



Université Constantine 1 Frères Mentouri  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة مtentouri  
كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم : بيولوجيا النبات      قسم : بيولوجيا النبات

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Biologiques

**Spécialité :** Biodiversité et physiologie végétal

**N° d'ordre :**

**N° de série :**

Intitulé :

---

**Evaluation des activités insecticide et antibactérienne des espèces : *Artemisia herba alba* Asso. Et *Rosmarinus officinalis* L.**

---

Présenté par : BOUDJOURAF Rayane

Le : 29 /06/2025

DJEHAL Mounia

**Jury d'évaluation :**

**Président :** KARA Youcef (Pr - U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Encadrant :** CHIBANI Salih (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Examinateur(s) :** ZOGHMAR Meriem (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Année universitaire  
2024 – 2025**

## *Remerciements :*

Nous remercions Allah, Le Tout-Puissant, pour nous avoir donné la force, la patience et le courage d'accomplir ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadrant [Chibani Salih](#) pour son accompagnement, ses conseils précieux et sa disponibilité tout au long de cette étude.

Je remercie tout particulièrement Monsieur KARA Youcef Professeur au département de Biologie végétale qui a accepté de présider ce jury et dont les remarques constructives ont enrichi cette soutenance.

Je remercie également Madame ZOGHMAR Meriem Maître de conférences A, au département de Biologie végétale pour l'attention portée à mon mémoire ainsi que pour ses observations pertinentes, qui m'ont permis de porter un regard plus critique sur mes résultats.

Enfin, nous sommes reconnaissantes à l'ensemble des membres du jury pour le temps qu'ils ont consacré à la lecture et à l'évaluation de notre travail.

Toute notre gratitude va à tous les enseignants et au personnel administratif du département des Sciences de la Nature et de la Vie, ainsi qu'à notre université, pour leur disponibilité et leur soutien tout au long de notre parcours.

# إِهْدَاءً:

إِلَى أَيِّ الْعَظِيمَةِ سَعَاد

يَا مَنْ حَمَلْتَنِي وَجْعًا، وَرَبِّيَتِي أَمْلًا، يَا مَنْ كَانَ صَدْرَكَ وَطَنَا وَيَدُكَ بِلَسْمًا، يَا مَنْ حَارَبَتِي لَكِي تَرِبَّنَا فِي أَعْلَى الْمَرَاتِبِ، سَمِعْتَنِي  
فِي لَحْظَاتِ الْإِنْكَسَارِ وَضَمَّنْتَ شَتَّاتِي فِي لَيْلَ مِنْ اِنْهِيَارِ، كُنْتَ الْعُونَ إِذَا خَاتَّنِي الصَّبْرُ وَالسَّنْدُ إِذَا خَاتَّنِي الْكُلُّ، فَلَكَ يَا أَمِي،  
كُلُّ الْامْتِنَانِ وَالْحُبِّ وَكُلُّ حَرْفٍ مِنْ هَذَا الْعَمَلِ هُوَ دُعَاءٌ مِنْ قَلْبِكَ الْطَّيِّبِ.

إِلَى ظَلِيلِ الْطَّوْبَلِ وَرَجْلِي الْأُولِي ... بَابَا سَمِير

يَا رَفِيقَ الْمَسِيرِ وَرَقْعَةَ الْضَّمِيرِ، يَحْمِلُ عَنِيَ الْحَقِيقَةَ وَيَتَحَمَّلُ تَعْبَ السَّبِيلِ أَوْصَلَنِي إِلَى الْحَقْوَلِ وَجَمَعَتْ مَعِيَ النَّبَاتَاتِ وَالْزَّهَورَ،  
فَشَكَرَ لَكَ يَا أَبِي، يَا مَنْ تَعْبَتْ لِي فَاسْتَحْقَقْتُ هَذَا الْإِهْدَاءَ قَبْلَ الْجَمِيعِ.

إِلَى خَالِي عَاشُورَ

يَا مَنْ كُنْتَ أَكْثَرَ مِنْ قَرِيبٍ، رَفِيقَ التَّعْبِ الْعَجِيبِ مِنْ جَعْلِ مَنْ نَفْسَهُ شَرِيكًا حَقِيقِيَا فِي هَذَا الْأَنْجَازِ، لَوْلَاكَ مَا كَانَتْ لَهُذِهِ  
الصَّفَحَاتِ حَيَاةً، لَكَ خَالِصُ الدُّعَاءِ وَكُلُّ الشُّكْرِ وَالثَّنَاءِ

إِلَى قَطْعَةِ مِنْ قَلْبِي أَخْوَيِي ... دُنْيَا وَسِيمِ وَرْجَاءِ

يَا مَنْ كُنْتُمْ السَّنْدُ فِي الْخَفَاءِ وَالْأَمَانِ حِينَ قَلَ الْوَفَاءُ بِاِبْتِسَامَتِكُمْ بِدُعَوَاتِكُمْ أَحْبَكُمْ لَأَنْكُمْ كُنْتُمْ قَطْعَةَ مِنْ قَلْبِي  
وَجُزْءًاً مِنْ رُوْحِي.

إِلَى أَعْزَ صَدِيقَاتِي هَدِيلِ

لَا تَعْرِفِينَ كَمْ كَانَ لَوْجُودَكَ أَثْرًا، فَلَكَ مِنْ قَلْبِي عِرْفَانٌ وَمِنْ هَذَا الْعَمَلِ وَرْدَةٌ وَامْتِنَانٌ، شَكَرَا لَأَنَّكَ كُنْتَ هُنَا دَائِمًا  
إِلَى مَنْ شَجَعْنِي فِي الْخَفَاءِ بِكَلْمَةٍ، نَصِيحةٍ وَدُعَاءً، مَنْ آمَنَ بِي حِينَ لَمْ أَؤْمِنْ بِنَفْسِي، مَنْ تَرَكَ أَثْرًا دُونَ أَنْ يَدْرِي، أَهْدِي إِلَيْكُمْ  
ثَمَرَةُ هَذَا الْمَشْوَارِ الْطَّوْبَلِ كَذَكْرِي لَتَعْبُ السَّنَيْنِ وَبِصَمْتِكُمْ سَتَبْقَى طَابِعًا عَلَى الْجَبَيْنِ.

Rayane. ﴿

## الامداء

(أَمَنْ خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَثْنَا بِهِ حَدَائِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ<sup>٣٤</sup>)

سورة النمل- الآية ٦٥

باسم خالق النبات، وباري الحياة، الممد لله أولاً وأخرًا، ظاهراً وباطناً أن يلغني هذه اللحظة

بكل حبه، أنت مروفي بين أيديكَ حما يغرس الغيم ويركته في الأرض، فتنبئ شجرة طيبة طيبة<sup>٥٥٥</sup>  
أصلها نابع وفرعها في السماء

إلى أولئك الذين ترسوا في قلبِي بذرة العلم وسقواها بالدماء والاهتمام حتى أزهريه إلى والدي المباهين مسلفي ونجلاء، إلى  
أبيه وأختي خير الدين وزينب، أنسان المعرفة التي امتدت في قلبي دمماً وسداً  
إلى من كان يليه حوتاً في مسيرة دراسية، يناديها وتوجهاتها التي لم تبخل بها يوماً، خالقِي بروانة فطيمة، لست مدي عرقان لا  
يجهض، وشمر يعلمه عبر الامتنان.

إلى من فارقونا بأجسادهم، وبقوا في قلوبنا وذكرياتنا حتى محمد الشريف وجنتي سكينة، رحمهما الله رحمة واسعة، والى  
جنتي بعثة حامية الدماء المستمر

إلى كل العائلة، حببها وسخيرها، القريب والمغترب، والى الأصدقاء،

والى حالي هذه

إلى أمهاتي الأخلاق، الذين وجهوني بلطفة الريح، وسقوني من نبع علمهم،

إلى كل من يؤمن أن العلم لا يحبس بين حدتي كتابه، بل ينمو حما تنمو المذور.

أهدي لكم ثمرة هذا الجهد، ثمرة شفف وسمر، كلما تكون ثمرة خير في حديقة المعرفة، وثمرة في بستان العلم النافع

هونيا



## **SOMMAIRE :**

<b>Résumé</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Introduction générale</b>	1
 <b>Partie I : Etude bibliographique</b>	
 <b>Chapitre I : Etude botanique</b>	
<b>I. La plante <i>Artemisia herba alba</i> Asso</b>	3
I.1 Généralités sur la plante	3
I.2 La famille des Astéracée	3
I.3 Classification botanique de la plante	5
I.4 Description botanique de la plante	5
I.5 Répartition géographique de la plante dans le monde entier	7
<b>II. La plante <i>Rosmarinus officinalis</i> L</b>	8
II.1 Généralités sur la plante	8
II.2 La famille des Lamiacée	9
II.3 Classification botanique de la plante	10
II.4 Description botanique de la plante	10
II.5 Répartition géographique de la plante dans le monde entier	11
 <b>Chapitre II : Les huiles essentielles</b>	
II. 1 Définition les huiles essentielles	13
II. .2 Historique	13
II. .3 Méthode d'extraction	13
II. 4 Rôles des huiles essentielles	16
II. 5 Classification	17
III. 6 Composition chimique des huiles essentielles	17

## Chapitre III : Les insectes et les bactéries

### III Les insectes :

<i>I. Aphis fabae :</i>	20
1- Définition	20
2- Description	20
3- Répartition géographique	21
4- Classification	21
5- Les dommages	22
<i>II. Thaumetopoea pityocampa :</i>	23
1- Définition	23
2- Description	24
3- Répartition géographique	27
4- Classification	27
5- Les dommages	27
<i>III. Sitophiluse zeamais :</i>	29
1- Description	29
2- Classification	30
3- Répartition géographique	30
4- Les dommages	30

### IV. Les Bactéries :

<i>I. Escherichia coli</i>	32
1- Description et historique	32
2- Classification	32
3- Caractères morphologique et culturaux	33
<i>II. Staphylococcus aureus</i>	
1- Description et historique	34
2- Classification	35
3- Caractères morphologique et culturaux	35

## Partie II : Etude expérimentale

### Chapitre I : Matériel et méthodes

#### I. Matériel et méthodes :

<b>I. Méthode d'extraction des huiles essentielles :</b>	37
1- Espèces utilisé :	37
2- Récolte de la matière végétale :	37
3- Matériel de laboratoire :	37
4- Calcul du rendement :	38
<b>II. 1 Evaluation d'Activité antibactérien</b>	39
1- Méthode de travailles	39
2- Matériel utilisé	39
3- Protocole expérimental	39
<b>III. 2 Evaluation de l'Activité insecticide :</b>	43
1- Méthode de travaille	43
2- Matériel utilisé	43
3- Protocole expérimental	44

## **Chapitre II : Résultats et discussion**

<b>I. L'extraction des huiles essentielles :</b>	47
1- Huile essentielles obtenues	47
2- Rendements des huiles essentielles	47
<b>I. Evaluation des Activités :</b>	
1- Activité anti bactérien	50
2- Activité insecticide	55
<b>Conclusion</b>	65
<b>Annexes</b>	66
<b>Référence bibliographique</b>	

## Résumé :

Nos travaux de recherche ont visé à évaluer l'activité antibactérienne et l'efficacité insecticide des huiles essentielles de deux plantes médicinales : *Artemisia herba-alba* Asso (Astéracées) et *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiacées).

Les huiles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide de clevenger apparatus puis testées sur trois espèces d'insectes nuisibles : *Aphis fabae*, *Sitophilus zeamais* et *Thaumetopea pityocampa*, ainsi que sur deux souches bactériennes pathogènes : *Escherichia coli* (Gram -) et *Staphylococcus aureus* (Gram +).

L'évaluation de l'activité antibactérienne, réalisée in vitro par la méthode des trous sur gélose, a montré que les deux huiles essentielles sont efficaces pour inhiber la croissance bactérienne, avec des zones d'inhibition allant de 27 à 29 mm contre *E. coli*, et 23 mm contre *Staphylococcus aureus*, à des concentrations élevées. La sensibilité bactérienne observée était comparable à celle de l'antibiotique, ce qui indique une efficacité antimicrobienne significative.

Par ailleurs, les tests de l'activité insecticide par fumigation ont révélé que les huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* Asso et *Rosmarinus officinalis* L. un effet significatif contre les insectes ciblés (*Aphis fabae*, *Sitophilus zeamais* et *Thaumetopea pityocampa*), avec des taux de mortalité élevés et avec dépendant dose-réponse,

Ces résultats représentent une alternative naturelle prometteuse dans la lutte contre les bactéries pathogènes et les insectes nuisibles.

**Mots clés : huiles essentielles, insecticide, antibactérienne, *Rosmarinus officinalis* L, *Artemisia herba alba* Asso.**

## الملخص:

هدف بحثنا إلى تقييم النشاط المضاد للبكتيريا والفعالية الحشرية للزيوت العطرية من نباتين طبيين: الشيح الأبيض *herba* (المركيبات) و *Rosmarinus officinalis L.* (الشفويات).

استخلصت الزيوت بال نقطير المائي باستخدام جهاز كليفينجر، ثم اختبرت على ثلاثة أنواع من الآفات الحشرية: *Aphis fabae*, *Thaumetopea pityocampa*, *Sitophilus zeamais*، بالإضافة إلى سلالتين من البكتيريا المسببة للأمراض: *E. coli* (سلبية الجرام) و *Staphylococcus aureus* (إيجابية الجرام).

أظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا في المختبر باستخدام طريقة بئر الأجار فعالية كلا الزيتين العطريين في تثبيط نمو البكتيريا، حيث تراوحت مناطق التثبيط بين 27 و 29 ملم ضد *E. coli* و 23 ملم ضد المكورات العنقودية الذهبية، عند التركيزات العالية. كانت حساسية البكتيريا الملحوظة مماثلة لحساسية المضاد الحيوي، مما يدل على فعالية مضادة للميكروبات ملحوظة.

علاوة على ذلك، كشفت اختبارات التبخير للنشاط المبيد للحشرات أن الزيوت العطرية لنباتي الشيح الأبيض (*Artemisia Rosmarinus officinalis L.*) وإكليل الجبل (*herba-alba Asso*) كان لها تأثير ملحوظ على الحشرات المستهدفة (*Thaumetopea pityocampa*, *Sitophilus zeamais*, *Aphis fabae*)، مع معدلات نفوق عالية وتأثير يعتمد على الجرعة والاستجابة.

تمثل هذه النتائج بديلاً طبيعياً وادعياً في مكافحة البكتيريا المسببة للأمراض والحشرات الضارة.

## **Abstract :**

Our research aimed to evaluate the antibacterial activity and insecticidal efficacy of essential oils from two medicinal plants : *Artemisia herba-alba* Asso (Asteraceae) and *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae).

The oils were extracted by hydrodistillation using a Clevenger apparatus and then tested on three species of insect pests : *Aphis fabae*, *Sitophilus zeamais*, and *Thaumetopea pityocampa*, as well as on two pathogenic bacterial strains : *Escherichia coli* (Gram negative) and *Staphylococcus aureus* (Gram positive).

The in vitro antibacterial activity assessment using the agar well method showed that both essential oils were effective in inhibiting bacterial growth, with inhibition zones ranging from 27 to 29 mm against *E. coli* and 23 mm against *Staphylococcus aureus*, at high concentrations. The observed bacterial susceptibility was comparable to that of the antibiotic, indicating significant antimicrobial efficacy.

Furthermore, fumigation tests of insecticidal activity revealed that the essential oils of *Artemisia herba-alba* Asso and *Rosmarinus officinalis* L. had a significant effect against the target insects (*Aphis fabae*, *Sitophilus zeamais*, and *Thaumetopea pityocampa*), with high mortality rates and a dose-response dependent effect.

These results represent a promising natural alternative in the control of pathogenic bacteria and harmful insects

## Liste de figure :

<b>Figure 1:</b> Artemisia herba alba Asso .....	4
<b>Figure 2 :</b> Les feuilles de l'Artemisia herba alba Asso .....	6
<b>Figure 3:</b> Les fleurs de l'Artemisia herba alba Asso.....	6
<b>Figure 4:</b> les fruit de l'Artemisia herba alba Asso. ....	7
<b>Figure 5:</b> La répartition géographique d'Artemisia herba alba Asso. ....	8
<b>Figure 6 :</b> Le <i>Rosmarinus officinalis</i> L .....	9
<b>Figure 7:</b> Fleur de <i>Rosmarinus officinalis</i> L <b>Figure 8:</b> Feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	11
<b>Figure 10:</b> Représentation schématique de l'appareil d'hydro distillation. ....	14
<b>Figure 11:</b> Schéma du montage de l'extraction Hydro diffusion.....	15
<b>Figure 12:</b> Schéma simplifié d'un Extraction par solvant.....	16
<b>Figure 13 :</b> <i>Aphis fabae</i> (forme aptère).....	21
<b>Figure 14:</b> <i>Aphis .fabae</i> (forme Ailée).....	22
Figure 15: Cycle de vie de <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	25
<b>Figure 16 :</b> La larve de <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	26
<b>Figure 17:</b> la marche. ....	26
<b>Figure 18 :</b> la chrysalide <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	27
<b>Figure 19:</b> le papillon <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	27
<b>Figure 20:</b> Répartition géographique de <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	28
<b>Figure 21:</b> Les effets secondaires de <i>Thaumetopoea pityocampa</i> sur l'humaine. ....	30
<b>Figure 22:</b> <i>Sitophilus zeamais</i> .....	31
<b>Figure 23:</b> Observation d' <i>Escherichia coli</i> par microscopie électronique à balayage.....	33
<b>Figure 24:</b> Frottis de bactilles Gram-négatif <b>Figure 25:</b> Gélose MacConkey.....	34
<b>Figure 26:</b> <i>Staphylococcus aureus</i> au microscope .....	35
<b>Figure 27:</b> Coloration de Gram <b>Figure 28 :</b> Observation microscopique .....	36
<b>Figure 29:</b> Extraction des HE <i>Rosmarinus officinalis</i> L et <i>Artemisia herba-alba</i> Asso .....	38
<b>Figure 30:</b> Verser le milieu Mueller-Hinton dans les boîtes de Pétri. ....	40
Figure 31: Agitation <i>E. coli</i> au vortex.....	40
<b>Figure 32:</b> Ensemencement en ligne de la bactérie sur le milieu de culture.....	41
<b>Figure 33:</b> Réalisation des trous à l'aide d'une pipette Pasteur. ....	41
<b>Figure 34:</b> Prélever l'huile à l'aide d'une micropipette.....	42
Figure 35: Placer les boîtes en étuve pendant 24h et 48h.....	42
<b>Figure 36 :</b> Mesure des diamètres à l'aide d'une règle. ....	43
<b>Figure 37:</b> Les trois espèces étudiées.....	44
<b>Figure 38:</b> Les témoins consistent en des boîtes qui contiennent les insectes avec leur nourriture. ....	45
<b>Figure 39 :</b> Boîtes de Pétri contenant un coton imprégné de 10 µL, 20 µL ,30 µL d'huile essentielle, avec les trois espèce.....	45

<b>Figure 40:</b> Les répétitions d' <i>Aphis fabae</i> .....	45
<b>Figure 42:</b> Les huiles essentielles obtenues .....	48
<b>Figure 43:</b> diagramme sur l'effet de HER sur la mortalité.....	56
<b>Figure 44 :</b> Diagramme sur l'effet de HEA sur la mortalité d' <i>Aphis fabae</i> .....	57
<b>Figure 45:</b> Diagramme de HER sur la mortalité de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	60
<b>Figure 47 :</b> Diagramme de l'effet de HEA sur <i>Sitophilus zeamais</i> .....	61
<b>Figure 49:</b> diagramme de l'effet HER sur <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	63

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1</b> : Position systématique de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. ....	10
<b>Tableau 2</b> : Rendement des huiles essentielles.....	47
<b>Tableau 3</b> : Diamètres de la zone d'inhibition de en (mm) après 48 h ( <i>Escherichia coli</i> ) .....	49
<b>Tableau 4</b> : Diamètres moyens de la zone d'inhibition de <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Gentamicine</i> en (mm) après 48 h. <i>Escherichia Coli</i> .....	50
<b>Tableau 5</b> : Diamètres de la zone d'inhibition de en (mm) après 48 h ( <i>Staphylococcus aureus</i> ).....	51
<b>Tableau 6</b> : Diamètres moyens de la zone d'inhibition de <i>Rosmarinus officinalis</i> .L, <i>Artemisia herba alba</i> Asso et gentamicine en (mm) après 48 h. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	52
<b>Tableau 7</b> : l'expérience de HER sur <i>Aphis fabae</i> .....	55
<b>Tableau 8</b> : résultats de HEA sur <i>Aphis fabae</i> .....	56
<b>Tableau 9</b> : Effet des HEs du <i>Rosmarinus officinalis</i> et de l' <i>Artemisia herba alba</i> sur l'insecte <i>Aphis fabae</i> .....	57
<b>Tableau 10</b> : résultats de <i>Sitophilus zeamais</i> sur <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	59
<b>Tableau 11</b> : résultats de <i>Artemisia herba alba</i> Asso sur <i>sitophilus Zeamais</i> .....	60
<b>Tableau 12</b> : Effet des HEs du <i>Rosmarinus officinalis</i> et de l' <i>Artemisia herba alba</i> sur l'insecte <i>Sitophilus zeamais</i> ..	61
<b>Tableau 13</b> : résultats de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	62
<b>Tableau 14</b> : Effet des HEs du <i>Rosmarinus officinalis</i> et de l' <i>Artemisia herba alba</i> sur l'insecte <i>Thaumetopoea pityocampa</i> .....	63

## Liste des abréviations :

- **mm** : Millimètre.
- **µl** : Microlitre.
- **HE** : Huile essentielles.
- **HER** : Huile essentielles d'*Artemisia herba alba* Asso.
- **HEA** : Huile essentielles de *Rosmarinus officinalis*.L
- **Gen** : Gentamicine.
- **C °** : Température.
- **%** : Pourcentage.
- **E .Coli** : Escherichia coli.
- **HEs** : L'huile essentielle.
- **µl / cm<sup>3</sup>** : Microlitre sur centimètre cube.
- **MG** : Milligramme.
- **ML** : Millilitre
- **LC50** : Concentration provoquant 50 % de mortalité après 48 h de traitement
- **Slope** : Pente de la ligne de régression de la mortalité par concentration
- **Intercep** : Interception de la droite de régression

# Introduction Générale

## Introduction Générale

---

Les plantes jouent un rôle central dans le maintien des écosystèmes : grâce à la photosynthèse, elles produisent une grande partie de l’oxygène planétaire, soutiennent l’alimentation (fruits, légumes, céréales) et renforcent la biodiversité en fournissant habitat et ressources. Depuis l’Antiquité, l’humanité tire des plantes des aliments et des remèdes, de nombreux composés actifs végétaux étant à l’origine de médicaments modernes. Ces mêmes végétaux sont aussi utilisés par l’industrie cosmétique et pharmaceutique, en raison de leur richesse en huiles essentielles et substances bioactives (terpénoïdes, alcaloïdes, phénols...). Toutefois, les cultivars et plantes sauvages sont souvent exposés à des stress environnementaux et à des organismes nuisibles (ravageurs, pathogènes) qui menacent leur santé et leurs fonctions écologiques.

Les insectes constituent l’un des groupes d’organismes les plus diversifiés et répandus sur Terre, remplissant des fonctions essentielles dans les écosystèmes. Beaucoup participent activement à la pollinisation — un service écosystémique d’une valeur estimée à plusieurs dizaines de milliards de dollars par an — soutenant ainsi la reproduction des plantes sauvages et

Cependant, certains insectes sont également responsables de dégâts majeurs aux cultures : selon Sharma et *al.*, les ravageurs peuvent causer jusqu’à 20 % de pertes par an dans les céréales, représentant environ 470 milliards de dollars en risque économique.

Ces dommages entraînent une baisse de la productivité agricole et des coûts économiques considérables.

Par ailleurs, des bactéries phytopathogènes parmi les micro-organismes les plus fréquents infectent les cultures, provoquant des maladies pouvant réduire les rendements de 10 à 20 % par an selon la **FAO**. Ces infections végétales peuvent aussi contaminer les denrées agricoles, présentant un risque potentiel pour la santé humaine.

Les insectes ravageurs s’attaquent à différentes parties des plantes — notamment les feuilles, les racines, les tiges et les fruits — compromettant ainsi leur croissance, leur développement et leur rendement global (Sharma et *al.* 2023). En plus des dommages directs, plusieurs de ces ravageurs sont vecteurs de maladies phytopathogènes graves, entraînant une détérioration rapide de l’état sanitaire des cultures (Kesraoui et *al.* 2022).

Face à cette menace grandissante, notamment dans un contexte de changement climatique et d’intensification agricole, il est devenu crucial d’identifier des méthodes durables et efficaces de lutte contre les ravageurs, afin de limiter leur impact économique et écologique sur la production alimentaire (Es-Sbihi et *al.* 2022).

## Introduction Générale

---

Dans ce contexte, nos recherches portent sur l'étude de l'effet des huiles essentielles extraite d'*Artemisia herba alba* Asso et *Rosmarinus officinalis* L. Sur l'élimination des nuisibles, ravageurs de culture agricole. Les huiles essentielles contiennent des composés volatiles actifs aux propriétés insecticides et antibactériennes. Cette étude vise à exploiter ces propriétés sur des modèles d'insectes et de bactéries sélectionnés. Pour ce faire, l'efficacité des huiles est testée *in vitro*.

Le manuscrit est subdivisé en 2 parties :

La première partie est constituée de 3 Chapitres, le premier chapitre est consacré à l'étude botanique des espèces *Artemisia herba alba* Asso et *Rosmarinus officinalis* L

Le deuxième chapitre traite les huiles essentielles, le troisième chapitre aborde les insectes et bactéries.

La deuxième partie est constituée de 2 Chapitres, le premier chapitre traite matériel et méthodes. Le 2ème chapitre étaie les résultats et discussion.

# Partie I

## Etude Bibliographiques

# **Chapitre I**

## **Etude botanique**

## I. La plante *Artemisia herba alba* Asso :

### 1- Généralité sur la plante :

*Artemisia herba alba* Asso, est une espèce végétale de plante steppique de la famille Astéracée (Ouyahya, 1989)

Il est connu sur le nom commun : Armoise blanche en français, en arabe : el Chih, Gaisoum. (Quezel & Santa, 1964)

C'est une plante médicinale et aromatique sauvage (Salido, et al., 2004), pérenne herbacées ou petite buissons, qui supporte bien la sécheresse et qui est simple à cultiver. Elle ne semble pas être affectée par les ravageurs. Les lapins et les chevreuils ont tendance à ne pas les consommer.

Caractérisé est remarquablement par des feuilles et des fleurs très aromatiques, avec un parfum extraordinaire « souvent odorantes au contact », réputé parmi tous ceux qui aiment l'Afrique du Nord.

Il existe environ 350 espèces d'armoises au sein de la famille d'Astéracée, qui peuvent être annuelles, bisannuelles, herbacées ou arbustives. On les trouve dans les zones tempérées de l'hémisphère nord.

L'utilisation de l'*Artemisia herba alba* Asso, est très vaste, Culinaire : Il est utilisé en cuisine comme arôme pour parfumer le vin et les boissons alcoolisées. Médicinale Chaque partie des différents types d'armoise a des fonctions médicinales différentes, Au jardin l'armoise repousse les insectes et est utilisée dans des sacs antimites. Appliquez une infusion forte de ses feuilles sur les légumes ou les plantes ornementales éloigneront les chenilles et les escargots. Un pied d'armoise tient les parasites à distance. (Senteurs du Quercy) .



**Figure 1:** *Artemisia herba alba* Asso (Atlas Sahara, 2024)

## **2- La famille des Asteraceae :**

La famille Asteraceae ou (compositae) représente la 2 eme famille, la plus importante en nombre d'espèces (Au jardin) , sont distinguer et ne comprend pas moins de 25 000 espèces Source spécifiée non valide. , réparties dans plus 1900 genres. (Vigan, 2012) , ce qui en fait la famille la plus vaste du monde végétale (Martin, 2013).

Les Asteraceae sont isolées parmi les autres familles, mais représente un foisonnement d'espèces : cette diversité implique une remarquable capacité d'adaptation. (Justine) .

Les plantes de la famille des Astéracées se trouvent partout dans le monde et existent sous de nombreuses formes : petites plantes annuelles, plantes herbacées vivaces, arbres, plantes en coussin, vignes, plantes succulentes ressemblant à des cactus et épines. De plus, de nombreuses plantes Astéracées, notamment celles appartenant à la famille des Astéracées, possèdent des glandes qui sécrètent des huiles essentielles, tandis que d'autres plantes contiennent de grandes quantités de substances amères. De plus, cette famille comprend de nombreuses plantes médicinalesSource spécifiée non valide.

### 3- La classification botanique de la plante :

La classification de la plante selon **Syn. Trip. Aragon, 1979**, est :

Règne : Plantae

Sous-règne : Viridaeplantea

Embranchement : Streptophyta

Classe : Equisetopsida

Sous-classe : Magnoliidae

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

Genre : Artemisia

Espèce : *Artemisia herba-alba*. Asso

### 4- La description botanique de la plante :

*Artemisia herba- alba*. Asso est une plante vivace de 30 à 40 cm de hauteur, avec une odeur unique de thymol, (IUCN, 2005) peut vivre plus de 20 ans, La plupart de ses feuilles sont très parfumées et gris-vert ou blanc-vert, d'où son surnom : herba blanche. (Melia, *Artemisia herba - alba* Asso, 2021)

Des feuilles luxuriantes et de jeunes branches couvertes de poils duveteux.

- **Les feuilles** : sont velues, argentées, petites, composées profondément bipennées, avec des bandes linéaires. (IUCN, 2005) Feuilles alternes, tomenteuses, pétiolées-pennées, vert foncé lorsqu'elles sont jeunes, puis glauques ou gris clair ; lobes plus ou moins mélangés selon la période de l'année. (Melia, *Artemisia herba - alba* Asso, 2021).



**Figure 2 :** Les feuilles de *l'Artemisia herba alba* Asso . (Daniello & Sin )

**- Les fleurs :** sont tous hermaphrodites, rassemblés en très petites têtes, sessiles et en grappes. Les bractées externes des bractées involucrales sont rondes, velues, plus courtes que les bractées internes et ont une face inférieure glandulaire verte et hideuse.

Les fleurs fleurissent de novembre à janvier.



**Figure 3:** Les fleurs de *l'Artemisia herba alba* Asso. (Atlas Saharien )

**- Le fruit :** est un akène sans cluster et très petit. Et les fruits mûrissent de février à mars. (Melia, *Artemisia herba - alba* Asso, 2021)



**Figure 4:** les fruit de *l'Artemisia herba alba* Asso. (Melia, 2021)

La croissance végétative de la sauge blanche a lieu à l'automne ; la floraison commence en juin et se développe principalement à la fin de l'été . (IUCN, 2005) .

#### **5- Répartition géographique de la plante dans le monde entier :**

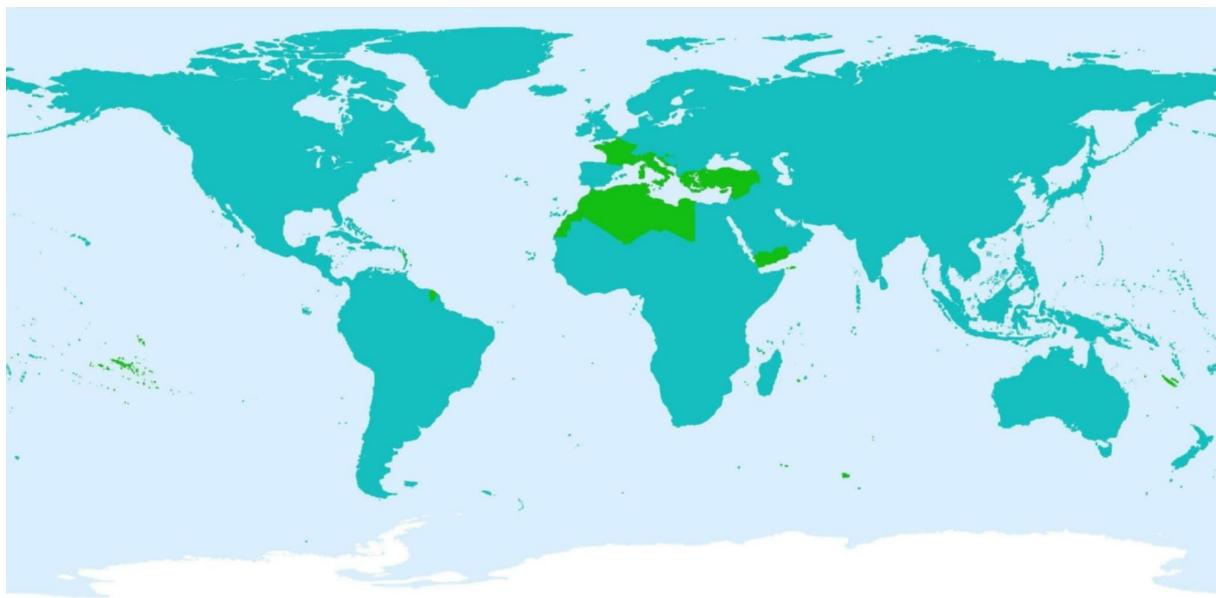
Région : Afrique du Nord.

Global : La plante est très répandue. (IUCN, 2005)

Origine : Espagne, Algérie, Maroc, Tunisie, Iles Canaries.

Il s'étend géographiquement de manière très vaste : Espagne ; Afrique du Nord ; désert du Sinaï occidental ; Iran ; Irak ; Afghanistan ; Turquie ; Syrie ; Liban ; péninsule arabique.

Parmi les espèces qui caractérisent les régions fivaires, et donc se répandent dans les terres .La terre sèche qui n'est pas propice à l'agriculture. (Hāyik, 2016) .



**Figure 5:** La répartition géographique d'*Artemisia herba alba* Asso. (*Artemisia herba alba* Asso)

### I. La plante *Rosmarinus officinalis* L

#### 1 Généralités sur la plante

Le romarin, une plante méditerranéenne bien connue pour ses propriétés aromatiques, est un arbuste persistant pouvant atteindre trois mètres de hauteur. Cultivée depuis l'Antiquité, Le genre ***Rosmarinus* L.**, faisant partie de la famille des **Lamiaceae**, comprend trois espèces, dont ***Rosmarinus officinalis* L.** est la plus courante et la plus répandue à travers le monde. Source spécifiée non valide.

Le ***Rosmarinus officinalis* L** est reconnu pour son utilisation dans la médecine traditionnelle et moderne afin de traiter diverses maladies et affections. Il agit comme antispasmodique, soulage les coliques néphrétiques, les douleurs rhumatismales et agit comme diurétique, antiépileptique et expectorant. Il est également utilisé pour réguler la glycémie, soulager la dysménorrhée, les maladies cardiaques et les troubles respiratoires, entre autres. En outre, le romarin est employé comme analgésique pour apaiser les douleurs abdominales, les maux d'estomac et les maux de gorge. Il est aussi reconnu comme tonique, favorisant l'amélioration des troubles de la mémoire, notamment en cas de fatigue physique ou mentale intense. Par ailleurs, cette plante est connue pour ses propriétés insecticides et herbicides, en plus de nombreuses autres utilisations rapportées. (Karadag)

En plus de ses propriétés, *Rosmarinus officinalis* L. est couramment utilisé comme condiment et conservateur alimentaire. Ce végétal est constitué de molécules bioactives, les phytocomposés, responsables de diverses activités pharmacologiques, telles que des effets anti-inflammatoires, antioxydants, antimicrobiens, antiprolifératifs, anti tumoraux, ainsi que des effets protecteurs, inhibiteurs et atténuants . (Kamel, 2022)



**Figure 6 :** Le *Rosmarinus officinalis* L . (Rosmarinus officinalis 'Boule', 2024)

## 2 La famille des Lamiacées :

La famille des Lamiacées comprend plus de 7500 espèces réparties dans 240 genres présents dans diverses zones climatiques, ce qui en fait l'une des familles végétales les plus riches. Cette famille regroupe des plantes herbacées annuelles et vivaces, ainsi que des arbustes, des arbres et des plantes grimpantes. Dans la région méditerranéenne, cette famille se distingue par des espèces arbustives et semi-arbustives telles que la sauge, la lavande, le romarin et le thym.

L'une des caractéristiques remarquables de cette famille est la production d'huiles essentielles parfumées grâce à de petites glandes présentes sur les feuilles.

Les plantes de cette famille se distinguent généralement par leurs fleurs bilabiées. Une autre caractéristique marquante est leur tige quadrangulaire, souvent creuse. Quant aux feuilles, elles sont opposées et disposées de manière décussée, formant un angle de 90° entre chaque paire de feuilles adjacentes. (Lüder, 2019)

### 3- Classification botanique de la plante

Le romarin tire son nom du latin *ros* signifiant "rosée" et *marinus* signifiant "de la mer", une référence à son parfum et à son habitat en altitude près des zones maritimes. Au fil des siècles, il a été désigné par plusieurs noms scientifiques, parmi lesquels : Iklil al jabal, Klil, Hatssalouban. Ces noms variés témoignent de sa présence et de son utilisation dans différentes cultures et régions. (Fedjer, 2022)

**Tableau 1 :** Position systématique de *Rosmarinus officinalis* L. (Andrade, 2018).

• Règne	Végétal
• Sous-règne	Tracheobiontes
• Super division	Spermaphytes
• Division	Magnoliophytes
• Classe	Magnoliopsides
• Sous-classe	Astéridées
• Ordre	Lamiales
• Famille	Lamiacées
• Genre	<i>Rosmarinus</i>
• Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

### 4 Description botanique de la plante :

#### 1 Le feuillage :

- **Persistant** : Le romarin se distingue par ses feuilles fines et aromatiques, de forme linéaire et coriace. Elles sont d'un vert foncé sur le dessus et présentent un aspect feutré et blanc sur le dessous.
- **Odeur** : Les feuilles dégagent une odeur agréable et parfumée, ce qui en fait une épice très utilisée en cuisine. (Négo plantes)

#### 2 La floraison :

- **Les fleurs** : Le romarin produit de petites fleurs tubulaires, de couleur bleue à mauve, parfois blanches.
- **Période de floraison** : La floraison a lieu généralement au printemps, mais elle peut se prolonger jusqu'au début de l'été. (Négo plantes)

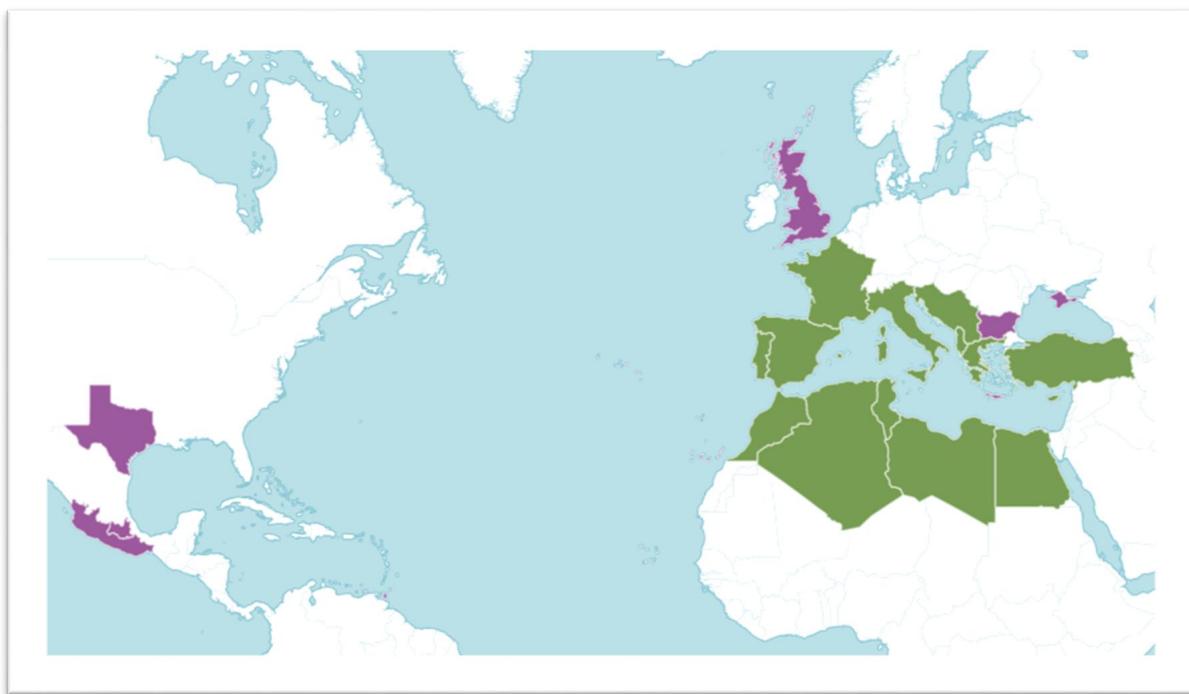


**Figure 7:** Fleur de *Rosmarinus officinalis* L **Figure 8:** Feuilles de *Rosmarinus officinalis* L  
(Serres st-elie greenhousse)

## 5 Répartition géographique de la plante dans le monde entier :

*Rosmarinus officinalis* L. est une plante à large répartition géographique, présente notamment autour de la Méditerranée, de la mer Noire et en Californie. (Gilly)

Le romarin est présent dans le monde entier, surtout autour du bassin méditerranéen, où il privilégie les endroits secs et arides, exposés au soleil. À l'état sauvage, il pousse généralement sur des sols calcaires. (Schauenberg, 1977)



**Figure9 :** Répartition mondial de la *Rosmarinus officinalis* L.

# **Chapitre II**

## Les huiles essentielles

**I. Définition les huiles essentielles :**

Il n'existe actuellement aucune définition réglementaire universelle des huiles essentielles. (DGCCRF, 2023) .

Les huiles essentielles ou les essences aromatiques sont des liquides parfumé ((SPIS), 2023) sont des substances aromatiques extraites de matières végétales spécifiques définies botaniquement et ont souvent une composition complexe. (Herbarom Groupe, 2022) , Les huiles essentielles sont des substances odorantes volatiles produites par certaines plantes. Bien qu'elle soit appelée huile, cette substance ne contient aucune substance grasse. (DGCCRF, 2023) .

La qualité d'une huile essentielle dépend de critères très précis, notamment l'origine de la plante, la façon dont elle a été cultivée et récoltée, la façon dont elle a été extraite et la composition biochimique de l'huile essentielle. Sa composition biochimique varie selon le lieu et le moment de la récolte, Les huiles essentielles pures peuvent être conservées pendant des années. ((SPIS), 2023) .

**II. Historique :**

Les huiles essentielles ont accompagné l'évolution de l'humanité depuis ses premières étapes. Les premières traces de la fabrication et de l'usage des huiles essentielles remontent à environ 3000 avant J.C, Les Égyptiens, suivis des Grecs et des Romains, ont utilisé diverses matières végétales ainsi que leurs produits dérivés, dont les huiles essentielles. Ces dernières étaient employées dans divers domaines tels que la parfumerie, la médecine, les rituels religieux, les coutumes païennes, et même dans la cuisine. (AFNOR, 1986)

Grâce aux avancées scientifiques dans les techniques d'extraction et l'analyse de leur composition chimique, les huiles essentielles ont connu un important développement. Parallèlement, leur utilisation s'est renforcée avec la montée en popularité de l'aromathérapie. C'est en 1928 que René-Maurice Gattefossé a introduit le terme « aromathérapie » et mené des recherches novatrices sur les propriétés des huiles essentielles, recherches qui ont ensuite servi de fondement à de nombreuses études dans ce domaine. (Aysegul, Burcu, & Birsen S, 2015)

**III. Méthodes d'extraction des huiles essentielles :**

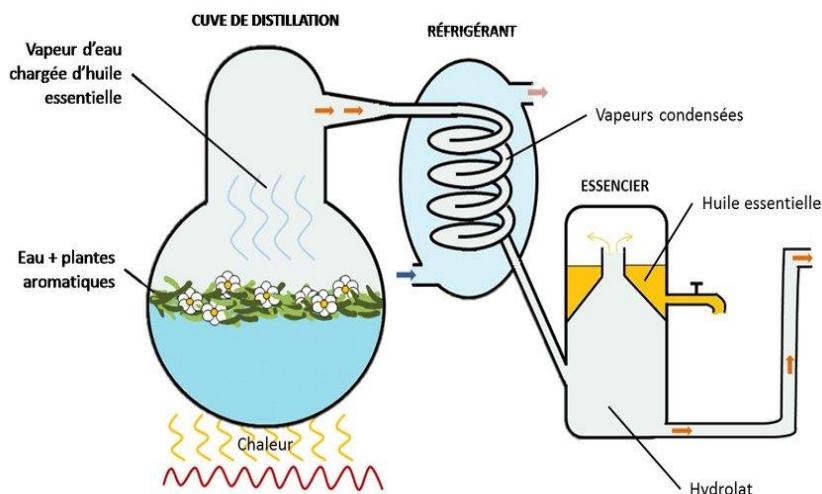
Il existe plusieurs techniques utilisées pour l'extraction des essences végétales. En général, le choix de la méthode dépend du type de matière végétale à traiter (feuilles, graines, etc.), de la nature des composés à extraire, du rendement en huile escompté ainsi que de la sensibilité de certains constituants. (Bruneton, 1999)

### 1- Hydro distillation :

C'est la méthode la plus ancienne, une forme de distillation à vapeur utilisée pour l'extraction des huiles essentielles en laboratoire. (Golmohammadi, et al., 2018)

L'hydro distillation est un procédé de distillation des mélanges binaires non miscibles, où la biomasse végétale est immergée dans un alambic contenant de l'eau, chauffée jusqu'à ébullition. La vapeur d'eau et les huiles essentielles formant un mélange non miscible se comportent comme des substances individuelles à la température du mélange, avec des pressions partielles égales à la pression de vapeur du composant pur. (Bruneton, 1999)

Cette méthode est relativement simple et ne nécessite pas d'équipement coûteux. Toutefois, l'eau, l'acidité et la température peuvent provoquer des réactions indésirables comme l'hydrolyse, le réarrangement, la racémisation, l'oxydation ou l'isomérisation, entraînant des modifications des composants et une dénaturation des huiles essentielles. L'appareil équipé d'une cohobe, couramment utilisé pour l'extraction des huiles essentielles, est le modèle de Clevenger. (Berrezga, et al., 2015)



**Figure 10:** Représentation schématique de l'appareil d'hydro distillation. (labadie, 2015)

## 2- Hydro diffusion :

Le procédé d'hydro diffusion constitue une variante de la distillation à la vapeur, dont il reprend le principe général tout en s'en distinguant par la direction de l'introduction de la vapeur. Contrairement à la distillation classique où la vapeur est injectée par le bas de l'alambic pour traverser la matière végétale de bas en haut, l'hydro diffusion consiste à introduire la vapeur par le haut. Cette configuration permet une pénétration plus directe de la vapeur dans la matrice végétale, ce qui peut optimiser l'extraction des composés volatils. L'appareillage utilisé comprend généralement : (Ranjitha & Vijiyalakshami, 2014)

### 1. Source de chauffage (chauffe-ballon)

### 2. Ballon de distillation

### 3. Thermomètre

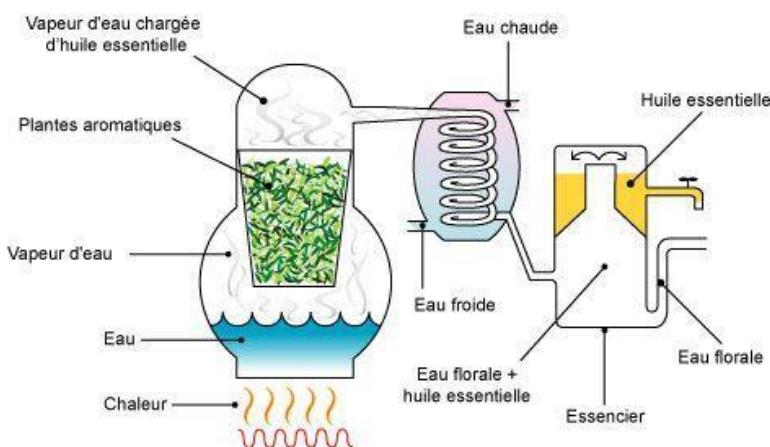
### 4. Réfrigérant

### 5. Entrée et sortie d'eau

### 6. Éprouvette graduée

### 7. Matière végétale à extraire

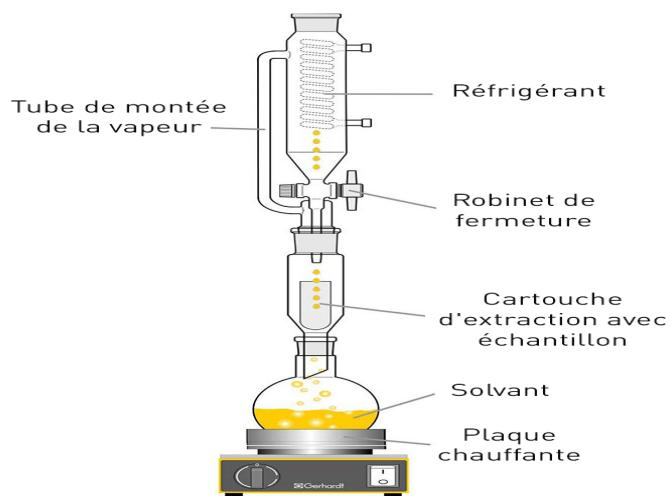
### 8. Couche d'huile essentielle (Ranjitha & Vijiyalakshami, 2014)



**Figure 11:** Schéma du montage de l'extraction Hydro diffusion. (Goudjil, 2016)

### 3- Extraction par solvant :

D'une manière générale, on commence par mélanger le solvant avec la matière végétale, puis on chauffe le tout afin d'extraire l'huile essentielle. Le mélange obtenu est ensuite filtré, et le filtrat est concentré en éliminant le solvant par évaporation. (Phakawat Tongnuanchan, 2014)



**Figure 12:** Schéma simplifié d'un Extraction par solvant. (Gmb & Co)

### 4- %Rôles des huiles essentielles :

Les huiles essentielles remplissent des fonctions clés au sein de la plante, jouant un rôle de médiateur dans les interactions végétales et les relations plantes-animaux. D'un côté, elles agissent comme **des attracteurs puissants**, facilitant la pollinisation et la dispersion du pollen. De l'autre, elles servent de **mécanisme de défense répulsif** contre les herbivores. Les terpènes, quant à eux, vont au-delà de ces rôles classiques : ils pourraient servir de **support à une communication biochimique sophistiquée** entre plantes. Leur action stabilisatrice protège également les membranes cellulaires, notamment sous l'effet des températures extrêmes. Certaines recherches suggèrent leur participation dans **des processus énergétiques** végétaux. (Djeddi, 2012) .

Les huiles essentielles aident les plantes à **réagir** à leur environnement et à se défendre. Étant ancrées dans le sol, elles ne disposent que des composés du métabolisme secondaire,

Accumulés aux zones les plus exposées comme mécanisme de protection contre les parasites et les nuisibles. (Taleb-Toudert, 2015) .

#### **IV. Classification :**

Les huiles essentielles sont généralement classées selon les propriétés chimiques de leurs principaux principes actifs, mais moins souvent selon leur méthode d'extraction ou leurs effets biologiques.

Neuf grandes classes ont été retenues : les sesquiterpènes et les hydrocarbures terpéniques, les alcools, les esters et les alcools, les aldéhydes, les cétones, les phénols, les éthers, les peroxydes et les soufres. (Olivé, 1979)

On les classe en fonction de :

- leur rôle : alcools (géraniol, linalol), esters (acétate de linalyle), aldéhydes (citral, citronellal), cétones (menthone, camphre, thuyone), éthers-oxydes (eucalyptol) ;
- leur structure : linéaire (farnésène, farnésol), monocylique (humulène, zingiberène), bicyclique. (Francoise & Annelise, 2013)

#### **V. Composition chimique des huiles essentielles :**

La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe et soumise à de très nombreuses variables. Il est essentiel de connaître précisément la composition d'une huile essentielle pour contrôler sa qualité, comprendre ses caractéristiques et anticiper sa possible toxicité

##### **1- Composés terpéniques :**

Composés à base de terpènes La distillation ne permet d'extraire que les **monoterpènes** en **C10** et les **sesquiterpènes** en **C15**, tandis que les autres terpènes (**diterpènes** en **C20** et **triterpènes** en **C30**) ne peuvent pas être récupérés par cette méthode, car ils ne sont pas transportés par la vapeur d'eau. (Francoise & Annelise, 2013)

Strictement parlant, les terpènes sont des hydrocarbures, mais de nombreux dérivés ayant des structures apparentées (alcools, aldéhydes, cétones, acides) sont considérés comme des composés terpéniques.

Les hydrocarbures terpéniques : La formule brute générale est (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub>, avec n = 1 l'isoprène.  
(Marnier, 2019)

## **2- Composés aromatiques dérivés du phénylpropane :**

Les huiles essentielles contiennent de manière moins fréquente des composés aromatiques issus du phénylpropane par rapport aux mon terpènes et sesquiterpènes. (Francoise & Annelise, 2013).

### **2-1- Terpènes :**

Les molécules les plus courantes. Ils sont composés de carbone et d'hydrogène.

Mono terpènes : sont des molécules positives, principalement présentes dans les conifères :  $\alpha$  pinène (également présent dans : ciste, mélèze, myrte, romarin, sauge),  $\beta$ ta pinène...

- Composés anti-infectieux : bactéricides, virucides et fongicides qui peuvent être utilisés avec des phénols selon les besoins pendant l'infection ; également d'excellents immunostimulants. Ils ne sont pas aussi intenses que les phénols et sont d'excellents toniques généraux, antiseptique,

### **2 – 2 Terpènes polyinsaturés : dont sesquiterpènes :**

Antiseptique, antiseptique, anti-inflammatoire, anti-allergique, hormonal-like (viridiflorol), très hydrophobe. (Marnier, 2019)

### **2-3- Les Oxydes :**

Ce sont des stimulants des glandes exocrines, des expectorants, des mucolytiques, des antiviraux, des antiparasitaires, des antibactériens, des antifongiques = 1,8 cinéol, oxyde de linalol (Hyssop officinalis procumbens), ascaroténoïdes (Veratrum), caroténoïdes (Daucus carota) → ont des propriétés assez particulières selon leur propre formule biochimique.

Toxicité : Confusions fréquentes et transitoires (vertiges), l'Ascarisole est neurotoxique et hépatotoxique : ataxie, troubles visuels et auditifs, bradycardie, l'Apiole et le myristyl glycéride sont des convulsivants, et le dérivé anisé (anéthol) est un narcotique. Hydroxyde Citronellol, linalol, terpinéol, géraniol, carvéal de pin Stimulants systémiques et neurologiques, bactéricides à large spectre, viricides, anesthésiques (linalol, géraniol, bornéol), fongicides, immunomodulateurs. (Marnier, 2019)

**2-7-Les lactones (oxyde +cétone) :**

Anti-infectieux, antihelminthique, stimulant hépatique,

**Toxicité** : allergisant cutané, neurologique par passage de la barrière hématoencéphalique, puis déstructuration des gaines de myéline et perturbation électrique des neurones (convulsion, coma, mort) soit dose-dépendante, soit par accumulation de petites doses pendant longtemps. (Marnier, 2019)

**2- 8- Les coumarines :****2-9 -Les phtalides :****VI. Les caractères physiques des huiles essentielles :****1- *Artemisia herba alba* Asso :**

- ❖ Aspecte : liquide.
- ❖ Couleur : l'huile obtenue était de couleur jaune.
- ❖ Densité à 20°C : 0 .890 - 0.940
- ❖ Point éclair : 60°C ou 70 C°.
- ❖ Notes olfactives : Note de fond, puissante et herbacée.
- ❖ Parfum : très aromatique, discrètement épice.
- ❖ Solubilité : Il se dissout bien dans l'éthanol et les solvants organiques, mais il ne se dissout pas dans l'eau. (Habiba , et al., 2023)

**2- *Rosmarinus officinalis* L :**

- ❖ la densité de l'huile essentielle de romarin varie généralement entre 0,895 et 0,920 à une température de 20°C. (ChemicalBook)
- ❖ présente comme un liquide clair dont la couleur varie du jaune pâle au vert jaunâtre. (Characterization of Rosmarinus officinalis essential oil: Physical and chemical properties, 2019)
- ❖ Elle dégage un arôme frais et herbacé, accompagné d'une note camphrée caractéristique. (Antioxidant activity of six Portuguese thyme species essential oils, 2010)
- ❖ L'indice de réfraction de l'huile essentielle de romarin à 20°C se situe entre 1,464 et 1,473 (al-Sereiti, 1999)

# **Chapitre III**

Les insectes et les bactéries

# **Les**

# **Insectes**

**I. *Aphis Fabae* :****I. Définition du puceron noir (*Aphis fabae*) :**

Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) est une espèce holocylique et dioïque, de la famille des aphididés c'est-à-dire qu'elle complète son cycle de vie en alternant entre deux types d'hôtes. Elle passe ainsi de son hôte primaire, généralement le fusain, à des hôtes secondaires constitués de plantes herbacées issues de nombreuses familles botaniques différentes. (Éphytia, 2014) , Il est également considéré comme l'un des pucerons les plus polyphages, capable de se développer sur plus de 200 espèces végétales. Parmi celles-ci, on compte la betterave, la fève, la féverole, le haricot, la pomme de terre, la carotte, l'artichaut, le tabac, ainsi que diverses plantes ornementales et florales. (Fraval, 2006)

**II. Description :**

D'apparence ovale, parfois un peu aplatis ou globuleux, les pucerons sont de petits insectes mesurant entre 2 et 4 mm, avec un corps mou. Leurs pièces buccales sont spécialisées pour piquer et sucer. (Directory of Least, 2001)

**1- Forme Aptère :**

Elle est robuste, avec une couleur allant du noir mat au vert foncé.



**Figure 13 : *Aphis fabae* (forme aptère) (Scopoli)**

**2- Forme Ailée :**

Elle présente une teinte sombre, avec des antennes, des cornicules et une cauda courts et noirs. (htt2)



**Figure 14:** *Aphis fabae* (forme Ailée). (Sathster, 2024)

**III. Répartition géographique :**

Ce puceron est distribué à l'échelle mondiale, se retrouvant couramment dans les régions tempérées de l'hémisphère nord ainsi que dans les régions plus fraîches d'Amérique du Sud, d'Afrique et du Moyen-Orient. ( Blackman, & Eastop, 2008)

**IV. Classification :**

Selon **Scopoli** :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Super-ordre : Hemipteroidea

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre : Sternorrhyncha

Famille : Aphididae

Genre : *Aphis*

Espèce : *Aphis fabae* . (Scopoli I. A., 1763)

### V. Les dommages :

Dégâts causés par un nombre élevé de l'*Aphis fabae* provoque un retard de croissance des plantes. Les fleurs et les gousses sont endommagées et peuvent ne pas se développer correctement. (Research, 2013) En raison de la perte de sève, les plantes se rabougrissent, les tiges se déforment, des virus nocifs sont transmis et les résidus de l'*Apis fabae* contaminent les plantes. (Godfrey & Trumble, 2009)

Lorsqu'elles sont infestées par cet *Apis fabea*, les feuilles gonflent, s'enroulent et ne se développent plus. Le système racinaire se développe mal et la teneur en sucre est réduite.

Chez certaines autres plantes, les feuilles ne sont pas déformées, mais la croissance est entravée et les fleurs se cassent en raison de la salive toxique injectée par *Aphis fabae* pour améliorer la circulation de la sève. (Beet leaf aphid, Bean aphid, Black bean aphid, 2013)

Pour obtenir suffisamment de protéines, l'*Aphis fabae* doit se nourrir de grandes quantités de sève. Le miellat, liquide sucré en excès, est sécrété par les pucerons. Il adhère à la plante et favorise la croissance de fumagines. Celles-ci sont non seulement inesthétiques, mais réduisent également la surface disponible pour la photosynthèse et la valeur de la récolte. Les pucerons sont également vecteurs d'une trentaine de virus végétaux, dont la plupart sont non persistants.

L'*Aphis fabae* n'est peut-être pas la source initiale de l'infection, mais ils contribuent significativement à la propagation des virus dans les cultures. (Research, 2013) .





Figure 15 : Les dommages de l'*Aphis fabae* (Leone, 2016)

**II. *Thaumetopoea pityocampa* :**

**I. Définition *Thaumetopoea pityocampa* :**

La processionnaire du pin, Bien que connue des anciens, l'espèce a été décrite pour la première fois par Michael Dennis et Ignaz Schiffmuller en 1775.

Elle est connue pour les dommages économiques qu'ils causent aux forêts de conifères.

C'est l'une des espèces les plus pour les pins et les cèdres d'Asie centrale, d'Afrique du Nord et d'Europe du Sud. (Axel & Sigrid, 2010)

## II. Description :

Tout d'abord, il faut savoir que la chenille passe par plusieurs stades de vie : l'œuf, la larve, la chrysalide et enfin le papillon. (insectes)



**Figure 15:** Cycle de vie de *Thaumetopoea pityocampa*.

(Miteprocessionary de pin illustration stock)

Le premier stade est la larve :

Les larves mesurent environ 4 cm de long, sont généralement jaunes avec des taches brun-rougeâtre et sont couvertes de longs poils denses.



**Figure 16 :** La larve de *Thaumetopoea pityocampa*. (Abobe stock)

Le deuxième stade est la marche :

Les larves se déplacent en grands groupes, entraînant d'autres larves derrière elles, ce qui leur donne l'apparence d'une procession. Cette marche en groupe permet aux larves d'atteindre des zones sûres pour former le cocon.



**Figure 17:** la marche. (*Processionarie*)

Le troisième stade est la chrysalide :

Les larves émergent du cocon dans le sol. Elles se transforment alors en papillon. (التصنيف) : علم الحيوان و النبات ، 2017 (2017)



**Figure 18 :** la chrysalide *Thaumetopoea pityocampa*. (زرابعه، 2025)

Le dernier stade est le papillon :

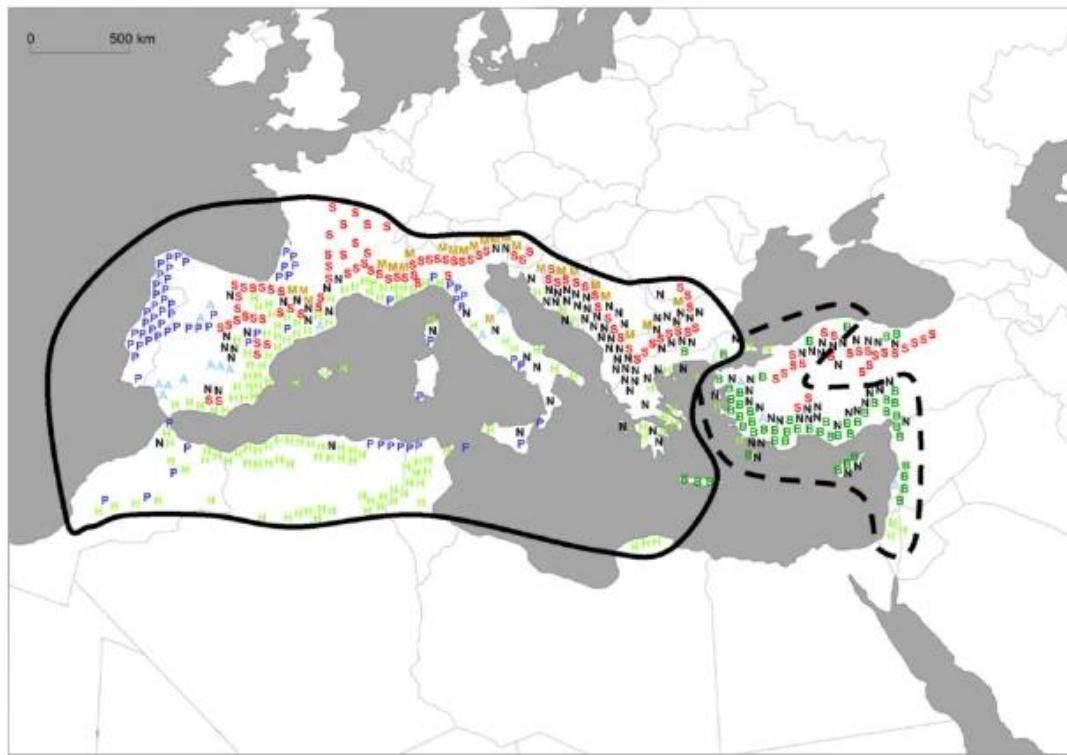
C'est un petit papillon il mesure environ 30 – 40 mm, (زغرون، 2023) nocturne jaune aux ailes grises ou brunes avec des rayures ou des taches foncées. Les femelles ont une envergure plus grande, de 3,6 à 4,8 cm, contre 3 à 3,8 cm pour les mâles. Ces papillons ont des ailes souples, ce qui leur permet d'atterrir silencieusement en cas de besoin. Ils sont également couverts d'épais poils et pondent leurs œufs sur les branches des arbres pour compléter leur cycle vital (insectes)



**Figure 19:** le papillon *Thaumetopoea pityocampa*. (SEDQ)

### III. Répartition géographiques :

Est originaire d'Europe du Sud, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Grâce au commerce international de plantes vivantes, elle a étendu son aire de répartition plus au nord et s'est établie jusqu'en Hongrie, en Suisse et en région parisienne. (Forest reaserch)



**Figure 20:** Répartition géographique de *Thaumetopoea pityocampa* (Fores reaserch)

### IV. Classification : Selon (Denis & Schiffermüller, 1775)

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Lepidoptera

Famille : Notodontidae

Sous-famille : Thaumetopoeinae

Genre : Thaumetopoea

Espèce : *Thaumetopoea pityocampa*

### V. Les Dommages :

#### 1- Dégâts forestiers :

La teigne du pin est un ravageur économique majeur dans les forêts de conifères, Cet insecte est considéré comme un ravageur sérieux. (Kerdelhué, et al., 2009) ; Elle survient périodiquement, tous les sept à neuf ans. (Li, et al., 2015)

Bien que les pins soient les plus sensibles, d'autres conifères, comme le mélèze, le sont également. Si les chenilles sont présentes en grand nombre, et est responsable d'une grande partie de la défoliation des conifères elles peuvent défolier complètement un arbre. (Forest reaserch, 2021)

Les chenilles processionnaires du pin se nourrissent des aiguilles des pins et de certaines autres espèces de conifères. Cela peut les affaiblir, les rendant plus vulnérables aux attaques d'autres ravageurs ou maladies, ainsi qu'aux stress environnementaux tels que la sécheresse ou les inondations. (Forest reaserch, 2021)

### 2- Interactions avec les humains :

Au cours du troisième stade de développement et des stades ultérieurs, les chenilles du pin utilisent des poils visibles pour repousser les prédateurs. Ces poils contiennent une substance chimique irritante appelée thaumétopoéine. Le simple contact avec les poils des chenilles du pin peut provoquer de graves éruptions cutanées (urticaire) et une irritation oculaire chez l'homme et d'autres mammifères, (Bonnet, Martin, & Mazet, 2008) et certaines personnes peuvent même avoir des réactions allergiques. (Vega, et al., 1999) Lorsqu'elles sont stressées ou menacées, les larves du cinquième stade projettent des poils semblables à des harpons qui pénètrent la peau exposée à proximité et libèrent une protéine urticante qui irrite la peau. (Bonnet, Martin, & Mazet, 2008)



**Figure 21:** Les effets secondaires de *Thaumetopoea pityocampa* sur l'humaine. (Pine processionary)

### **III. Charançon de maïs (*Sitophilus zeamais*)**

#### **1- Description morphologique du charançon du maïs :**

Le charançon du maïs est un ravageur bien connu des stocks céréaliers, reconnaissable à sa couleur brun-noir. La larve de *Sitophilus zeamais* est apode, de forme courbée, avec un corps mou de teinte blanc jaunâtre et une tête plus foncée ; elle atteint une taille de 2 à 3 mm. À l'état nymphal, l'insecte présente une coloration blanche opaque. L'imago, quant à lui, est un petit coléoptère mesurant environ 3 à 4 mm de long, à cuticule brun foncé, marqué par la présence de motifs jaunâtres à rougeâtres sur le dessus des ailes antérieures, ce qui facilite son identification. (Alleoni & Ferreira)

Ils présentent également des tergites abdominaux de teinte noirâtre. Leur durée de vie est relativement longue, variant de 3 à 6 mois, voire davantage. Ce sont des insectes capables de voler avec aisance. (Autrique & Perreux, 1989)



**Figure 22:** *Sitophilus zeamais* (*Sitophilus zeamais*)

**2- Classification :** (Family-group names in Coleoptera, 2011)

- **Règne :** Animalia
- **Embranchement :** Arthropoda
- **Sous-embranchement :** Hexapoda
- **Classe :** Insecta
- **Ordre :** Coleoptera
- **Sous-ordre :** Heterogastra
- **Famille :** Curculionidae
- **Sous-famille :** Calandrinae
- **Genre :** *Sitophilus*
- **Espèce :** *Sitophilus zeamais*

**3- La répartition géographique :**

Le charançon du maïs est une espèce largement répandue à l'échelle mondiale, avec une prédominance dans les régions tropicales et subtropicales. On l'observe fréquemment en cohabitation avec le charançon du riz, notamment dans les zones de culture du maïs. (Longstaff, 1981) , Cette espèce présente une grande capacité de dispersion naturelle, renforcée par l'intervention des activités humaines (Corrèa, et al., 2016)

**4- Les dommages causés par le maïs stocké**

- ❖ Le charançon du maïs, est reconnu pour son important pouvoir de détérioration des céréales entreposées (Ndiaye, 2008)

- ❖ L'adulte de *S. zeamais* ne cause pas de dégâts directs sur le maïs, ni au champ ni en stockage. Les dommages sont dus aux larves, qui se développent à l'intérieur du grain en consommant une grande partie de ses réserves avant la nymphose ,En revanche, les adultes sont qualifiés de granivores, car ils se nourrissent des grains en les rongeant de l'extérieur. (Ngamo & Hance, 2007)
- ❖ L'infestation du maïs par *S. zeamais* débute généralement au champ peu avant la récolte, puis les adultes émergent plus tard dans les stocks où ils se multiplient rapidement. (E F, Stephen, & Ahmed , 2008)

# **Les**

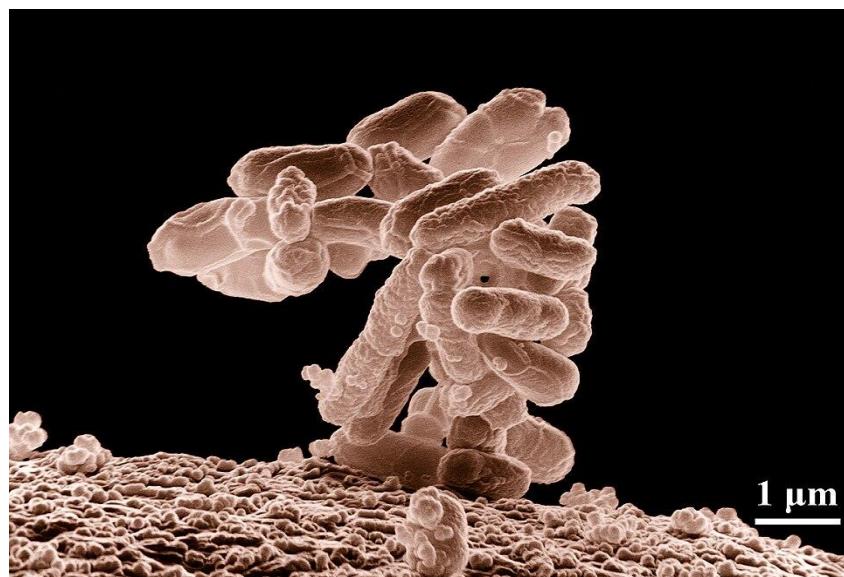
# **Bactéries**

## *I. Escherichia coli*

### 1- Description et historique

*Escherichia coli* constitue le micro-organisme le plus étudié au monde. Il également connue sous le nom de colibacille, a été identifiée pour la première fois en 1885, après avoir été isolée dans les selles de nourrissons par le médecin allemand Theodor Escherich. Cette bactérie fut officiellement nommée *Escherichia coli* en hommage à son découvreur. (Mark de Been, et al., 2022)

Sont des micro-organismes extrêmement polyvalents et représentent une composante essentielle du microbiote intestinal normal chez l'homme et les animaux. Bien qu'elles soient généralement inoffensives et vivent en commensales, elles peuvent acquérir divers éléments génétiques mobiles contenant des gènes codant pour des facteurs de virulence. Cette acquisition peut transformer *E. coli* en un pathogène émergent chez l'humain, capable de provoquer un large éventail de maladies, tant intestinales qu'extra-intestinales (Babak , Wolfram, & John , 2021)



**Figure 23:** Observation d'*Escherichia coli* par microscopie électronique à balayage. (peltier, 2017)

### 2- Classification d'*E. coli* :

- **Règne :** Bacteria
- Embranchement :** Proteobacteria
- Classe :** Gammaproteobacteria

**Ordre :** Enterobacteriales

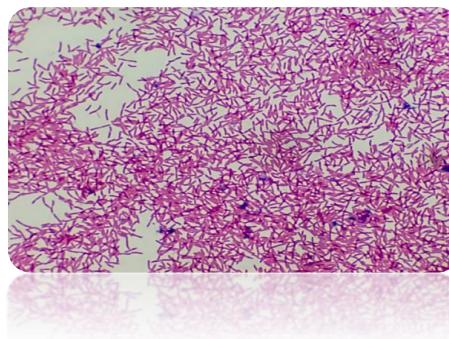
**Famille :** Enterobacteriaceae

**Genre :** Escherichia

**Espèce :** *Escherichia coli* (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2012)

### 3- Caractères Morphologique et culturaux :

1. Forme cylindrique (bâtonnet) ou Cocco bacillaire.
2. Gram négatif, uniformément coloré.
3. Non sporulé, parfois capsulé.
4. Taille : 2 à 3  $\mu\text{m}$  de long sur 0,5  $\mu\text{m}$  de large.
5. Se développe en 24 heures à 37 °C sur milieux gélosés
6. Bactéries aéro-anaérobies facultatives.
7. Croissance facile sur milieux usuels contenant du lactose.
8. Sur milieux solides après 18 à 24 heures :
  - ✓ Colonies rondes, lisses,
  - ✓ Bords réguliers,
  - ✓ Diamètre de 2 à 3 mm.
9. Croissance possible sur milieux sélectifs pour entérobactéries :
  - ✓ Exemples : Mac Conkey, Drigalski. (*Escherichia coli: Introduction, Morphology, Pathogenicity, Lab Diagnosis, Treatment, Prevention, and Keynotes*, 2023)



**Figure 24:** Frottis de bacilles Gram-négatif (Islam M. A., 2021)



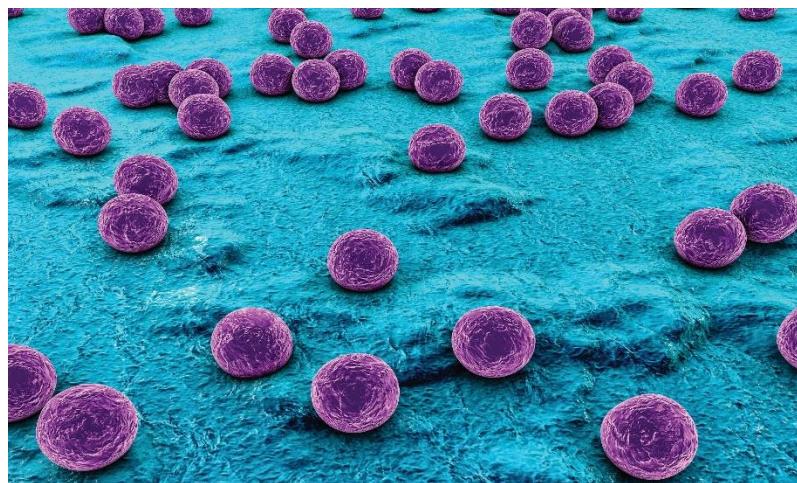
**Figure 25:** Gélose *MacConkey*. (Quizlet)

## **II. *Staphylococcus aureus***

### **1- Description et historique**

*Staphylococcus aureus* est une bactérie courante, capable de survivre dans des conditions difficiles comme la chaleur, le sel et la sécheresse. Elle colonise la peau et les muqueuses des humains et animaux. Habituellement inoffensive, certaines souches peuvent néanmoins causer des infections. (W.J., 2002) Découverte pour la première fois en 1878 par Robert Koch, *Staphylococcus aureus* fut observée sous forme de grappes caractéristiques au microscope, ce qui lui a valu son nom. (Le Loir Y., Baron F, & Gautier M., 2003)

En 1882, le chirurgien Alexander Ogston baptisa la bactérie "Staphylocoque", un nom inspiré du grec *staphyle* (grappe) et *kokkos* (grain). Deux ans plus tard, Rodenbach classa ce genre bactérien en deux groupes selon la couleur des colonies, désignant les formes dorées sous le nom de *Staphylococcus aureus*. (Brisabois , 1997)



**Figure 26:** *Staphylococcus aureus* au microscope (microbien, 2020)

## 2- Classification :

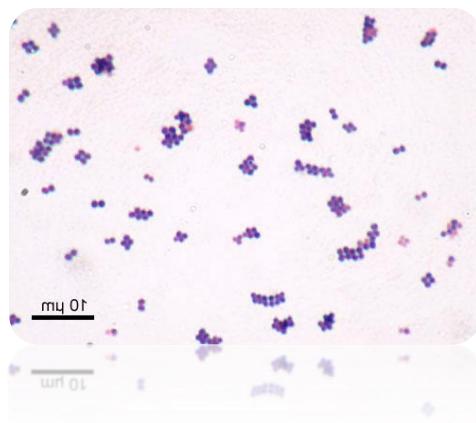
À partir du **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**.

- **Domaine** : Bacteria
- **Division** : Firmicutes
- **Classe** : Bacilli
- **Ordre** : Bacilliales
- **Famille** : Staphylococcaceae
- **Genre** : *Staphylococcus*
- **Espèce** : *Staphylococcus aureus* (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2012)

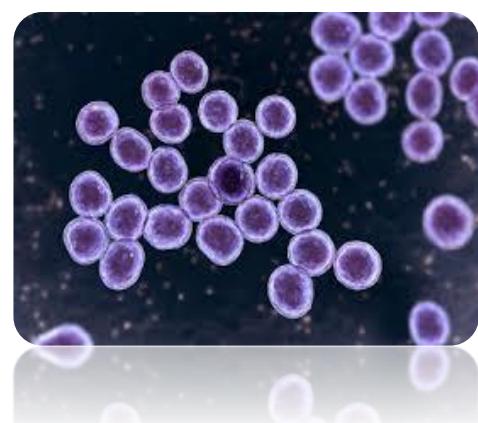
## 3- Les Caractères Morphologique et culturaux :

1. *Staphylococcus aureus* est une cocci Gram positif, diamètre 0,5–1 µm.
2. Immobile, non sporulé, parfois capsulé.
3. Croît sur milieux sélectifs (ex. gélose Chapman) et non sélectifs. (Falcucci , Marie, & Christian, 2007)
4. *S. aureus* se cultive facilement sur milieux usuels et sélectifs contenant 7,5 % de NaCl.
5. Tolère un pH entre 5,6 et 8,1 et des températures de 10 à 45 °C.
6. Température optimale de croissance : 37 °C, pH optimal : 7,5.
7. Résistante aux inhibiteurs bactériens comme le cristal violet et le tellurite de potassium.

8. Possède des résistances aux antibiotiques variables selon les souches. (Léon & Véron, 1989)



**Figure 27:** Coloration de Gram (Islam M. S.)



**Figure 28:** Observation microscopique (CUZIN)

# **Partie II**

## **Etude expérimentale**

# **Chapitre I**

## **Matériel et méthode**

## I. Matériel et Méthodes

### 1 Méthode d'extraction des huiles essentielles :

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par L'hydrodistillation, en utilisant un appareil de type **Clevenger**. Cette méthode a été choisie pour son efficacité et parce qu'elle est conforme aux procédures habituelles d'extraction des composés volatils des plantes.

#### 1.1 Espèces utilisées :

- **La première espèce :** *Rosmarinus officinalis* L. (stade de florisation)
- **La deuxième espèce :** *Artemisia herba-alba* Asso. (stade adulte)

#### 1.2 Récolte de la matière végétale :

Les parties aériennes (feuilles et tiges) d'*Artemisia herba-alba* Asso. Ont été récoltées à l'état frais durant la période de floraison dans la région d'Oued Athmania (Mila), tandis que celles de *Rosmarinus officinalis* L. Ont été collectées dans la région d'Oued Athmania (Mila), toutes deux au mois de mars 2025.

Les plantes ont été cueillies manuellement, puis transportées rapidement au laboratoire afin de procéder à l'extraction des composés volatils (huiles essentielles).

#### 1.3 Matériel de laboratoire :

- Appareil de hydro distillation de type Clevenger.
- Ballon à fond rond en verre (2 L).
- Source de chauffage électrique.
- Verrerie de laboratoire stérilisée.
- Eau distillée.

#### ➤ Protocole expérimental

Le protocole d'hydrodistillation a été mis en œuvre selon J.F. Clevenger (Clevenger, 1928)

- 100 g de plante fraîche ont été placés dans le ballon contenant 1 litre d'eau distillée.
- Le système Clevenger a été monté et l'hydrodistillation s'est déroulée à ébullition modérée.
- En raison du faible rendement à chaque distillation, cette opération a été répétée sur plusieurs fois jusqu'à obtention d'une quantité suffisante d'huile essentielle.

- Les huiles essentielles extraites ont été transférées dans des **petits tubes opaques adaptées à la conservation des huiles**.

Ces extraits volatiles ont été conservés, à l'abri de la lumière et de l'air, pour maintenir la stabilité et l'efficacité des huiles.



1 2

**Figure 29:** Extraction des HE *Rosmarinus officinalis* L et *Artemisia herba-alba* Asso.

- 1 *Rosmarinus officinalis* L. 2 *Artemisia herba-alba* Asso.

## 1.4 Les huiles obtenues :



A

B

**Figure30:** Les huiles essentielles obtenues**A : *Artemisia herba alba* Asso****B : *Rosmarinus officinalis* L**

### 1.5 Calcule du rendement

Le rendement en huile essentielle a été calculé selon la formule :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Volume d'huile essentielle (mL)}}{\text{Masse de plante fraîche (g)}} \times 100$$

## II.1 Evaluation d'Activité antibactérienne : a été réalisé dans labo de microbiologie

### 1- Méthode de travailles :

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de diffusion en gélose utilisant la technique des puits, selon le protocole décrit par Issakha Dieye (**Dieye, 2022**)

### 2- Matériel utilisé :

#### • Souches bactériennes :

- ✓ *Escherichia coli* (Gram négatif)
- ✓ *Staphylococcus aureus*. (Gram positif).

#### • Milieu de culture : Mueller-Hinton

#### • Huiles essentielles : *Rosmarinus officinalis* L. et *Artemisia herba-alba* Asso.

#### • Témoins : antibiotique (témoin positif), puit vide (témoin négatif).

#### • Matériel de laboratoire :

- ✓ Les boîtes de Pétri
- ✓ micropipettes
- ✓ Les embouts
- ✓ Les pipettes Pasteur
- ✓ vortex
- ✓ bec Bunsen
- ✓ règle millimétrée
- ✓ incubateur à 37 °C
- ✓ eau de Javel pour désinfection.
- ✓ Tubes CBU

### 3- Protocole expérimental : selon le protocole décrit par Issakha Dieye (Dieye, 2022)

#### 1. Préparation du milieu de culture :

Le milieu de culture Mueller-Hinton a été préparé, stérilisé, puis maintenu à l'état liquide dans un **bain-marie**. Ensuite, il a été versé **de manière aseptique** dans des **boîtes de Pétri stériles**. Une fois solidifié et présentant une **surface mate**, le milieu était prêt pour l'ensemencement.



**Figure 30:** Verser le milieu Mueller-Hinton dans les boîtes de Pétri.

## 2. Réparation des suspensions bactériennes :

Avant l'ensemencement, les suspensions bactériennes *d'Escherichia coli* et de *Staphylococcus aureus*. Ont été **homogénéisées à l'aide d'un vortex**, afin d'assurer une suspension homogène des cellules bactériennes.



**Figure 31:** Agitation E. coli au vortex.

## 3. Ensemencement bactérien :

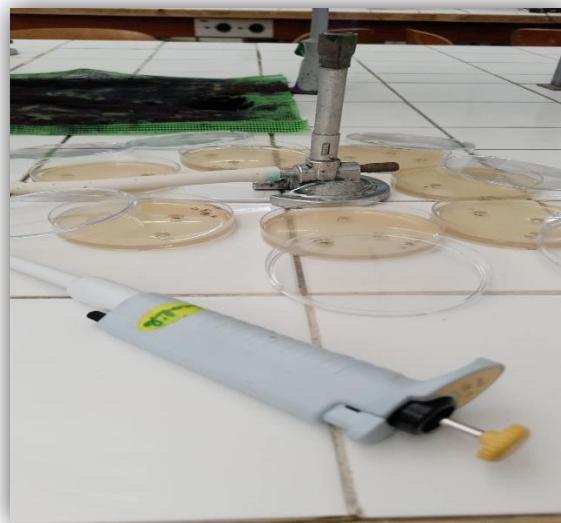
L'ensemencement a été réalisé par **étalement linéaire** sur toute la surface de la gélose à l'aide d'un **tube CBU**, permettant une répartition homogène des bactéries.



**Figure 32:** Ensemencement en ligne de la bactérie sur le milieu de culture.

#### 4. Réalisation des puits :

Trois puits équidistants ont été creusés dans chaque boîte de Pétri à l'aide d'une **pipette Pasteur stérile**, pour accueillir les volumes d'huiles essentielles.



**Figure 33:** Réalisation des puits à l'aide d'une pipette Pasteur.

#### 5. Ajout des huiles essentielles :

Des volumes précis de 10, 20 et 50  $\mu\text{L}$  d'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. et *Artemisia herba-alba* Asso. Ont été déposés dans les puits à l'aide de micropipettes, en changeant systématiquement l'embout stérile entre chaque prélèvement pour éviter toute contamination croisée.



**Figure 34:** Prélever l'huile à l'aide d'une micropipette

#### 6. Préparation des témoins :

Une **boîte témoin** a été préparée, contenant :

- **un puits pour Gentamicine** (témoin positif)
- **un puits vide** (témoin négatif)

#### 7. Incubation :

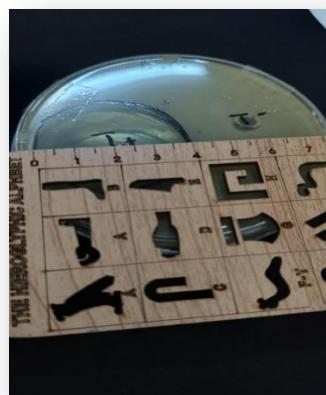
Les boîtes ont été incubées à **37 °C** pendant **24 heures**, puis à nouveau observées après **48 heures**, afin de permettre le développement bactérien et l'apparition des éventuelles zones d'inhibition.



**Figure 35:** Placer les boîtes en étuve pendant 24h et 48h

## 8. Lecteur des résultats :

À l'issue de l'incubation, les **diamètres des zones d'inhibition** formées autour des trous ont été mesurés à l'aide d'une **règle millimétrée**, ce qui permet d'évaluer l'activité antibactérienne des huiles essentielles testées.



**Figure 36 :** Mesure des diamètres à l'aide d'une règle.

Les résultats sont exprimés selon trois niveaux d'activité (Biol, 2024):

- Si le diamètre est :
  - ❖ < 8 mm, l'organisme est résistant (non sensible)
  - ❖ 9-14 mm, sensible (+)
  - ❖ 15-19 mm, très sensible (++)
  - ❖ 20-25 mm, extrêmement sensible (+++)
  - ❖ >25mm, sensibilité maximale (++++)

## II.2 Evaluation de l'activité insecticide

### 1- LA méthode utilisée : (Le principe)

La fumigation en micro-atmosphère confinée est une méthode qui consiste à exposer les insectes aux vapeurs d'une huile essentielle dans un récipient hermétiquement fermé, sans contact direct avec la substance. (Krzyszowski, et al., 2020)

### 2- Matériel utilisé

- **Matériel animal**

- **Espèces étudiées :**

- La première espèce : *Aphis fabae* ( stade adulte )
- La deuxième espèce : *Thaumetopoea pityocampa* ( stade da la lerve )
- La troisième espèce : *Sitophilus zeamais* ( stade adulte )



1

2

3

**Figure 37:** Les trois espèces étudiées.

- **Collecte des insectes**

**Les insectes étudiés ont été collectés au cours du mois d'avril 2025 à partir de différentes localités.**  
La première espèce, *Aphis fabae*, a été prélevée à Oued Athmania (Mila), sur le champ de artichaut  
La deuxième espèce, *Thaumetopoea pityocampa*, a été collectée à Oued Athmania (Mila), dans un champ de  
pois.

La troisième espèce, *Sitophilus zeamais*, a été récupérée dans un moulin de maïs et de blé situé à Constantine.

- **Matériel végétal**

- **Huiles essentielles testées :**

- *Rosmarinus officinalis* L.
- *Artemisia herba-alba* Asso.

### 3- Protocole expérimental :

Le protocole de fumigation utilisé est inspiré de (**Krzyżowski et al, 2020**)

- **Conditions expérimentales**

Pour chaque espèce d'insecte, des groupes expérimentaux ont été constitués dans des boîtes de Pétri stériles. Chaque boîte contenait un nombre défini d'individus vivants, ainsi qu'une **source alimentaire spécifique** à l'espèce.

Les cotons imbibés d'huile essentielle ont été positionnés sans contact direct avec les insectes, pour permettre la diffusion des vapeurs.



**Figure 38:** Les témoins consistent en des boîtes qui contiennent les insectes avec leur nourriture.



1

2

3

**Figure 39 :** Boîtes de Pétri contenant un coton imprégné de 10  $\mu$ L, 20  $\mu$ L ,30  $\mu$ L d'huile essentielle, avec les trois espèce.

- 1 *Aphis fabae*.
- 2 *Thaumetopoea pityocampa*.
- 3 *Sitophilus zeamais*.



**Figure 40:** Les répétitions d'*Aphis fabae*.

- Chaque condition a été répétée plusieurs fois, Toutes les boîtes ont été placées dans une chambre à conditions contrôlées :

Température, Humidité relative, Photopériode

- **Suivi des effets (Lecture et notation) :**

Les observations ont été faites quotidiennement. Le **nombre d'insectes morts** a été enregistré dans chaque boîte.

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

**I. L'extraction des huiles essentielles :****1- Huile essentielles obtenus :**

Nous avons extrait les huiles essentielles à partir de la partie aérienne fraîche (tige, feuilles et les fleurs) par la méthode d'hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger.

Les huiles essentielles obtenues sont des composants naturels volatiles, aromatiques liquide à température ambiante.

➤ *Artemisia herba alba* Asso : nous avons obtenus une huile essentielle de couleur jaune pâle, à odeur forte.

➤ *Rosmarinus officinalis* L : une huile essentielle incolore à jaune pâle, odeur fraîche aromatique

**2- Rendements des huiles essentielles obtenues :**

Le rendement obtenu est différent dans les deux espèces :

**Tableau 2** : Rendement des huiles essentielles

Plantes	<i>Artemisia herba alba</i> Asso	<i>Rosmarinus officinalis</i> L
Rendement en %	1.6	0.4

Le rendement des huiles essentielles

➤ *Artemisia herba alba* peut être considéré comme se situant dans la fourchette supérieure des études, car les étude alternative est Il indique que le pourcentage d'huiles essentielles qu'il contient varie entre 0.5-1.5% , à ce luit trouvé par d'autres cités ci-dessous.

Il est proche de celui trouvé par une étude mentionne un rendement entre 1.4-1.7% in Alegria (Belhattab et al., 2014) ( (Dob & Benabdelkader, 2006) aussi dans par l'étude des Pays du Moyen-Orient (Abu-darwish et al.,2013)

➤ *Rosmarinus officinalis* : le rendement obtenu est considéré comme un résultat un peu faible car dans les études antérieures les résultats est portée entre 0.5 – 2 %

Les résultats trouvés par les autres cités ci –dessous :

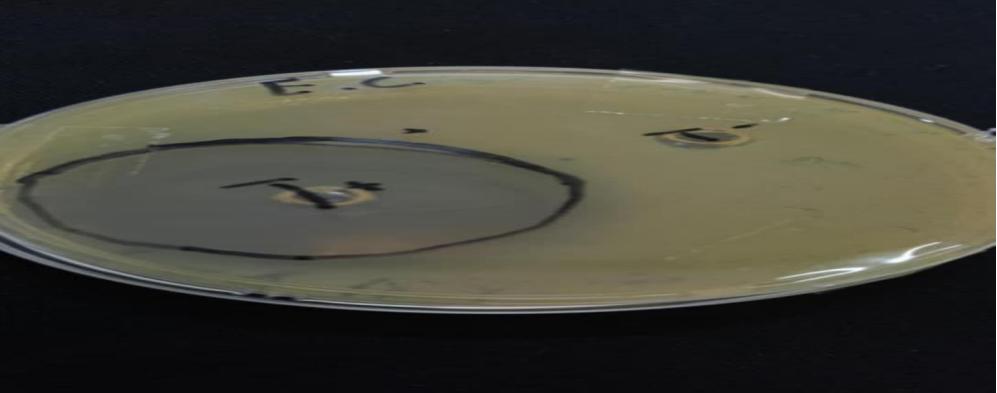
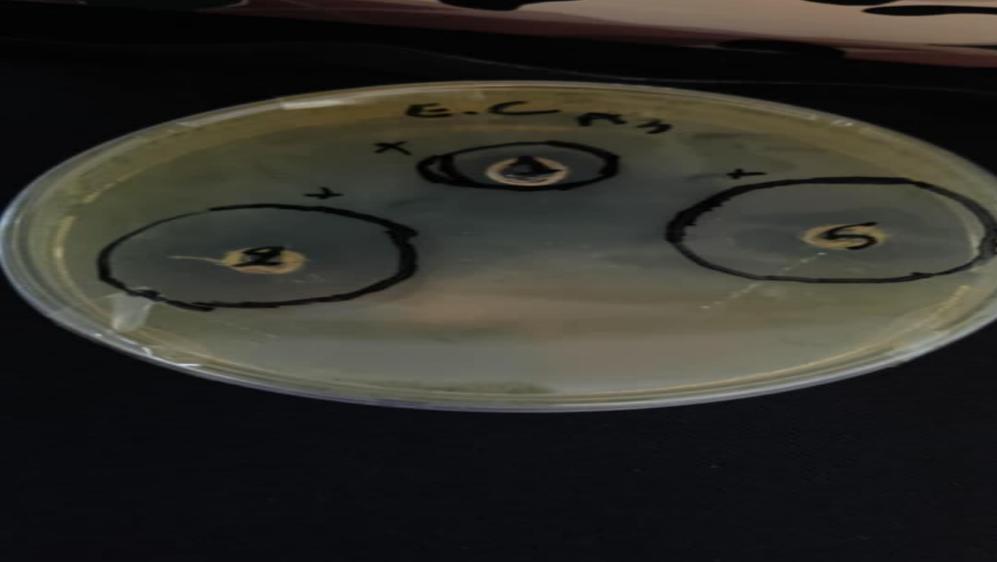
Entre 0.7-1.5% pour un étude ( Zaouli et al.,2013) a Tunisie , aussi 1.5-2.1% par ( Borges et al.,2019)

Cette étude il peut Ces mauvais résultats peuvent être dus à des facteurs climatiques ou qualitatifs, à un processus d'extraction inefficace ou à une variété inadaptée.

# Activité Biologique

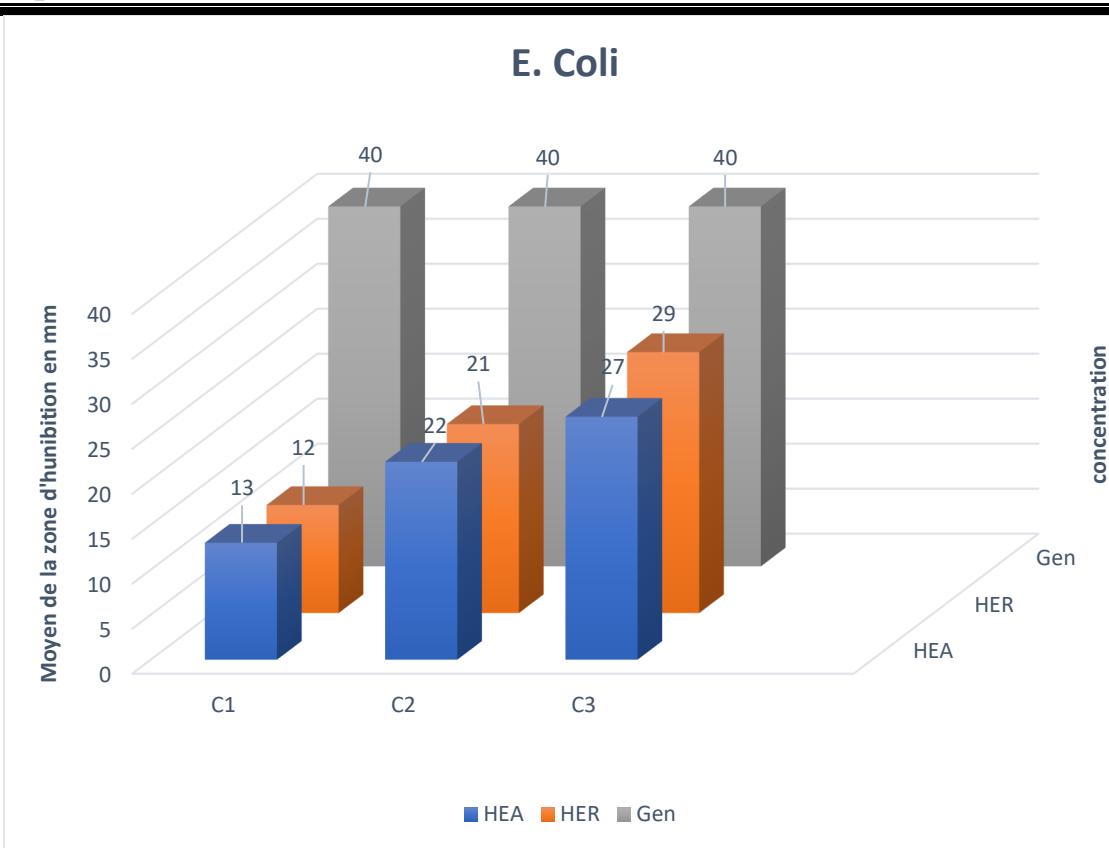
### I. Activité anti bactérien :

**Tableau 3:** Diamètres de la zone d'inhibition de en (mm) après 48 h (Escherichia coli) .

Traitements	Résultats
Gentamicine	
HER	
HEA	

**Tableau 4:** Diamètres moyens de la zone d'inhibition de *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba alba* et Gentamicine en (mm) après 48 h. *Escherichia Coli*

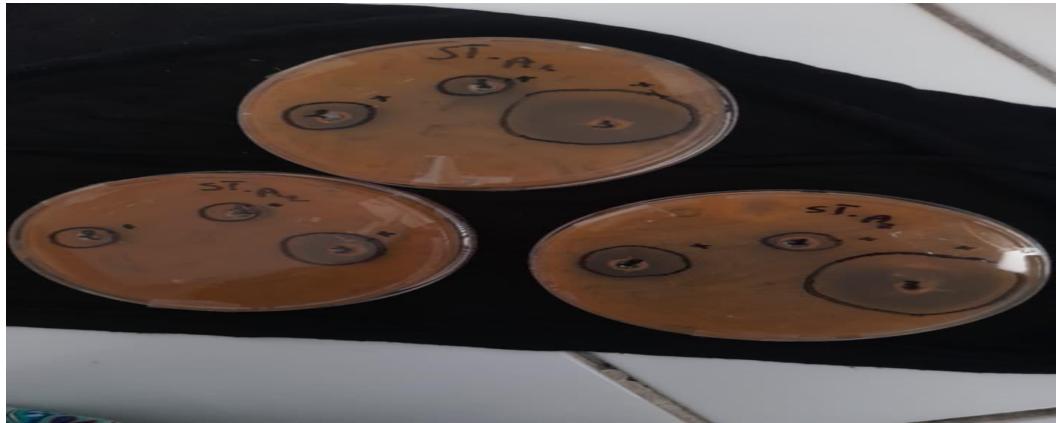
<i>Escherichia Coli</i>			
<b>Gentamicine</b>			
Diamètres moyens de la zone d'inhibition en (mm)	<b>40</b>		
Sensibilité	++++		
<b>HER</b>			
<b>Concentration</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
Diamètres moyens de la zone d'inhibition en (mm)	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>29</b>
Sensibilité	+	+++	++++
<b>HEA</b>			
<b>Concentration</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
Diamètres moyens de la zone d'inhibition en (mm)	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>27</b>
Sensibilité	+	+++	++++



**Figure 53 :** La moyenne de la zone d'inhibition sous l'effet de différentes concentrations (HER, HEA et Gen : l'*Escherichia Coli*).

**Tableau 5 :** Diamètres de la zone d'inhibition de en (mm) après 48 h (*Staphylococcus aureus*).

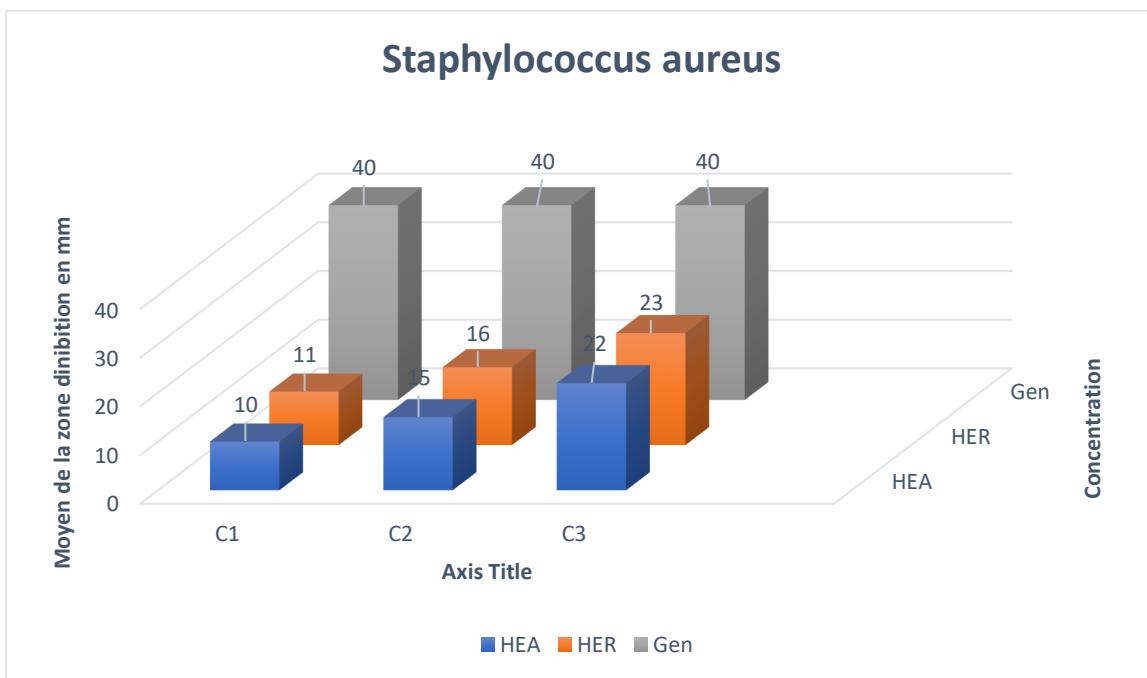
Traitements	Résultats
Gentamicine	

HER	
HEA	

**Tableau 6 :** Diamètres moyens de la zone d'inhibition de *Rosmarinus officinalis*.L, *Artemisia herba alba* Asso et gentamicine en (mm) après 48 h. *Staphylococcus aureus*

<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	
<b>Gentamicine</b>	
<b>Diamètres moyens de la zone d'inhibition en (mm)</b>	<b>50</b>
<b>Sensibilité</b>	<b>++++</b>

HER			
Concentration	C1	C2	C3
Diamètres moyens de la zone d'inhibition en (mm)	11	16	23
Sensibilité	+	++	+++
HEA			
Concentration	C1	C2	C3
Diamètres moyens de la zone d'inhibition en (mm)	10	15	23
Sensibilité	+	++	+++



**Figure 54 :** La moyenne de la zone d'inhibition sous l'effet de différentes concentrations (HEA, HER et Gen : *Staphylococcus aureus*).

#### Activité antibactérienne :

L'étude menée a permis d'évaluer l'activité antibactérienne des huiles essentielles (HEs) de *Rosmarinus officinalis* et d'*Artemisia herba-alba* contre deux souches bactériennes pathogènes : *Escherichia coli* (Gram négatif) et *Staphylococcus aureus*. (Gram positif). Les résultats obtenus révèlent une inhibition significative de la croissance bactérienne, exprimée par des zones d'inhibition dont les diamètres augmentent proportionnellement aux volumes appliqués.

Pour *E. coli*, les diamètres d'inhibition enregistrés avec l'HE de *Rosmarinus* étaient de 14 mm (C1 : 10 µL), 23 mm (C2 : 20 µL), et 29 mm (C3 : 25 µL). De manière similaire, l'HE d'*Artemisia herba-alba* a généré des diamètres de 13 mm, 23 mm, et 27 mm respectivement pour les mêmes concentrations. Ces résultats confirment l'effet dose-dépendant des HEs : une concentration plus élevée correspond à une activité antibactérienne plus marquée. L'effet plus prononcé du *Rosmarinus* par rapport à l'*Artemisia* est également cohérent avec les profils phytochimiques connus de ces plantes, le *Rosmarinus officinalis* étant riche en composés actifs comme le 1,8-cinéole, le camphre et l' $\alpha$ -pinène, qui possèdent une forte action antimicrobienne.

Ces observations sont en accord avec plusieurs travaux antérieurs. Par exemple, des études ont démontré que l'HE de *Rosmarinus officinalis* présentait une forte activité contre *E. coli*, avec des zones d'inhibition supérieures à 20 mm à des doses similaires. De même, l'HE d'*Artemisia herba-alba* a été reconnu pour son efficacité contre des souches bactériennes variées, bien que son activité puisse varier selon la composition chimique, influencée par des facteurs géographiques, climatiques et saisonniers.

La sensibilité marquée de *E. coli* et *Staphylococcus aureus*. À ces extraits naturels, comparable dans certains cas à celle de la gentamicine (zone d'inhibition de 40 mm), souligne l'intérêt potentiel de ces huiles comme alternatives ou compléments aux antibiotiques conventionnels, notamment dans le contexte actuel de résistance bactérienne croissant.

Les deux huiles essentielles, *Rosmarinus officinalis* L. (romarin) et *Artemisia herba-alba* (armoise blanche), ont démontré une efficacité significative et des effets presque équivalents contre la souche bactérienne testée (*Escherichia coli*). Une augmentation du volume d'huile appliquée a entraîné une élévation du diamètre des zones d'inhibition, mettant en évidence une activité antibactérienne dose-dépendante.

Concernant l'effet de ces huiles essentielles sur la souche bactérienne *Staphylococcus aureus*. les zones d'inhibition observées étaient plus réduites pour les deux huiles. Pour l'huile essentielle de *Rosmarinus*, les diamètres des zones d'inhibition mesurés autour des trous étaient de 11 mm, 16 mm et 23 mm pour les concentrations de 10 µL (C1), 20 µL (C2) et 25 µL (C3), respectivement. De manière similaire, l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* a inhibé la croissance bactérienne avec des zones d'inhibition de 10 mm, 16 mm et 23 mm aux mêmes concentrations.

### Discussion :

Les résultats obtenus montrent que les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Artemisia herba-alba* possèdent une activité antibactérienne significative contre *E. coli*, avec une efficacité similaire et une réponse clairement dose-dépendante. Cette observation suggère que certains composants volatils actifs (tels que les monoterpènes) sont présents à des concentrations suffisantes pour inhiber la croissance bactérienne.

Concernant *Staphylococcus aureus*, une activité plus modérée a été constatée, ce qui pourrait s'expliquer par la plus grande résistance naturelle de cette souche Gram positive, souvent plus tolérante aux composés hydrophobes des huiles essentielles.

Ces résultats sont en accord avec plusieurs études antérieures rapportant l'efficacité du *Rosmarinus officinalis* et de l'*Artemisia herba alba* contre diverses bactéries pathogènes (Ben Hsouna et al. 2013 ; Bakkali et al. 2008). Toutefois, les diamètres d'inhibition varient selon l'origine géographique des plantes, leur mode d'extraction, et la nature chimique précise des composés majoritaires.

Les résultats confirment que l'HE de *Rosmarinus officinalis* exerce une action antimicrobienne significative contre *E. coli* et *Staphylococcus aureus*, en cohérence avec les études de Sienkiewicz et al. Mihajilov-Kristev et al., et Probuseenivasan et al., qui rapportent des MIC à l'ordre de quelques mg/mL et une zone d'inhibition par méthodes diffusion correcte.

Les composés actives, notamment le 1,8-cinéole,  $\alpha$ -pinène, acide carnosique et rosmarinic acid, sont réputés pour perturber la structure des membranes bactériennes, dans un effet synergique. Cet effet synergie a été confirmé par plusieurs études alimentaires via l'ajout de romarin dans les viandes qui ont sensiblement réduit la croissance bactérienne.

L'HE d'*Artemisia herba alba* a montré une activité notable sur *E. coli*, comme indiqué dans la littérature marocaine et algérienne : (Nouzha Heleili et al. 2018) ont obtenu une inhibition remarquable, même contre des souches cliniques et *Staphylococcus aureus*. De plus, l'étude MDPI (2019) signale que l'activité des composés  $\alpha$ -et  $\beta$ -thujone, cis-thujone et 1,8-cinéole est très prometteuse.

### **III. Activité insecticide :**

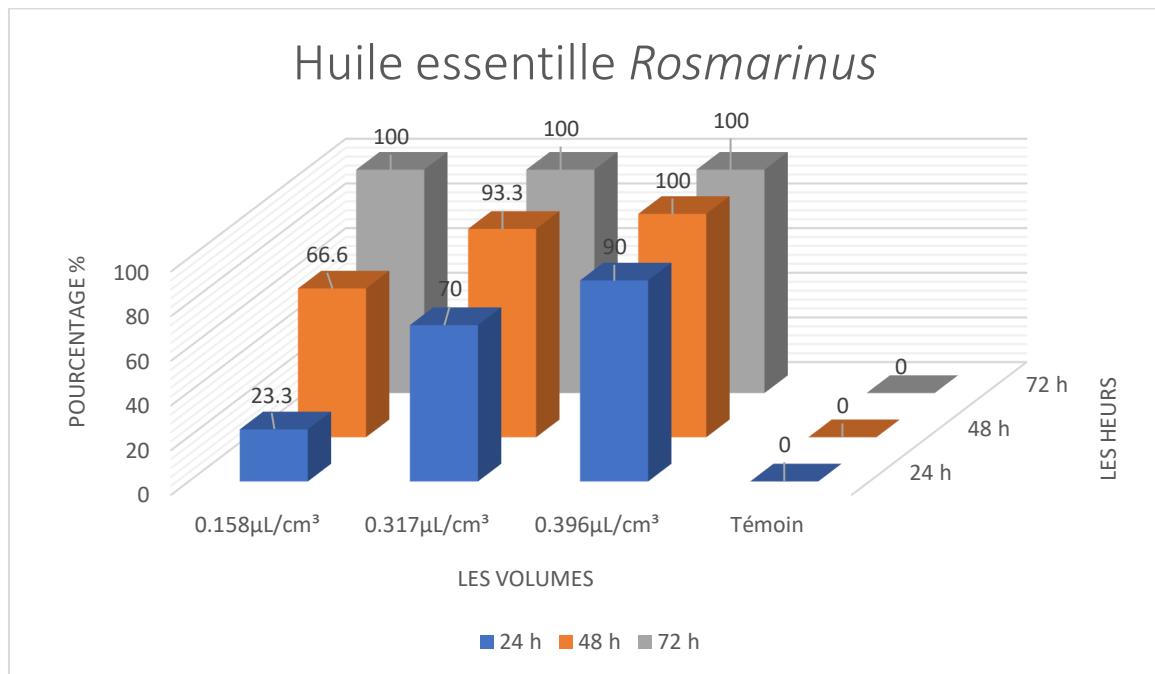
#### **1- *Aphis fabae* :**

#### **I. Evaluation de l'efficacité des HEs du *Rosmarinus officinalis* et de l'*Artemisia herba alba* :**

**Tableau 7 :** l'expérience de HER sur *Aphis fabae*

Volume	0.158 $\mu$ l/cm <sup>3</sup>			0.317 $\mu$ L/cm <sup>3</sup>			0.396 $\mu$ L/cm <sup>3</sup>		
Temps (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Moyen de Mortalité	2,33	6,66	10	7	9,33	10	9	10	10
Pourcentage de mortalité(%)	23,3	66,6	100	70	93,3	100	90	100	100

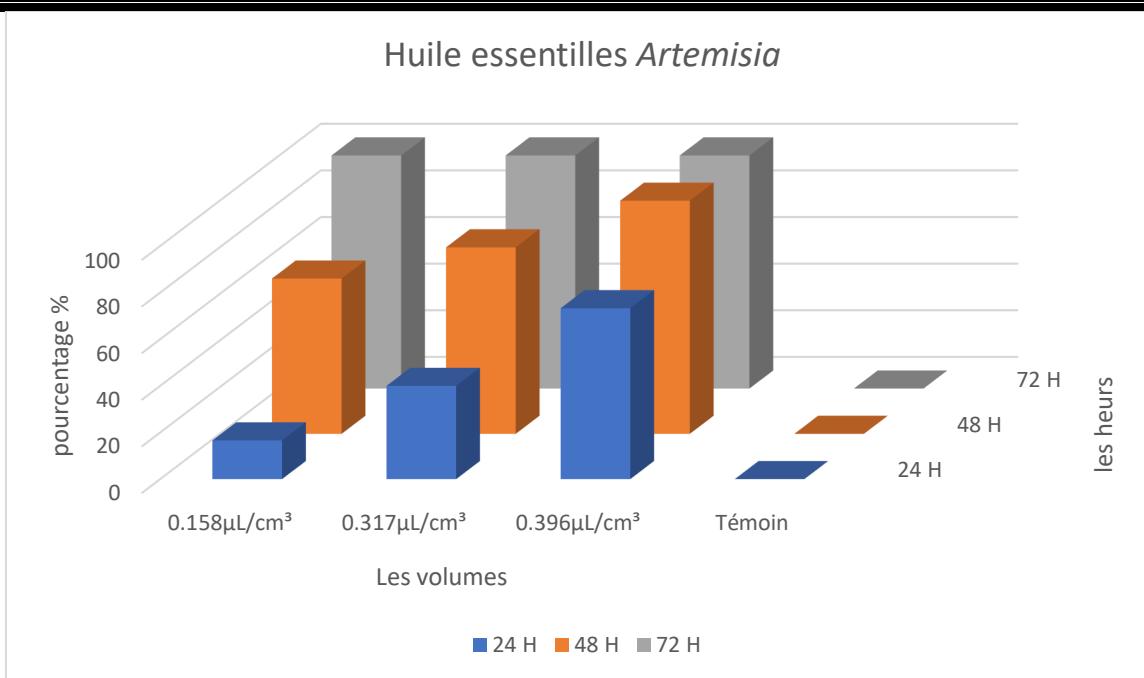
Pourcentage de mortalité du témoin(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---



**Figure 43:** diagramme sur l'effet de HER sur la mortalité.

**Tableau 8:** résultats de HEA sur *Aphis fabae* est par le programme Statistique SPSS :

Volume	0.158 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$			0,317 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$			0.396 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$		
Temps (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Moyen de Mortalité	1,66	6,66	10	4	8	10	7,33	10	10
Pourcentage de mortalité(%)	16,6	66,6	100	40	80	100	73,3	100	100
Pourcentage de mortalité du témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Figure 44 :** Diagramme de l'effet de HEA sur la mortalité d'*Aphis fabae*

**Tableau 9 :** Effet des HEs du *Rosmarinus officinalis* et de l'*Artemisia herba alba* sur l'insecte *Aphis fabae*

	LC <sup>a</sup>	Slope <sup>b</sup> $\pm$ SE	Intercep <sup>c</sup> $\pm$ SE
Aphis fabae	<b>50</b> ( $\mu\text{L}/\text{cm}^3$ )		
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.104	2.69	7.65
<i>Artemisia herba alba</i>	0.070	1.30	6.50

### La discussion :

#### I.1. L'effet de l'HE du *Rosmarinus officinalis* :

L'insecte *Aphis fabae* traité avec l'huile essentielle du *Rosmarinus* et les résultats obtenus étaient comme suit avec un LC<sup>a</sup> 50 égal  $0.104 \mu\text{L}/\text{cm}^3$ , le Slope<sup>b</sup>  $\pm$  SE est de 2.69. Et l'Intercep<sup>c</sup>  $\pm$  SE = 7.65

**Concentration létale LC<sub>50</sub>, = 0,104 µL/cm<sup>3</sup>**

Cette valeur correspond probablement à la **LC<sub>50</sub>**, c'est-à-dire la concentration à laquelle **50 %** des *Aphis fabae* meurent après exposition à l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*. Une LC<sub>50</sub> relativement faible (0,104 µL/cm<sup>3</sup>) signifie que le remède est **très toxique**, car une faible quantité suffit pour atteindre un taux de mortalité de 50 %.

## **2. Pente (Slope =±SE) = 2,69**

**La pente provient généralement d'une analyse de régression logistique ou probit, qui modélise la relation entre la concentration (sur une échelle logarithmique) et la mortalité des insectes.** Une pente élevée (**2,69**) indique que la mortalité augmente rapidement **autour de la LC<sub>50</sub>** :

Cela signifie qu'un petit changement en concentration autour de 0,104 µL/cm<sup>3</sup> entraîne une variation importante du taux de mortalité.

En d'autres termes, la courbe dose-réponse est **raide**, donc la transition entre peu d'effet et effet maximal est brève.

## **3. Intercepte (Intercept ±SE) = 7,65**

L'intercepte est la position de la courbe dose-réponse sur l'axe des ordonnées (logit ou probit). Une valeur d'intercepte élevée implique que même à faible concentration, le modèle part de haut, bien au-dessus de 0 % de mortalité sur l'échelle utilisée.

En combinaison avec la pente, cela influence la forme exacte de la courbe de mortalité : où elle commence à monter, et à quel point.

On conclut que :

Avec une **LC<sub>50</sub> très basse** (0,104 µL/cm<sup>3</sup>), une **pente raide** (2,69) et un **intercepte élevé** (7,65), on déduit que l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* est hautement efficace et qu'une variation minime de concentration autour de 0,1 µL/cm<sup>3</sup> peut faire une grande différence en termes de mortalité des pucerons.

Sources

### **I.2. L'effet de l'HE de l'*Artemisia herba alba* :**

L'insecte *Aphis fabae* exposé à l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba*, après 48h, sa concentration létale LC<sup>a</sup> était de 0.070 µL/cm<sup>3</sup>, le Slope<sup>b</sup>±SE de 1.30 et l'Intercept±SE = 6.50.

## **1. LC<sub>50</sub> = 0,070 µL/cm<sup>3</sup>**

C'est la concentration à laquelle **50 %** des pucerons meurent après exposition, souvent exprimée via l'analyse probit ou logit. Plus cette valeur est basse, plus l'insecticide est **toxique**. Avec 0,070 µL/cm<sup>3</sup>, l'huile d'*Artemisia herba alba* est hyper-efficace, nécessitant une faible dose pour atteindre la mort de la moitié de la population

**2. Pente (Slope  $\pm$  SE) = 1,30**

La pente reflète la **raideur de la courbe dose-réponse** après transformation logarithmique probit/logit.

Une pente de 1,30 est considérée modérément abrupte : l'efficacité passe en un intervalle de concentrations plus large qu'avec une pente plus élevée, mais elle reste prononcée.

Elle indique aussi une variabilité moyenne dans la réponse au traitement : les individus ne réagissent pas tous exactement au même niveau de dose

**3. Intercept ( $\pm$  SE) = 6,50**

L'intercepte représente le point de départ de la droite probit/logit sur l'axe Y (probabilité transformée).

Plus il est élevé, plus la courbe est déplacée vers la gauche dans l'espace log-dose, signifiant qu'une mortalité substantielle peut se produire même à faible dose.

Il complète la pente pour définir la forme et la position exacte de la courbe dose-réponse.

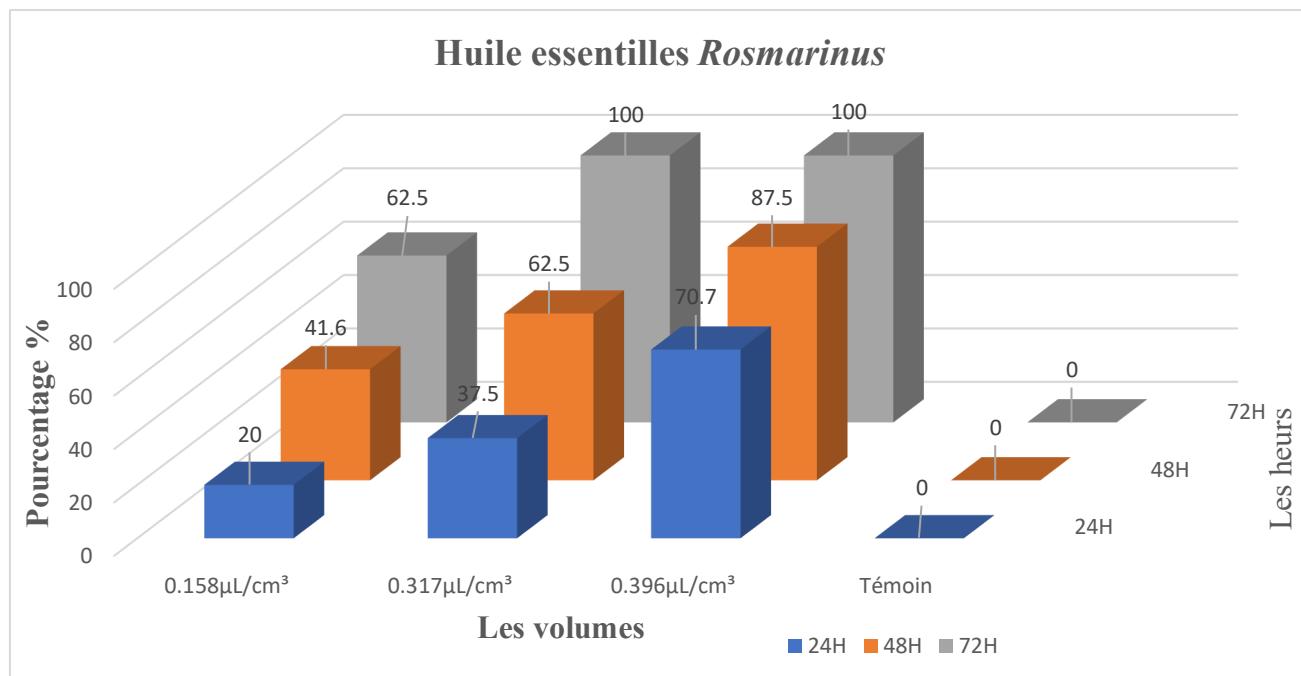
En conclusion L'*Artemisia herba alba* ( $LC_{50} = 0,070$ ) se montre **plus efficace** que le *Rosmarinus officinalis* ( $LC_{50} = 0,104$ ) : elle tue 50 % des pucerons avec **presque la moitié de la dose**.

Une pente légèrement plus faible (1,30 vs 2,69 pour le romarin) signifie que la réponse à la dose est **un peu plus progressive**, donc l'efficacité varie moins brutalement autour de la  $LC_{50}$ . Intercepte à 6,50 (vs 7,65 pour le *Rosmarinus officinalis*) indique une courbe décalée vers une **concentration légèrement plus faible**, en ligne avec une **efficacité élevée dès les doses modérées**.

**2- *Sitophilus zeamais* :****L'effet de l'HE du *Rosmarinus officinalis* :**

**Tableau 10** : Résultats de *Rosmarinus officinalis* sur *Sitophilus zeamais*

Volume	0.158 $\mu$ l/cm <sup>3</sup>			0,317 $\mu$ l/cm <sup>3</sup>			0.476 $\mu$ l/cm <sup>3</sup>		
Temps (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Moyen de Mortalité	1	2,66	4,66	3	5	6	6	91,6	10
Pourcentage de mortalité(%)	12,5	33,2	58,2	37,5	62,5	75	75	91,6	100
Pourcentage de mortalité du témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Figure 45:** Diagramme de HER sur la mortalité de *Sitophilus zeamais*

**Tableau 11 :** résultats de *Artemisia herba alba* Asso sur *sitophilus Zeamais*

Volume	0.158 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$			0.317 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$			0.476 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$		
Temps (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Moyen de Mortalité	1,66	3,33	5	3	5	8	5,66	7	10
Pourcentage de mortalité(%)	20	41,6	62,5	37,5	62,5	100	70,7	87,5	100
Pourcentage de mortalité du témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0

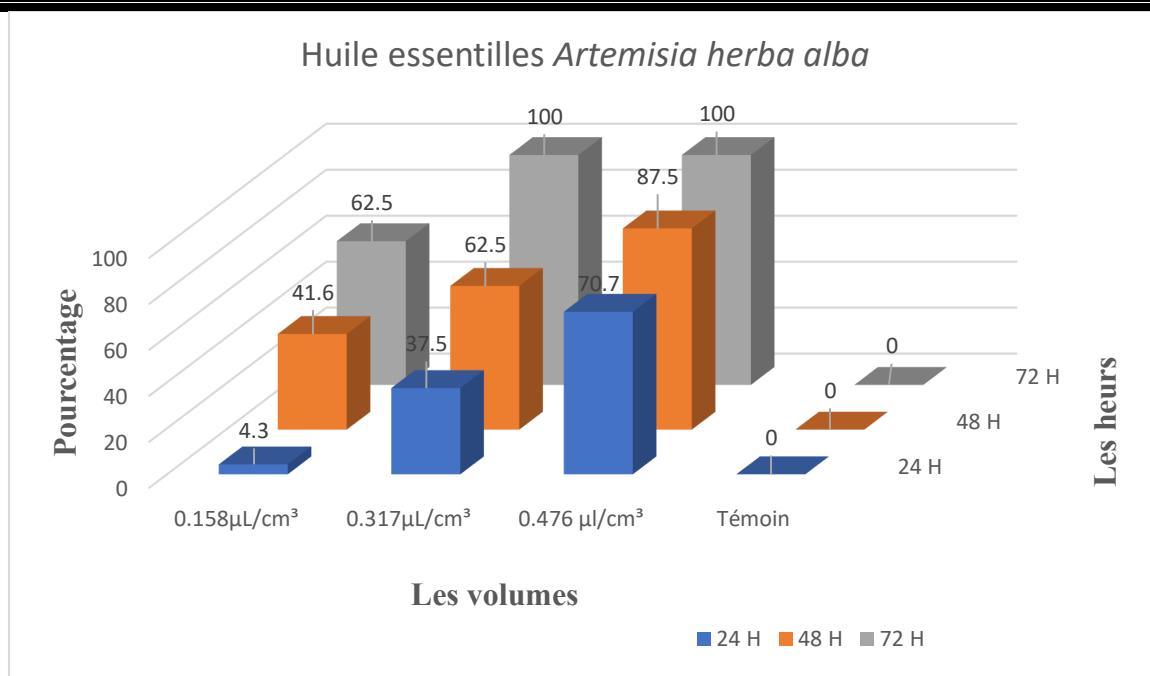


Figure 47 : Diagramme de l'effet de HEA sur *Sitophilus zeamais*

Tableau 12 : Effet des HEs du *Rosmarinus officinalis* et de l'*Artemisia herba alba* sur l'insecte *Sitophilus zeamais*

<i>Sitophilus</i>	LC <sup>a</sup> <b>50</b> (µL/cm <sup>3</sup> )	Slope <sup>b</sup> ±SE	Intercep <sup>c</sup> ±SE
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.227	1.29	5.83
<i>Artemisia herba alba</i>	0.070	0.041	0.119

L'insecte *Sitophilus* est traité avec l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis*, les résultats et

Était comme suit, LC<sup>a</sup> égal 0.227 µL/cm<sup>3</sup>, le Slope<sup>b</sup>±SE est 1.29, Intercep<sup>c</sup>±SE = 5.83

La concentration létale médiane (LC<sub>50</sub>) est la concentration de l'huile essentielle nécessaire pour tuer 50 % des insectes exposés. Une LC<sub>50</sub> de 0.227 µL/cm<sup>3</sup> indique que l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* est modérément毒ique pour *Sitophilus*, avec une efficacité significative à faible dose. La pente modérée suggère que la population d'insectes réagit de manière assez uniforme au traitement. Cela indique un potentiel d'utilisation comme insecticide naturel pour la protection des grains stockés.

### L'effet de l'HE de l'*Artemisia herba alba* :

L'insecte *Sitophilus* est traité avec l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba*, les résultats

Étaient comme suit, LC<sup>a</sup> égal 0.070 µL/cm<sup>3</sup>, le Slope<sup>b</sup>±SE est 0.041 Intercep<sup>c</sup>±SE =0,119.

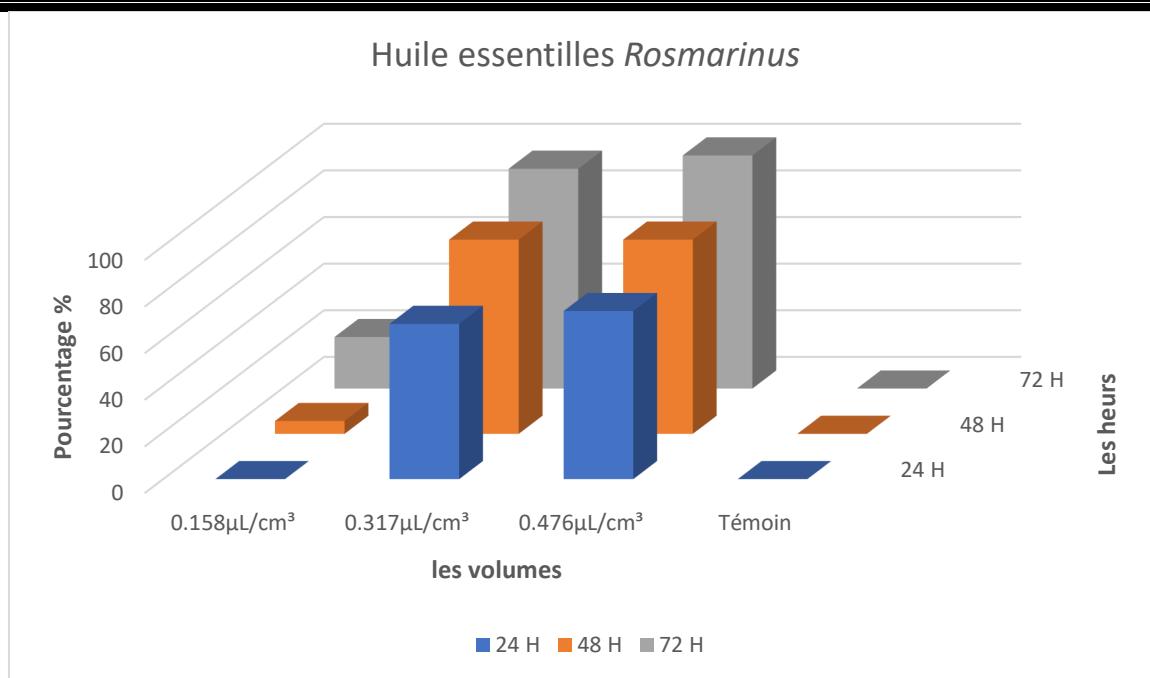
Avec un LC<sub>50</sub> = 0,070 µL/cm<sup>3</sup>. Cette valeur représente la concentration létale médiane : 50 % des insectes meurent à ce taux. Une valeur aussi faible indique une forte toxicité de l'huile d'*Artemisia herba alba*, encore plus efficace que l'huile de *Rosmarinus officinalis* (LC<sub>50</sub> ≈ 0,227. Le slope indique la raideur de la courbe dose-réponse (probit).

Une pente extrêmement faible (0,041) signifie une courbe très aplatie : de grandes variations de dose sont nécessaires pour modifier significativement la mortalité

### 3- *Thaumetopoea pityocampa* :

**Tableau 13:** résultats de *Rosmarinus officinalis* sur *Thaumetopoea pityocampa*

Volume	0.158 µl/cm <sup>3</sup>			0.317 µl/cm <sup>3</sup>			0.476 µl/cm <sup>3</sup>		
Temps (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Moyen de Mortalité	0	0,33	1,33	4	5	5,66	4,33	5,66	6
Pourcentage de mortalité(%)	0	5,5	22,1	66 ,6	83,3	94,3	72,1	83,3	100
Pourcentage de mortalité du témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Figure 49:** diagramme de l'effet HER sur *Thaumetopoea pityocampa*

### I.3. L'effet de l'HE du Romarin

L'insecte *Thaumetopoea pityocampa* est traité avec l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis*, les résultats étaient comme suit, LC<sup>a</sup> égal 0.38  $\mu\text{L}/\text{cm}^3$ , le Slope b $\pm$ SE est 2.47, Intercep c $\pm$ SE = 6.03.

**Tableau 14:** Effet des HEs du *Rosmarinus officinalis* sur l'insecte *Thaumetopoea pityocampa*

<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	LC <sup>a</sup> ( $\mu\text{L}/\text{cm}^3$ )	Slope <sup>b</sup> $\pm$ SE	Intercep <sup>c</sup> $\pm$ SE
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.38	2.47	6.03

1. LC<sub>50</sub> = 0,38  $\mu\text{L}/\text{cm}^3$

C'est la concentration létale médiane : à 0,38  $\mu\text{L}/\text{cm}^3$ , 50 % des insectes *Thaumetopoea pityocampa* meurent.

Cette valeur reflète une toxicité marquée de l'huile de *Rosmarinus officinalis*.

2. Pente (slope) = 2,47  $\pm$  SE

La pente indique la raideur de la courbe dose-réponse dans un modèle probit/log-dose :

Une pente de 2,47 est assez élevée, signifiant que l'augmentation de mortalité est rapide autour de la LC<sub>50</sub>.

Autrement dit, un petit accroissement de la dose au-dessus de 0,38 entraîne une forte hausse de mortalité, indiquant une variabilité limitée entre individus

3 .Intercept =  $6,03 \pm \text{SE}$

Une valeur élevée montre simplement que, pour atteindre un probit de 0, il faut une dose très faible log-transformée.

# Conclusion

## Conclusion

---

Dans un contexte de recherche de solutions alternatives et durables aux produits chimiques de synthèse, cette étude a porté sur l'évaluation des propriétés biologiques de deux huiles essentielles d'origine végétale : *Rosmarinus officinalis L.* (romarin) et *Artemisia herba-alba Asso.* (Armoise blanche). L'objectif était de tester leur efficacité en tant qu'agents antibactériens et insecticides, à travers des essais *in vitro* rigoureux.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une activité antibactérienne marquée, notamment contre *Escherichia coli* et à un degré moindre *Staphylococcus aureus*, avec une augmentation progressive des diamètres des zones d'inhibition en fonction des volumes utilisés. L'huile essentielle de romarin a montré une supériorité légère, probablement liée à sa composition riche en composés actifs tels que le 1,8-cinéole, le camphre et l'α-pinène.

Concernant l'activité insecticide, les tests de fumigation ont révélé un effet毒ique significatif sur les trois espèces d'insectes ciblées : *Aphis fabae* (puceron noir), *Sitophilus zeamais* (charançon du maïs), et *Thaumetopoea pityocampa* (processionnaire du pin). Les deux huiles ont provoqué une mortalité croissante en fonction des concentrations appliquées, avec une efficacité particulièrement notable chez *Aphis fabae*, suivie de *Sitophilus zeamais* et *T. pityocampa*.

Ces résultats confirment que les huiles essentielles de romarin et d'armoise blanche représentent des alternatives naturelles prometteuses aux antimicrobiens et insecticides chimiques. Afin de valoriser pleinement leur potentiel, il est recommandé de poursuivre les recherches par des études toxicologiques approfondies, des essais *in vitro*, et le développement de formulations stables destinées à des usages agricoles et pharmaceutiques durables.

# **Annexes**

## Annexes

### Annex01:



Élément	Description
<b>Nom de l'appareil</b>	Appareil de Clevenger
<b>Principe de fonctionnement</b>	Permet l'extraction des huiles essentielles par <b>hydrodistillation</b> . L'eau est portée à ébullition avec la plante, les vapeurs sont condensées.
<b>Composants principaux</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ballon à fond rond (chauffé)</li><li>- Colonne de distillation</li><li>- Réfrigérant à eau</li><li>- Tube collecteur gradué</li></ul>
<b>Avantage</b>	Méthode simple, efficace pour obtenir des huiles essentielles pures en laboratoire.
<b>Utilisation dans l'étude</b>	Extraction des huiles essentielles d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso .et <i>Rosmarinus officinalis</i> L .à partir des parties aériennes fraîches des plantes.

### Annex02 :



Le milieu Mueller-Hinton a été utilisé pour la culture bactérienne. Il s'agit d'un milieu standard largement utilisé pour les tests de sensibilité aux antibiotiques et aux huiles essentielles, grâce à sa capacité à bien révéler les zones d'inhibition.

Nous avons obtenu le milieu Mueller-Hinton du magasin De l'Université spécialisé en fournitures de laboratoire.

Les souches bactériennes ont été obtenues auprès de la responsable du département de microbiologie. (Mme Bouaziz Widad).

# Référence :

## Référence

### Références

- Abobe stock. (s.d.). *Procesionaria del pino*. Consulté le 6 3, 2025, sur <https://stock.adobe.com/fr/search/images?k=%22procesionaria+del+pino%22>
- Abu, D., M., & S. (2013). Essential oil yiled and composition of Artemisia herba alba in southern jorden. *16*(1), 23-32.
- AFNOR. (1986). *Recueil des normes françaises « huiles essentielles »* (Vol. 1). (AFNOR, Éd.) paris: AFNOR.
- al, B. .. (2014). Essential oil composition and antimicrobial activity of Artemisia herba -alba from Algeria. *8*(5), pp. 265-270.
- Alleoni, B., & Ferreira, w. (s.d.). Control of Sitophilus zeamais Mots., 1958 and Sitophilus oryzae (L., 1763) weevils (Coleoptera, Curculionidae) in stored wheat (Triticum aestivum L.) with insecticide pirimiphos methyl (Actellic 500 ce). p. 1242. Consulté le 04 14, 2025, sur <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20103006825>
- al-Sereiti, M. R.-A. (1999). Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biology*(37(2)), pp. 124-130. Consulté le 4 12, 2025
- Andrade, J. M. (2018). *Rosmarinus officinalis L.*
- Antioxidant activity of six Portuguese thyme species essential oils. (2010). *Flavour and Fragrance Journal*, *25*(3) .
- (s.d.).*Artemisia herba alba* Asso. Picture this.
- Assia , Z., Abdellah , F., & Lahsen, E. G. (2017, 1 17). *Effets des huiles essentielles d'Artemisia herba-alba sur la survie*. Consulté le 5 17, 2025, sur [http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/01/17-Zaim\\_BIS\\_SV34\\_2\\_127.pdf#:~:text=Le%20rendement%20moyen%20obtenu%20des%20huiles%20essentielle,s,et%20de%20Biskra%20\(0%2C95%25\)%20\(Bezza%20et%20al.](http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/01/17-Zaim_BIS_SV34_2_127.pdf#:~:text=Le%20rendement%20moyen%20obtenu%20des%20huiles%20essentielle,s,et%20de%20Biskra%20(0%2C95%25)%20(Bezza%20et%20al.)
- Atlas Sahara. (2024). *Atlas de la flore du Sahara*. Consulté le 3 6, 2025, sur Atlas Sahara: <http://atlas-sahara.org/Asteraceae/Artemisia%20herba-alba/Artemisia%20herba-alba.html?cat=Asteraceae>
- Au jardin. (s.d.). *famille Asteraceae*. Consulté le Mars 8, 2025, sur Au jardin : <https://www.ajardin.info/plantes/famille-asteraceae.php>
- Autrique, A., & Perreux, D. (1989). *Maladies et ravageurs des cultures de la région des Grands Lacs d'Afrique centrale*. Consulté le 04 14, 2025, sur [https://books.google.dz/books/about/Maladies\\_et\\_ravageurs\\_des\\_cultures\\_de\\_la.html?id=O-hFAAAAYAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.dz/books/about/Maladies_et_ravageurs_des_cultures_de_la.html?id=O-hFAAAAYAAJ&redir_esc=y)
- Axel, S., & Slgrid, N. (2010). *Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests—General aspects and the pine processionary moth as specific example* (Vol. 259). doi:10.1016/j.foreco.2009.07.034
- Aysegul, G., Burcu, U., & Birsen S, O. (2015, 7 15). Comparative antimicrobial, chemical and morphological study of essential oils of Thymbra spicata var. spicata leaves by solvent-free microwave extraction and hydro-distillation. *18*, pp. 2349-2359.
- Babak , P., Wolfram, M., & John , W. (2021, 09 14). Virulence Factors of Enteric Pathogenic Escherichia col. (I. J. Sciences, Éd.) *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(18). Consulté le 05 10, 2025, sur <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/18/9922>

## Référence

- Baya Berka-Zougali, M.-A. F. (2012). Comparative Study of Essential Oils Extracted from Algerian *Myrtus communis* L. Leaves Using Microwaves and Hydrodistillation. (I. J. (IJMS), Éd.) 13, 4673-4695.
- .Beet leaf aphid, Bean aphid, Black bean aphid. (2013)HYPP Zoology, France. Consulté le 5 15, 2025, sur <https://web.archive.org/web/20180519211839/http://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6aphfab.htm>
- Bekkali, N., et al. (2008). Antimicrobial activity of Moroccan medicinal plants against bacterial and fungal pathogens. *Journal of Ethnopharmacology*, 115(1), 160-165.
- Ben Hsouna, A., Hamdi, N., Miladi, R., & Abdelkafi, S. (2013). Chemical composition and antimicrobial activity of *Artemisia campestris* essential oil from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research*, 25(6), 542-546.
- Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. (2012, 01 13). p. 722. Consulté le 05 10, 2025, sur [https://www.google.dz/books/edition/Bergey\\_s\\_Manual\\_of\\_Systematic\\_Bacteriolo/3znhBwAAQBAJ?hl=fr&gbpv=0](https://www.google.dz/books/edition/Bergey_s_Manual_of_Systematic_Bacteriolo/3znhBwAAQBAJ?hl=fr&gbpv=0)
- BERREZGA, S., MESSAOUDI, I., REGUIAI, H., & ZOUZOU, I. (2015). "Etude de la variation du rendement et de la composition chimique du *Curcuma longa* et *Myristica fragrans*". El Oued, Algeria: University of Eloued. Consulté le 4 12, 2025
- Biol, B. J. (2024). Anti-bacterial activity of essential oils against multidrug-resistant foodborne pathogens isolated from raw milk. Consulté le 06 03, 2025, sur [https://www.scielo.br/j/bjb/a/Q4fPgjH76Dn3Dsy5StTTkyv/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.scielo.br/j/bjb/a/Q4fPgjH76Dn3Dsy5StTTkyv/?utm_source=chatgpt.com)
- Bonnet, C., Martin, J.-C., & Mazet, R. (2008). Processionnaire du Pin. *Processionnaire du Pin*. Consulté le 5 28, 2025
- Borges, R., & S. (s.d.). High-yield rodemary essential oil production under optimized agronomic conditions. 111-120.
- Brisabois , A. (1997). *Pathogenic organisms in milk and milk products: the situation in France and in Europe* (Vol. 16). Revue Scientifique et Technique de l'OIE. Consulté le 05 11, 2025, sur [https://www.researchgate.net/publication/51299074\\_Pathogenic\\_organisms\\_in\\_milk\\_and\\_milk\\_products\\_the\\_situation\\_in\\_France\\_and\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/51299074_Pathogenic_organisms_in_milk_and_milk_products_the_situation_in_France_and_in_Europe)
- Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosie, Phytochimie , plantes médicinales* (éd. 3, Vol. 1). (P. : doc, & C. : internationales, Éds.) Paris, France: Tec & doc ;, édition médicales internationales. Consulté le 4 18, 2025, sur [https://ulysse.univ-lorraine.fr/discovery/fulldisplay/alma991003245449705596/33UDL\\_INST:UDL](https://ulysse.univ-lorraine.fr/discovery/fulldisplay/alma991003245449705596/33UDL_INST:UDL)
- Blackman, , R., & Eastop, V. ( 2008, 02). Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. doi:10.14411/eje.2008.024
- Burcu, U., Aysegul, G., & Birsens, S. (2015, 7 7). Compartive Antibacterial , chemical and morphological study of essential oils. *international Journal of food properties*, 18(11), pp. 2349-2359. doi:10.1080/10942912.2014.959130
- Characterization Rosmarinus officinalis essential oil. (2019, 11). *PubMed Central*. Consulté le 4 8, 2025, sur [https://www.researchgate.net/publication/337329959\\_Physico-Chemical\\_Characteristics\\_of\\_Rosmarinus\\_officinalis\\_L\\_Essential\\_Oils\\_Grown\\_in\\_Lam\\_Dong\\_Province\\_Vietnam](https://www.researchgate.net/publication/337329959_Physico-Chemical_Characteristics_of_Rosmarinus_officinalis_L_Essential_Oils_Grown_in_Lam_Dong_Province_Vietnam)
- ChemicalBook. (s.d.). Rosmarinus officinalis oil – Physical and Chemical Properties.
- Clémence CUZIN. (s.d.). Consulté le 6 22, 2025, sur LinkedIn.

## Référence

- Clevenger, J. F. (1928). Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of the American Pharmaceutical Association*. Consulté le 05 27, 2025
- Corrêa, A. S., Vinson, C. C., Braga, L. S., Guedes, R. N., & Oliveira, L. O. (2016, 11 03). Ancient origin and recent range expansion of the maize weevil *Sitophilus zeamais*, and its genealogical relationship to the rice weevil *S. oryzae*. (C. U. Press, Éd.) Consulté le 5 10, 2025, sur <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/ancient-origin-and-recent-range-expansion-of-the-maize-weevil-sitophilus-zeamais-and-its-genealogical-relationship-to-the-rice-weevil-s-oryzae/1D45DC04BBB29C55DCC650121>
- (CRSTRA). (s.d.). *Armoise blanche ( artemisia herba-alba )*. Consulté le Mars 5, 2025, sur CRSTRA: <https://www.crstra.dz/plantes/artemisia-herba-alba.php>
- CUZIN, C. (s.d.). Consulté le 5 28, 2025, sur Linkedin: <https://fr.linkedin.com/in/c1%C3%A9mence-cuzin-4b1a77151>
- Daniello, & Sin . (s.d.). *Complejo Artemisia herba alba*. Consulté le 3 2025, sur Inaturaliste Mexico.
- DGCCRF. (2023, 12 15). *Les huiles essentielles*. (M. d. l'économie, Éd.) Consulté le 4 15, 2025, sur [economie.gouv.fr: https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/les-fiches-pratiques/les-huiles-essentielles-0](https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/les-fiches-pratiques/les-huiles-essentielles-0)
- Dieye, P. I. (2022). Étude corrélée de l'activité antibactérienne et antifongique des extraits de *Jatropha chevalieri* et de *Cordylla pinnata*, et de leurs profils chromatographiques. *Journal*, 16396–16410. Consulté le 06 01, 2025
- Directory of Least. (2001). XXIII(11/12). Consulté le 04 12, 2025, sur <https://www.birc.org/products.pdf>
- DJEDDI, D. S. (s.d.). "Les huiles essentielles : Des mystérieux métabolites secondaires".
- Djeddi, S. (2012). Les Huiles Essentielles Des Mystérieux Métabolites Secondaires. 64.
- Dob, T., & Benabdeler, T. (2006). *Chelical composition of the essential oil of Artemisia herba alba Asso grow in Algeria*. doi:10.1080/10412905.2006.9699189
- E F, A., Stephen, E., & Ahmed , H. (2008). Essential oil of *Ocimum gratissimum* (Labiatae) as *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) protectant. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, 7, 3771-3776. Consulté le 05 11, 2025, sur [https://www.researchgate.net/publication/228676367\\_Essential\\_oil\\_of\\_Ocimum\\_grattissimum\\_Labiatae\\_as\\_Sitophilus\\_zeamais\\_Coleoptera\\_Curculionidae\\_protectan](https://www.researchgate.net/publication/228676367_Essential_oil_of_Ocimum_grattissimum_Labiatae_as_Sitophilus_zeamais_Coleoptera_Curculionidae_protectan)
- Éphytia. (2014). Consulté le 04 12, 2025, sur <https://ephytia.inra.fr/fr/C/20036/Biocontrol-Aphis-fabae-Puceron-noir-de-la-feve>
- Escherichia coli: Introduction, Morphology, Pathogenicity, Lab Diagnosis, Treatment, Prevention, and Keynotes. (2023, 08 01). *Medical Lab Notes*. Consulté le 05 10, 2025
- Es-Sbihi, H., et al. (2022). Economic losses due to extreme climate events in Moroccan agriculture. *Climate Risk Management*, 35, 100412.
- Falcucci , D., Marie, C., & Christian, M. (2007). *Bactériologie médicale, techniques usuelles*. Consulté le 05 11, 2025
- Family-group names in Coleoptera. (2011). *ZooKeys*, pp. 1-972. Consulté le 04 14, 2025, sur <https://doi.org/10.3897/zookeys.88.807>

## Référence

- Fedjer, Z. M. (2022). *Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de Souk-Ahras cas du Romarin à Taoura et du figuier de Barbarie à SidiFredj* (Vol. 20). Algérie: Rech. Agr.
- Forest reaserch. (2021, 5 26). *Pine processionary moth (Thaumetopoea pityocampa)*. Consulté le 5 22, 2025, sur Forest reaserch: <https://www.forestryresearch.gov.uk/tools-and-resources/fthr/pest-and-disease-resources/pine-processionary-moth-thaumetopoea-pityocampa/>
- Francoise, c., & Annelise, I. (2013). *Actualités Pharmaceutiques* (Vol. 52). France, France. Consulté le 4 21, 2025, sur <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0515370013001316?via%3Dihub>
- Fraval, A. (2006). es pucerons - 1ère partie. Consulté le 04 12, 2025, sur <https://insectes.xyz/pdf/i141fraval1.pdf>
- Gilly, G. (s.d.). Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse: Botanique-Culture-Chimie-Production et marché. (P. d. Richard, Éd.)
- Gmb, H., & Co, K. (s.d.). *Méthodes d'extraction dans l'analyse des graisses*. Récupéré sur Gerhardt: <https://www.gerhardt.de/fr/know-how/methodes-danalyse/methodes-dextractiondans-l'analyse- des-graisses/>
- Godfrey, L. D., & Trumble, J. T. (2009). Agriculture. *Agriculture: Celery Pest Management Guidelines*. Kalifornia. Consulté le 5 15, 2025, sur <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/celery/black-bean-aphid/#gsc.tab=0>
- Goudjil, M. B. (2016, 6). *Composition chimique , activité antimicrobienne et abtioxydante de trois plantes aromatiques* . Consulté le 04 14, 2025, sur ResearchgateGate: <https://www.reasearchgate.net/figure/Montage-d'extraction-par-entrainement-a-la-vapeur-deau>
- Habiba , H., Mouhamed, G., Badr, S., Fouad, E., Francesco, C., Moulay, S., & Abdellatif, B. (2023, 1 16). Moroccan Endemic Artemisia herba-alba Essential Oil: GC-MS Analysis and Antibacterial and Antifungal Investigation. (MDPI, Éd.) 10(10.3390/separations10010059 ). Consulté le 4 18, 2025, sur <https://www.mdpi.com>
- Ḩāyik, M. (2016). *موسوعة النباتات الميسرة* (Vol. 1). (M. L. naširūn, Éd.) Beirut, Liban.
- Herbarom Groupe. (2022, 12 19). *Les huiles essentielles, définitions et modes de production*. (H. Groupe, Éd.) Consulté le 04 15, 2025, sur Herbarom Groupe: <https://herbarom-groupe.com/2022/12/19/les-huiles-essentielles-definitions-et-modes-de-production/>
- Heleili, N., et al. (2018). Chemical composition and antimicrobial activity of Artemisia herba-alba essential oil from Algeria. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 21(1), 105-115.
- <https://support.google.com/legal/answer/3463239?hl=fr>. (s.d.).
- "Huile essentielle de romarin: que faut-il savoir? Typology Carnet.
- insectes, p. (Éd.). (s.d.). *Thaumetopoea pityocampa , picture جادوب الصنوبر*. picture insects. Consulté le 5 23, 2025, sur [https://pictureinsect.com/ar/wiki/Thaumetopoea\\_pityocampa.html](https://pictureinsect.com/ar/wiki/Thaumetopoea_pityocampa.html)
- Islam, M. A. (2021, 10 14). *Escherichia coli, also known as E. coli, is a Gram-negative, facultative anaerobic, rod-shaped, coliform bacteria. stock photo*. Consulté le 5 18, 2025, sur Istock: <https://www.istockphoto.com/photo/escherichia-coli-also-known-as-e-coli-is-a-gram-negative-facultative-anaerobic-rod-gm1346544897-424285699>

## Référence

- Islam, M. S. (s.d.). Consulté le 6 29, 2025, sur Vecteezy: <https://fr.vecteezy.com/photo/5668004-bacterie-escherichia-coli-e-coli-bacterie-gram-negative-en-forme-de-batonnet-partie-de-la-flore-intestinale-normale-et-agent-causatif-de-la-diarrhee-et-des-inflammations-de-differents-endroits-micrographie-en-gros-pla>
- IUCN. (2005). *A guide to medicinal plants in North africa* (Vol. 256). (UICN, Éd.) Malage, Espagne: Centre of mediterranean cooperation.
- J, B. .. (1999). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales* (éd. 3). paris: Techniques et Documentation, Lavoisier. Consulté le 4 14, 2025, sur <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19990313181>
- Justine, S. (s.d.). *Famille des Asteraceae*. Consulté le Mars 8, 2025, sur Au Jardin: <https://www.ajardin.info/services/auteurs.php>
- Kamel, D. G.-D.-R. (2022). *Using Rosemary Essential Oil as a Potential Natural Preservative during Stirred-likeYogurt Making* (Vol. 11). Foods.
- Karadag, A. Ç. (s.d.). *Évaluation antibactérienne, antioxydante, anti-inflammatoire et analgésique in vitro des fractions d'extraits de fleurs de Rosmarinus officinalis L.* (Vol. 125).
- Kesraoui, M., et al. (2022). Climate change impacts on crop productivity and adaptation strategies in arid regions. Environmental Science and Pollution Research, 29(15), 22045-22058.
- Kerdelhué, C., Zane, L., Simonato, M., Salvato, P., Rousselet, J., Roques, A., & Battisti, A. (2009). *Histoire quaternaire et modèles contemporains chez une espèce en expansion*. MC Evolutionary Biology. doi:<https://doi.org/10.1186%2F1471-2148-9-220>
- Krzyżowski, Baran, Bartosz, B., & Jacek, F. (2020, 06 03). The Effect of Rosmarinus officinalis Essential Oil Fumigation on Biochemical, Behavioral, and Physiological Parameters of Callosobruchus maculatus. (MDPI, Éd.) *Insects*, p. 344. Consulté le 05 29, 2025, sur <https://www.mdpi.com/2075-4450/11/6/344>
- labadie, C. (2015, 12). *Analyse fine et stabilisation des hydrolats et rose et de fleur d'oranger*. Consulté le 03 19, 2025, sur <https://www.researchgate.net/figure/Shema-du-procede-dhydroistillation -fig1-317704250>
- Le Loir Y., Baron F, & Gautier M. (2003, 03 31). *Staphylococcus aureus and food poisoning*. 2(1), pp. 63-76. Consulté le 05 11, 2025, sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12917803/>
- Léon , & Véron, M. (1989). *Bactériologie médicale*. Consulté le 05 11, 2025
- Leone, A. (2016, 7). *Board beans,blacksoot and chocolate spot*. Récupéré sur The Carrot Tops Allotomrnt Blog: <https://carrottopsallotment.com>
- Li, S., Daudin, J. J., Piou, D., Robinet, C., & Jactel, H. (2015). *Periodicity and synchrony of pine processionary moth outbreaks in France* (Vol. 354). doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.023>
- Longstaff, B. C. (1981). Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): a critical review. *Protection Ecology*, 3(2). Consulté le 04 14, 2025, sur <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19810587510>
- Lüder, R. (2019). *Les bases de la botanique de terrain: Familles et genres de plantes à fleurs d'Europe tempérée*. Europe: Delachaux et Niestlé.

## Référence

- Mark de Been, Jeroen , G., Eveline , W., Aldert , Z., Alan , M., & Jan , P. (2022, 06 24). Genomics and pathotypes of the many faces of *Escherichia coli*. *46*(6). Consulté le 05 10, 2025, sur <https://academic.oup.com/femsre/article/46/6/fuac031/6617594>
- Marnier, D. C. (2019). *Chimie des huiles essentielles*. Consulté le 04 15, 2025, sur Au Bonheur d'Essences: <https://www.au-bonheur-dessences.com/huiles-essentielles/composition-chimique-des-huiles-essentielles/>
- Martin, P. (2013).
- Melia, D. (2021, 1 4). *Artemisia herba - alba* Asso. Consulté le 3 25, 2025, sur ARBA Bajo Jarama: <https://arbabajojarama.es/herbario/artemisia-herba-alba-asso-ontina/>
- Melia, D. (2021, 1 4). *Artemisia herba alba* Asso / Ontina . (Herbario, Éd.) Consulté le 3 16, 2025, sur ARBA Bajo Jarama : [Https:// Arbabajojarama.es/herbario/artemisia - Herba-alba-asso-ontina](https://Arbabajojarama.es/herbario/artemisia - Herba-alba-asso-ontina)
- microbien, B. (2020, 12 11). Consulté le 5 20, 2025
- Mihajilov-Krstev, T., et al. (2010). Antimicrobial activity of Artemisia vulgaris essential oil. Journal of Essential Oil Research, 22(1), 45-50.*
- Miteprocessionary de pin illustration stock.* (s.d.). Consulté le 5 6, 2025, sur Dreamstime: <https://fr.dreamstime.com/mite-processionary-pin-wilkinsoni-thaumetopoea-l%C3%A9pidopt%C3%A8re-thaumetopoeidae-cycle-vie-d-isolement-fond-blanc-image143334886>
- MMGR, ER; RE, ER; R2, DF; TG, HR; RE4, ZDTGR. (s.d.).
- Ndiaye, M. R. (2008). Evolution phylogéographique et structure génétique des populations de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae), ravageur du maïs stocké en Afrique de l'Ouest. Consulté le 05 11, 2025, sur <https://hal.science/tel-02116356/>
- Négoplantes. (s.d.). *Rosemarinuse officinalise*. Consulté le Mars 13, 2025, sur Négoplantes: <https://www.negoplantes.com/catalogue-botanique/rosmarinus/rosmarinus-officinalis.html>
- Ngamo, & Hance. (2007). Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *TROPICULTURA*, 25, 215-220.
- Olivé, G. S. (1979). *Les huiles essentielles : généralités et définitions* (éd. 1, Vol. 1). (P. Belaïche, Éd.) paris, France: Maloine. Consulté le 4 15, 2025
- Ouyahya. (1989). *Armoise* (éd. 20, Vol. 6). doi:<https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.2592>
- peltier, C. (2017, 9 13). Sommet mondial contre la résistance des bactéries aux antibiotiques. *FUTURA*. Consulté le 5 16, 2025, sur <https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/medecine-sommet-mondial-resistance-bacteries-antibiotiques-25147/>
- Phakawat Tongnuanchan, S. B. (2014). Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. (J. o. Science, Éd.) 79, R1231-R1249. Récupéré sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24888440/>
- Pine processionary. (s.d.). *Wikipedia*. Consulté le 5 28, 2025, sur [https://en.wikipedia.org/wiki/Pine\\_processionary](https://en.wikipedia.org/wiki/Pine_processionary)
- Plantes, N. (s.d.). *Rosmarinus officinalis*. Nego Plantes.

## Référence

Prabuseenivasan, S., Jayakumar, M., & Ignacimuthu, S. (2006). In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 6(1), 39.

Processionarie . (s.d.). Consulté le 5 28, 2025, sur Funalberi It:

[https://www.google.com/imgres?h=638&w=850&tbnh=194&tbnw=259&osm=1&lns\\_uv=1&source=lens-native&usg=AI4\\_-kRaHrPXU-XzKrTjyFn-6wwpIXhNVA&imgurl=https://upload.chien.com/img\\_global/24-vie-pratique/\\_light-17619-danger-chenilles-processionnaires.jpg&imgrefurl=ht](https://www.google.com/imgres?h=638&w=850&tbnh=194&tbnw=259&osm=1&lns_uv=1&source=lens-native&usg=AI4_-kRaHrPXU-XzKrTjyFn-6wwpIXhNVA&imgurl=https://upload.chien.com/img_global/24-vie-pratique/_light-17619-danger-chenilles-processionnaires.jpg&imgrefurl=ht)

Quezel, P., & Santa, S. (1964). *Nouvelle Flore de l'Algérie et de ses régions désertiques méridionales. Tome II. Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1963.* Consulté le 3 6, 2025, sur [https://www.persee.fr/doc/revec\\_0040-3865\\_1964\\_num\\_18\\_2\\_4410\\_t1\\_0238\\_0000\\_2](https://www.persee.fr/doc/revec_0040-3865_1964_num_18_2_4410_t1_0238_0000_2)

Quizlet. (s.d.). *Lab practice 2*. Consulté le 5 18, 2025, sur <https://quizlet.com/330565906/lab-practice-2-flash-cards/>

Ranjitha, J., & Vijiyalakshmi, S. (2014, 4 1). FACILE METHODS FOR THE EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL FROM THE PLANT SPECIES - A REVIEW. (IJPSR, Éd.) 5, pp. 1107-1115. Consulté le 4 18, 2025, sur <https://ijpsr.com/bft-article/facile-methods-for-the-extraction-of-essential-oil-from-the-plant-species-a-review/>

Research, R. I. (2013). *Black bean aphid*. Consulté le 5 16, 2025, sur [https://www.rothamsted.ac.uk/insect-survey/STAphiss\\_fabae.php](https://www.rothamsted.ac.uk/insect-survey/STAphiss_fabae.php)

ResearchGate. (s.d.). Schéma du procédé d'hydrodistillation.

Récupéré sur [https://ephytia.inra.fr/fr/C/22585/Vigi-Semences-Aphis-fabae-Puceron-noir#:~:text=Aphis%20fabae%20est%20un%20puceron,et%20de%20la%20viorne%20obier.Rosmarinus officinalis%20'Boule'.\(2024,8\).Consulté le 03 17, 2025, sur plantes vivaces: https://www.plantesvivaces.fr/Rosmarinus-officinalis,500.html](https://ephytia.inra.fr/fr/C/22585/Vigi-Semences-Aphis-fabae-Puceron-noir#:~:text=Aphis%20fabae%20est%20un%20puceron,et%20de%20la%20viorne%20obier.Rosmarinus officinalis%20'Boule'.(2024,8).Consulté le 03 17, 2025, sur plantes vivaces: https://www.plantesvivaces.fr/Rosmarinus-officinalis,500.html)

Sabrina , K., Maria , F. A., Marta, B. L., Serine , S., & Azucena , G. C. (2022). Direct and Indirect Effects of Essential Oils for Sustainable Crop Protection. *Direct and Indirect Effects of Essential Oils for Sustainable Crop Protection*. Madrid, Spain. doi: <https://doi.org/10.3390/plants11162144>

Salido, S., salido, S., Valenzuela, L., Altarejos, J., Nogueras, M., & sànc. (2004). *Biochemical Systematics and Ecology* (Vol. 32).

Sarma, R., et al. (2023). Impact of insect pests on agricultural crops and mitigation strategies. *Journal of Pest Science*, 96(3), 345-360.

Sathster. (2024, 9). *when do bugs become a problem ?* Consulté le 4 18, 2025, sur Reddit:  
<https://www.reddit.com/r/vegetablegardening>

Schauenberg, O. &. (1977). *Guide des plantes médicinales*. New Canaan, Connecticut: Keats.

Scopoli. (s.d.). *Puceron noir de la féve* *Aphis fabae*. Consulté le 4 22, 2025, sur Clicnat: <https://clicnat.inrae.fr/>

Scopoli, I. A. (1763). *Entomologia carniolica exhibens insecta carnioliae indigena et distributa in ordines, genera, species, varietates. Methodo Linnæana.* Vienna.

SEDQ. (s.d.). *PROCESSIONNAIRE DU PIN*. Consulté le 28 28, 2025, sur Sedq healthy crops:  
<https://sedq.es/fr/insecto/procesionaria-del-pino/>

## Référence

- Senteurs du Quercy . (s.d.). *Armoise herbe blanche - Artemisia herba - alba* . Consulté le Mars 6, 2025, sur Senteurs du Quercy : <https://www.senteursduquercy.com/artemisia-armoise/77-artemisia-herba-alba-armoise-herbe-blanche.html>
- Serres st-elie greenhousse. (s.d.). *Rosmarin Tuscan Blue*. Consulté le 3 22, 2025, sur Serres St-élie inc : <https://www.serresstelie.com/shop/romatusc4-5-romarin-blue-15237attr=105690>
- Sitophilus zeamais. (s.d.). *Wikipedia*. Consulté le 5 26, 2025, sur [https://en.wikipedia.org/wiki/Maize\\_weevil](https://en.wikipedia.org/wiki/Maize_weevil)
- Sienkiewicz, M., et al. (2011). The antibacterial activity of thyme essential oil against MRSA strains. *Journal of Applied Microbiology*, 110(4), 1024-1031.
- (SPIS), S. P. (2023, 06 26). *LES HUILES ESSENTIELLES ONT-ELLES PROUVÉ LEUR EFFICACITÉ ET LEUR SÉCURITÉ ?* Consulté le 04 16, 2025, sur santé.fr: <https://www.sante.fr/decryptage/nos-reponses/les-huiles-essentielles-ont-elles-prouve-leur-efficacite-et-leur-securite>
- Taleb-Toudert, K. (2015). Universite Mouloud MAMMERI.
- Typology. (April 12, 2025). *What is Rosmarinus officinalis flower/leaf oil and what is its utility?*
- Vega, J. M., Moneo, I., Armentia, A., Fernández, J., De La, F., Sanchez, P., & Sánchez, E. (1999). *Allergy to the pine processionary caterpillar (Thaumetopoea pityocampa)* (Vol. 29). Spain. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.1999.00626.x>
- Vigan, M. (2012). *Progrés en dermat-allergologie*. (M. Vigan, Éd.)
- W.J., S. (2002). *Pratique clinique en bactériologie, mycologie et parasitologie*. Paris: Médecine-sciences Flammarion. Consulté le 05 11, 2025, sur [https://bibliotheque.ensv.dz/index.php?lvl=notice\\_display&id=3197](https://bibliotheque.ensv.dz/index.php?lvl=notice_display&id=3197)
- Yilan Fung Boix, C. P. (2011). *Glandular trichomes of Rosmarinus officinalis L.: Anatomical and phytochemical analyses of leaf volatiles*. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*.
- Zaouali, Y, E, T, & AL. (2013). Seasonal variation of rosemary oil yield in Tunisia. 25(1), 5-12.
- جادوب الصنوبر. (2017). (Vol. 2). (2017). *الموسوعة علم الحيوان و النبات بالتصنيف*. Consulté le 5 18, 2025, sur [https://www.arab-ency.com/\\_details.php?full=1&nid=110](https://www.arab-ency.com/_details.php?full=1&nid=110)
- جادوب الصنوبر. (2025, 4 29). (2025, 4 29). Consulté le 5 30, 2025
- الوزارة لحماية البيئة. اللمس يزبج بالصحة لا تلمس يرقات جادوب الصنوبر. (2023, 4 17). (2023, 4 17). غ, زغرون Consulté le 5 22, 2025, sur [https://www.gov.il/ar/pages/do\\_not\\_touch\\_the\\_larvae\\_call\\_a\\_qualified\\_exterminator](https://www.gov.il/ar/pages/do_not_touch_the_larvae_call_a_qualified_exterminator)

**Année universitaire : 2024-2025**

**Présenté par : Boudjouraf Rayane  
Djehal mounia**

## **Evaluation des activités insecticide et antibactérienne des espèces : *Artemisia herba-alba* Asso. Et *Rosmarinus officinalis* L.**

### **Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biodiversité et physiologie végétale**

Nos travaux de recherche ont visé à évaluer l'activité antibactérienne et l'efficacité insecticide des huiles essentielles de deux plantes médicinales : *Artemisia herba-alba* Asso (Astéracées) et *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiacées).

Les huiles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide de clevenger apparatus puis testées sur trois espèces d'insectes nuisibles : *Aphis fabae*, *Sitophilus zeamais* et *Thaumetopea pityocampa*, ainsi que sur deux souches bactériennes pathogènes : *Escherichia coli* (Gram -) et *Staphylococcus aureus* (Gram +).

L'évaluation de l'activité antibactérienne, réalisée in vitro par la méthode des puits sur gélose, a montré que les deux huiles essentielles sont efficaces pour inhiber la croissance bactérienne, avec des zones d'inhibition allant de 27 à 29 mm contre *E. coli*, et 23 mm contre *Staphylococcus aureus*, à des concentrations élevées. La sensibilité bactérienne observée était comparable à celle de l'antibiotique, ce qui indique une efficacité antimicrobienne significative.

Par ailleurs, les tests de l'activité insecticide par fumigation ont révélé que les huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* Asso et *Rosmarinus officinalis* L. un effet significatif contre les insectes ciblés (*Aphis fabae*, *Sitophilus zeamais* et *Thaumetopea pityocampa*), avec des taux de mortalité élevés et avec dépendant dose-réponse. Ces résultats représentent une alternative naturelle prometteuse dans la lutte contre les bactéries pathogènes et les insectes nuisibles.

**Mots-clefs :** *Artemisia herba alba* Asso, *Rosmarinus officinalis* L., activité anti bactérienne, insecticide, huile Essentielles.

**Laboratoires de recherche :** laboratoire de recherche de Biochimie Appliquée (Chaabat Ersas) et labo de microbiologie, (U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Président du jury :** Pr/Dr KARA Youcef (PROF / MC(A) - U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Encadrant :** Dr CHIBANI Salih (MCA / PROF - UFM Constantine 1).

**Examinateur(s) :** Dr ZOGHMAR Meriem (MCA / PROF - UFM Constantine 1),