59.

## Sites

Site1: <https://riversidegardencentre.com/plants-and-seeds/lavender/herbs/lavandula-angustifolia>(dernière consultation : 6 mars 2024).

Site2 :<http://reco-plantes-fraiches.servhome.org/Reconnaitre/Lavande/Lavande.htm> (dernière consultation : 6 mars 2024).

Site 3: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/what-type-of-skin-do-i-have> , consulté le 15/04/2023, 19:02.

Site 4: <https://skinkraft.com/blogs/articles/different-skin-types-how-to-know-your-skin-type> , consulté le 15/04/2023,19:06.

Site 5: <https://www.bebeautiful.in/all-things-skin/everyday/5-different-types-of-skin-and-how-to-take-care-of-each> , consulté le 15/04/2023, 19:08.

Site6: <https://www.today.com/style/5-different-skin-types-which-type-skin-do-you-have-t152786> , consulté le 15/04/2023, 19:10.

Site 7: US Food and Drug Administration. Protecting yourself. <http://www.fda.gov/buyonline/accutane> (accessed Feb 12, 2010).

Site 8: Qu'est-ce que l'aromathérapie ? [Internet]. VIDAL. [cité 26 mars 2023]. Disponible sur : [https://www.vidal.fr/parapharmacie/utilisation/bon-usage-phytotherapie\\_plantes/aromatherapie.html](https://www.vidal.fr/parapharmacie/utilisation/bon-usage-phytotherapie_plantes/aromatherapie.html)

Site 9: "Lavandula angustifolia Mill. / Lavande." Préservons la Nature, <https://www.preservons-la-nature.fr/flore/taxon/2760.html>. Accessed 31 May 2024.

## ANNEXES

## Annexe I

## a. Matériels utilisés

Appareils utilisés	Photos originale
Bain-marie de type MEMMERT (photo originale)	 A stainless steel Memmert water bath is shown on a wooden surface. The top panel features a digital display showing "25.0 °C" and the Memmert logo. A black knob is visible on the left side of the front panel.
Balance analytique(photo originale)	 A white Ohaus analytical balance is shown. The weighing pan is open, and the control panel with various buttons and a display is visible. The brand name "OHAS" is printed on the top left of the control panel.

MEMMERT type water bath





Évaporateur rotatif de type Büchi Rotavapor R-200 (photo originale)



Spectrophotométrie à transmission moléculaire RAY LAIGH VIS-723N (photo originale)



Appareil de réfractomètre (photo originale)	
Burette (photo originale)	

Verreries et accessoires utilisés	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fioles,</li> <li>-Eprouvette de 10 ml,</li> <li>-Becher (petit et grands),</li> <li>-Ciseaux,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Papier aluminium,</li> <li>-Tube à essai,</li> <li>-Gante,</li> <li>- papier filtre</li> </ul>

b. Les réactifs chimiques utilisé:

Réactifs	Formule chimiques
-Chlorure de fer anhydre	FeCL3
- Hydroxyde de sodium	NaOH
- Acide chlorhydrique	HCl
- Chloroforme	CHCl3
-Ammoniaque	NH3

-Acide sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
-Hydroxyde de potassium	KOH
-sulfate de cuivre	CuSO <sub>4</sub>
-Méthanol	CH <sub>3</sub> OH
-Acétate d'éthyle	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
-acide phosphotungstique	H <sub>3</sub> PO <sub>12</sub> O <sub>40</sub>
-Phénolphtaléine	C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>
- Éthanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O



## Annexe II



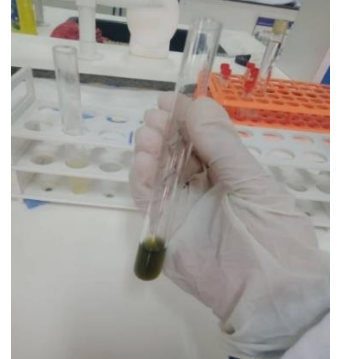



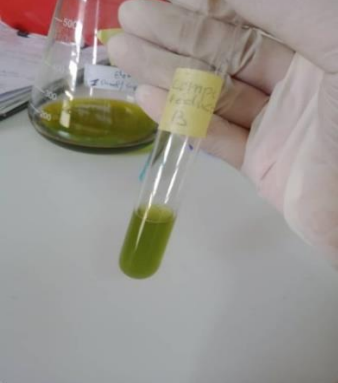



Réactifs et réaction de caractérisation Les réactifs utilisés lors des tests phytochimiques sont les suivants :

- Réactif d'amidon : Dissoudre 1,2 g d'iode dans 50 ml d'eau distillée contenant 2,5g d'iodure de potassium. Chauffer dans un bain marie 5 ml de la solution à tester avec 10 ml d'une solution de NaCl saturée jusqu'à ébullition.

## Annexe III

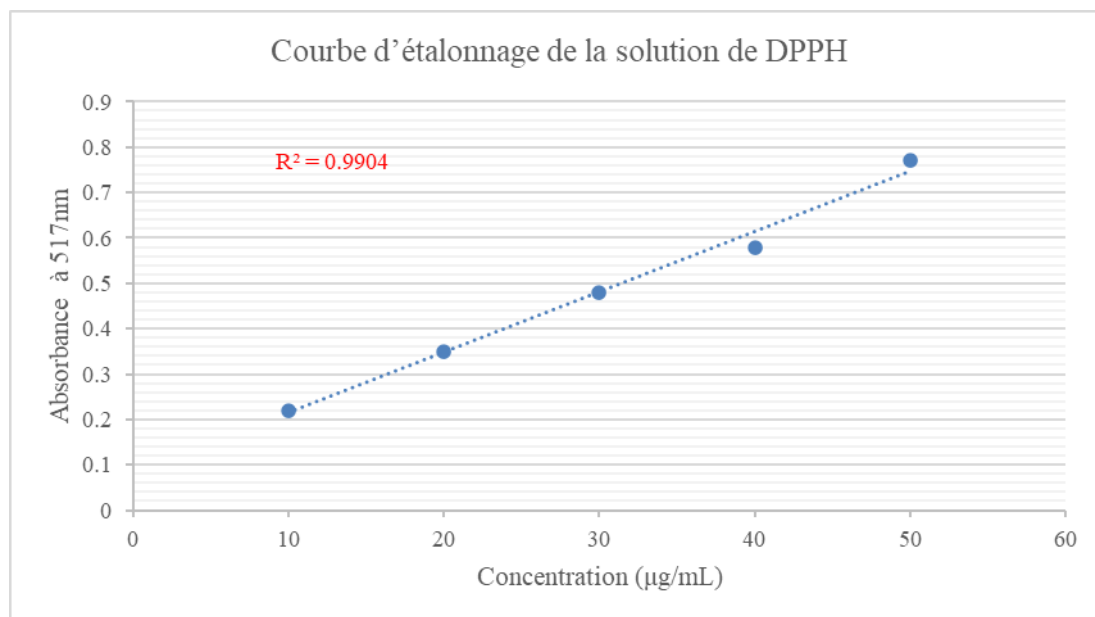
Les résultats des tests phytochimiques de *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula angustifolia* Miller.

	La coloration dans les tubes (photo originale)	
Métabolites secondaires	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Lavandula angustifolia</i> Miller
Amidon		

Flavonoïdes		
Tannins		
Anthocyanes		
Composés réducteurs		
Coumarines		

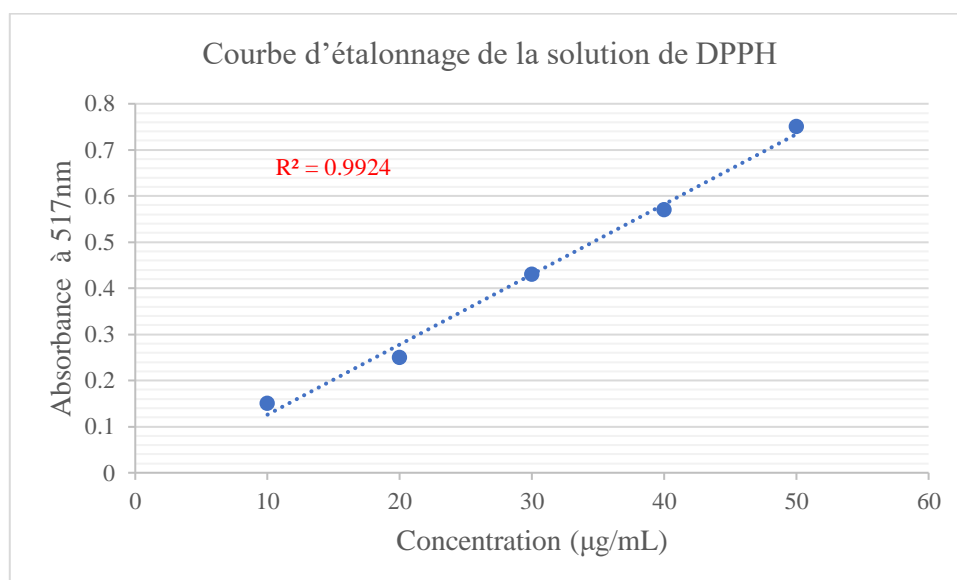
## Annexe IV

### a. Détermination de courbe d'étalonnage de DPPH par l'acide ascorbique



Courbe d'étalonnage de DPPH par l'acide ascorbique

### b. Détermination de courbe d'étalonnage de DPPH par le Vit E



Courbe d'étalonnage de DPPH par le Vitamine E