

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

Université de Ahmed Zabana de Relizane
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences Biologiques



MEMOIRE

**En vue de l'obtention du diplôme de MASTER
Dans le cadre de la décision 008 : Diplôme Institution Economique**

**Spécialité : Parasitologie
Intitulé**

**Conception des insecticides et des crèmes à base de
plantes médicinales.**

Présenté par :

Mlle : • BELAACEL Hanane

Mlle : • BOUKLOUCH Rania

Mlle : • HAFSAOUI Bakhta

Devant les membres de jury :

Président : Mr	BACHIR BOUIADJRA M. el amine	Maître de conférences (B) (U. Relizane)
Encadrant : Mr	HOUARI Hadj Habib	Maître de conférences (B) (U. Relizane)
Co-Encadrant : Mr	AOUADJ Sid Ahmed	Maître de conférences (B) (U. Relizane)
Examinateur : Mr	MESKINI Zakaria	Maître de conférences (B) (U. Relizane)
Représentant de l'incubateur : Mr	FELAH Ahmed	Maître de conférences (B) (U. Relizane)

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Tout d'abord, nous exprimons notre gratitude à ALLAH Tout-Puissant pour nous avoir accordé la santé, la patience, la force et la volonté nécessaires à la réalisation de ce mémoire.

Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude et notre amour à nos parents, sœurs et frères qui nous ont fait confiance et nous ont soutenus en toutes circonstances.

Nous tenons à remercier :

- notre Encadrant Dr HOUARI Hadj Habib, maître de conférences, pour avoir accepté la responsabilité de relire ce mémoire.
- notre Encadrant aussi Dr. AOUADJ Sid Ahmed pour son aide, ses efforts et ses conseils tout au long de la réalisation de ce travail.
- Dr. FELLAH Ahmed le représentant de l'incubateur
- Dr. BACHIR BOUIADJRA M.A. pour nous avoir accordé l'honneur de présider le jury.
- Dr. MESKINI Zakaria. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressons également nos remerciements à :

- M. BOULENOUAR Yacine, de la conservation des forêts de la wilaya de Relizane,
- M. ABOU Mohamed, Chef du District des Forêts d'Oued Rhiou,

Sans oublié nos ingénieurs de laboratoire de la F.S.N.V, M.

Abdelkader, Mes dames : Amina, Sonia et Mukhtaria, ainsi qu'à tous nos amis proches qui nous ont toujours soutenus et encouragés, même dans les moments les plus difficiles.

Dédicace

À mes parents bien-aimés, pour leur amour, leurs sacrifices et leurs prières qui m'ont porté tout au long de mon parcours.

À mes collègues, pour leur soutien, leur collaboration et les moments de partage qui ont enrichi cette expérience.

Àvec toute ma gratitude et mon respect.

BOUKLOUCH Rania

Dédicace

Je dédie ce travail à ma chère famille :

À ma tendre maman et à mon cher papa, à mes frères

Ismail, Soufien et Abdel Hadi, et à ma sœur Amina.

Merci pour votre soutien constant, vos encouragements et

la confiance que vous m'avez accordée tout au long de mon
parcours scolaire et universitaire.

À mes chères amies Hanane et Rania, je souhaite exprimer

toute ma gratitude pour votre collaboration active dans ce
travail scientifique, pour votre aide précieuse et pour votre
soutien moral. Travailler avec vous a enrichi ce projet et a
rendu cette expérience plus lumineuse.

Merci à vous tous, du fond du cœur.

HAFSAOUI Bakhta

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents, qui m'ont offert, tout au long de mon parcours, un soutien inestimable, aussi bien matériel que moral.

À mes frères et sœurs bien-aimés, pour leur appui constant, leur affection et leur présence réconfortante.

J'exprime également toute ma gratitude à mes chères collègues, pour leur soutien, leur collaboration et les précieux moments de partage tout au long de ce parcours.

À mes honorables enseignants, qui m'ont transmis leur savoir, leurs conseils et leurs précieuses orientations,
À vous tous, j'exprime ma reconnaissance profonde et éternelle.

BELACEL Hanane

مُلْكَعَص :

تُعدّ الزيوت الأساسية مستخلصات متطايرة معقدة ناتجة عن الأيض الثنائي للنباتات العطرية، وت تكون أساساً من التربينات، الأدھيدات، الفينولات، والإسترارات. وتمنحها هذه البنية الكيميائية الغنية طيفاً واسعاً من الخصائص البيولوجية ذات الأهمية الدوائية، مما يبرّر دمجها المتزايد ضمن الاستراتيجيات العلاجية الحديثة وضمن مقاربات المكافحة الحيوية البديلة. من الناحية العلاجية، تُعرف الزيوت الأساسية بخصائصها المضادة للميكروبات، المضادة للفطريات، المضادة للأكسدة، المضادة لالالتهاب، والمبيدة للحشرات. وتنتج هذه الأنشطة عن عدة آليات عمل، مثل تعطيل سلامة الغشاء الخلوي، تثبيط الإنزيمات، معادلة الجذور الحرة، وتنظيم مسارات الإشارات الخلوية. كما أن طبيعتها الدهنية (الليبوفيليّة) تُسهم في تعزيز قدرتها على الانتشار عبر الأغشية البيولوجية، مما يزيد من توفرها الحيوي وفعاليتها في الأنظمة الحيوية داخل الجسم وخارجها.

وفي ظلّ تزايد مقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية والقلق البيئي الناتج عن المبيدات الكيميائية، تشكل الزيوت الأساسية بديلاً طبيعياً واعداً. فهي قابلة للتحلل الحيوي، أقل ثباتاً في البيئة، وأقل سمية للكائنات غير المستهدفة، مما يجعلها مرشحة قوية كمبيدات حيوية أو كعوامل لحماية النباتات.

اقتصادياً وصناعياً، تُحتل الزيوت الأساسية مكانة استراتيجية في قطاعات الصناعات الدوائية، التجميلية، الغذائية، والزراعية-البيئية، نظراً لقوتها العطرية، واستقرارها النسبي، وتأثيراتها العلاجية المتعددة. كما يساهم استغلالها في تثمين الموارد النباتية المحلية، خصوصاً في المناطق المتوسطية الغنية بالتنوع النباتي العطري.

وبناءً على ذلك، تُعدّ الزيوت الأساسية مجالاً بحثياً متسارع النمو عند تقاطع علم العقاقير، التكنولوجيا الحيوية، البيئة، والكيمياء التحليلية، مما يفتح آفاقاً جديدة لتطبيقات علاجية وبيئية تعتمد على مركبات طبيعية ذات فعالية بيولوجية عالية.

الكلمات المفتاحية : نباتات طبية، زمرة، الزيوت الأساسية، نشاط ضد الميكروبات، نشاط ضد الأكسدة، نشاط ضد الالتهاب، إبادة للحشرات.

Résumé

Les huiles essentielles constituent des extraits volatils complexes issus du métabolisme secondaire des plantes aromatiques, principalement composés de terpènes, d'aldéhydes, de phénols et d'esters. Leur richesse chimique leur confère un large spectre d'activités biologiques d'intérêt pharmacologique, justifiant leur intégration croissante dans les stratégies thérapeutiques modernes et dans les approches alternatives de biocontrôle.

Sur le plan thérapeutique, les huiles essentielles sont reconnues pour leurs propriétés antimicrobiennes, antifongiques, antioxydantes, anti-inflammatoires et insecticides, qui résultent de mécanismes d'actions multiples tels que la perturbation de l'intégrité membranaire, l'inhibition enzymatique, la neutralisation des radicaux libres ou encore la modulation des voies de signalisation cellulaire. Leur caractère lipophile facilite leur diffusion à travers les membranes biologiques, optimisant ainsi leur biodisponibilité et leur efficacité *in vivo* et *in vitro*.

Dans un contexte de résistance croissante aux antimicrobiens et de préoccupations environnementales liées aux pesticides de synthèse, les huiles essentielles représentent une ressource naturelle prometteuse. Elles sont biodégradables, moins persistantes et possèdent une toxicité réduite pour les organismes non cibles, ce qui les positionne comme de potentiels biopesticides ou agents de protection phytosanitaire.

Sur le plan économique et industriel, elles occupent une place stratégique dans les secteurs pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire et agro-environnemental, grâce à leur pouvoir aromatique, leur stabilité relative et leurs effets thérapeutiques multidimensionnels. Leur exploitation contribue également à la valorisation des ressources végétales locales, en particulier dans les régions méditerranéennes riches en biodiversité aromatique.

Ainsi, les huiles essentielles constituent un domaine de recherche en pleine expansion, à l'interface de la pharmacognosie, de la biotechnologie, de l'écologie et de la chimie analytique, ouvrant la voie à de nouvelles applications thérapeutiques et environnementales, basées sur des composés naturels à fort potentiel bioactif.

Mots clés : Plantes médicinales, Zemmoura, Huiles essentielles, Activité antibactérienne, Activité antioxydante, Activité antiinflammatoire, activités insecticides.

Abstract

Therapeutically, essential oils are recognized for their antimicrobial, antifungal, antioxidant, anti-inflammatory, and insecticidal properties. These activities result from multiple mechanisms of action, including disruption of membrane integrity, enzymatic inhibition, neutralization of free radicals, and modulation of cellular signaling pathways. Their lipophilic nature enhances their diffusion through biological membranes, thereby improving their bioavailability and effectiveness in both *in vivo* and *in vitro* systems.

In the context of rising antimicrobial resistance and environmental concerns associated with synthetic pesticides, essential oils represent a promising natural alternative. They are biodegradable, less persistent, and exhibit reduced toxicity toward non-target organisms, making them potential biopesticides or phytosanitary protection agents.

In the context of rising antimicrobial resistance and environmental concerns associated with synthetic pesticides, essential oils represent a promising natural alternative. They are biodegradable, less persistent, and exhibit reduced toxicity toward non-target organisms, making them potential biopesticides or phytosanitary protection agents.

Economically and industrially, essential oils occupy a strategic position in the pharmaceutical, cosmetic, food, and agro-environmental sectors due to their aromatic power, relative stability, and multidimensional therapeutic effects. Their exploitation also contributes to the valorization of local plant resources, particularly in Mediterranean regions rich in aromatic biodiversity.

Thus, essential oils constitute a rapidly expanding research field at the interface of pharmacognosy, biotechnology, ecology, and analytical chemistry, paving the way for new therapeutic and environmental applications based on natural compounds with high bioactive potential.

Keywords: Medicinal plants, Zemmoura, Essential oils, Antibacterial activity, Antioxidant activity, Anti-inflammatory activity, Insecticidal activities.

Liste des figures

	<i>Page</i>
Figure 1 : Cataplasme des feuilles de plantes-----	10
Figure 2 : Artisanale de bois de thuya -----	23
Figure 3 : La région de récolte de nos plantes-----	33
Figure 4 : L'appareil d'Hydrodistillation utilisé pour l'extraction des huiles-----	35
Figure 5 : Schéma explicatif de la technique de l'aromatogramme -----	37
Figure 6 : Préparation les solutions bactériennes -----	39
Figure 7 : Application des huiles essentielles -----	40
Figure 8 : Attribution des codes aux boites de pétri -----	40
Figure 9 : Forme libre et réduit du DPPH -----	46
Figure 10 : <i>Tribolium castaneum</i> et leur cycle de vie -----	48
Figure 11 : Flacons utilisés pour le test d'inhalation sur les adultes de <i>T. castaneum</i> -----	49
Figure 12 : Méthode par contact direct-----	50
Figure 13 : Méthode par ingestion-----	51
Figure 14 : Diamètres des zones d'inhibition par les HE d' <i>E. camaldulensis</i> -----	55
Figure 15 : Histogrammes des diamètres des zones d'inhibition par HE de <i>R. officinalis</i> -----	55
Figure 16 : Diamètres de propagation (mm) de <i>Fusarium</i> sp. -----	57
Figure 17 : Taus d'inhibition de la dénaturation de la BSA par diclofénac-----	58
Figure 18 : Taux d'inhibition de la dénaturation de la BSA par HE d' <i>E. camaldulensis</i> -----	59
Figure 19 : Taux d'inhibition de la dénaturation de la BSA par HE de <i>R. officinalis</i> -----	59
Figure 20 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique. -----	60
Figure 21 : DO en fonction de la concentration de l'acide ascorbique -----	61
Figure 22 : Pourcentage d'inhibition du DPPH suivant HE de <i>J. oxycedrus</i> -----	61
Figure 23 : P Pourcentage d'inhibition du DPPH suivant HE d' <i>E. camaldulensis</i> -----	62
Figure 24 : Mortalité de <i>T. castaneum</i> par l'HE d' <i>E. camaldulensis</i> par inhalation -----	63
Figure 25 : Mortalité de <i>T. castaneum</i> par l'HE de <i>J. oxycedrus</i> par inhalation -----	64
Figure 26 : Mortalité de <i>T. castaneum</i> par l'HE de <i>T. articulata</i> par inhalation -----	64
Figure 27 : Mortalité par contact direct avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i> . -----	65
Figure 28 : Mortalité par contact direct avec l'huile essentielle de <i>T. articulata</i> -----	66
Figure 29 : Mortalité due à l'ingestion d'huile essentielle <i>Juniperus oxycedrus</i> -----	67

Liste des tableaux

	<i>Page</i>
Tableau 1 : Informations sur les plantes médicinales-----	07
Tableau 2 : Dosage des plantes médicinales -----	12
Tableau 3 : Classification récente d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> -----	15
Tableau 4 : Classification récent de <i>Tetraclinis articulata</i> -----	21
Tableau 5 : classification récent de <i>Rosemarinus officinalis</i> -----	25
Tableau 6 : Présentation des plantes médicinales utilisées-----	29
Tableau 7 : Présentation des souches bactériennes étudiées-----	34
Tableau 8 : Tableau représente les différentes concentrations-----	38
Tableau 9 : Propriétés organoleptique de nos quatre huiles essentielles-----	42
Tableau 10 : Rendement en huile essentielle de nos quatre huiles essentielles-----	52
Tableau 11 : Aromatogramme avec H.E d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> -----	53
Tableau 12 : Aromatogramme avec H.E de <i>R. officinalis</i> -----	54
Tableau 13 : Différents types de sensibilité des bactéries suivant PONCE-----	54
Tableau 14 : Propagation de <i>Fusarium</i> sp. sous l'effet d'H.E d' <i>E. camaldulensis</i> -----	56

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction Erreur ! Signet non défini.

Partie bibliographique

Chapitre I : Phytothérapie

I. Phytothérapie	3
I.1 Définition de la phytothérapie	3
I.1.1 La phytothérapie moderne	3
I.1.2 La phytothérapie dite traditionnelle	3
I.2 Types de la phytothérapie	3
I.2.1 Aromathérapie	4
I.2.2 Gemmothérapie	4
I.2.3 Herboristerie	4
I.2.4 Homéopathie	4
I.3 Avantages et efficacité de la phytothérapie	4
I.3.1 Moins d'effets secondaires que les médicaments synthétiques	4
I.3.2 Approche globale et personnalisable	4
I.3.3 Prévention et soutien en traitement de fond	4
I.3.4 Compatible avec d'autres formes de médecine (intégrative)	4
I.3.5 Large spectre d'action	5
I.4 Historique de la phytothérapie	5
I.4.1 Préhistoire et Antiquité	5
I.4.2 Moyen Âge et Renaissance	5
I.4.3 Période moderne et contemporaine	5
I.5 Etat actuelle de la phytothérapie	6
I.6 Les domaines d'utilisation des plantes médicinales	6
I.6.1 Les causes d'utilisation des plantes médicinales	7
I.6.2 Les différentes parties utilisées	7
I.6.3 Etat d'utilisation des plantes	7
I.7 Les modes d'emploi des plantes médicinales	8
I.7.1 Les modes d'admission les plus utilisés sont	8
I.7.2 Les doses de la préparation des remèdes	11
I.8 Les huiles essentielles	12
I.8.1 Définition	12
I.8.2 Les propriétés physiques et chimiques	13
I.8.3 Propriétés Digestives	14

Chapitre II : Monographie des espèces étudiées

II. Monographie des espèces étudiées	15
II.1 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	15
II.1.1 Déscription botanique	15

II.1.2	Classification systématique	15
II.1.3	Morphologie	16
II.1.4	Cycle de développement d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	16
II.1.5	Intérêt socioéconomique	17
II.2	<i>.Tetraclinis articulata</i>	19
II.2.1	Définition	19
II.2.2	Déscription botanique	19
II.2.3	Systématique de la plante	21
II.2.4	Cycle de développement	21
II.2.5	Ecologie	22
II.2.6	Domaine d'utilisation	23
II.3	<i>Juniperus oxycedrus</i>	24
II.3.1	Description botanique	24
II.3.2	Désignations vernaculaires	24
II.3.3	Classification Systématique	25
II.3.4	Botaniques de l'espèce	25
II.3.5	Morphologie florale	25
II.3.6	Caractéristiques écologiques	26
II.3.7	Cycle de vie de <i>Juniperus oxycedrus</i>	26
II.3.8	Utilisations traditionnelles	27
II.3.9	Emplois techniques des produits du <i>genévrier</i>	28
II.4	<i>Rosmarinus officinalis</i>	28
II.4.1	Description botanique	28
II.4.2	Classification botanique	29
II.4.3	Appareil végétatif	29
II.4.4	Appareil reproducteur	29
II.4.5	Cycle de développement	29
II.4.6	Mode d'utilisation	30
II.4.7	Propriétés du Romarin	31
II.4.8	Intérêt économique	32

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.	Matériel & Méthodes	33
III.1	Zone de récolte de nos échantillons :	33
III.1.1	Matériel végétal et Extraction des huiles essentielles :	34
III.1.2	Rendement en huiles essentielles	36
III.1.3	Étude des activités biologiques de nos huiles essentielles :	36

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.	Résultats :	52
IV.1	Caractéristiques organoleptiques de nos huiles essentielles	52
IV.2	Rendement en HEs des deux plantes :	52
IV.3	Activités antimicrobiennes :	53
IV.3.1	Activité antibactérienne :	53
	Souches bactériennes	54
	Nature des substances testées	54

Souches bactériennes	54
Nature des substances testées.....	54
IV.3.2 Activité antifongique :.....	56
IV.4 Activité anti inflammatoire :	58
IV.5 Activité antioxydante :	60
IV.6 Activité insecticide :.....	63
Figure 35 : Mortalité de <i>T. castaneum</i> sous l'effet de l'HE de <i>Tétraclinis articulata</i> par inhalation.....	64
Figure 38: Mortalité due à l'ingestion d'huile essentielle <i>Juniperus oxycedrus</i>	67
V. Discussion générale :.....	67
V.1 Huile essentielle :	67
V.2 Activités antimicrobiennes :	69
V.2.1 Activité antibactérienne :	69
V.2.2 Activité antifongique :.....	70
V.3 Activité anti inflammatoire :	71
V.3.1 Activité anti-inflammatoire d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> :	72
V.3.2 Activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de <i>Rosemarinus officinalis</i> : ...	72
V.4 Activité antioxydante :	73
V.4.1 Activité antioxydante d'acide ascorbique :	73
V.4.2 Activité antioxydante d'huile essentielle de <i>Juniperus oxycedrus</i>	73
V.4.3 Activité antioxydante d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	74
V.5 Activité insecticide :.....	75
V.5.1 Par inhalation :	75
V.5.2 Par contact direct :.....	75
V.5.3 Par ingestion :.....	76
Conclusion et perspectives.....	78
Référence bibliographique	
Annexe	

Introduction

Introduction

Les plantes et les végétaux représentent une source de principes actifs inépuisable et renouvelable, dont l'usage traditionnel et médical est connu depuis plusieurs siècles (**Guenther, 1972**). Il existe ainsi un besoin croissant de production de substances bioactives isolées, concentrées et purifiées pour une utilisation dans un large éventail d'applications, notamment les domaines cosmétique, pharmaceutique, et des additifs nutritionnels (**Burt, 2004 ; Bakkali et al., 2008**).

Les huiles essentielles et les arômes extraits des plantes aromatiques résultent d'un mélange complexe de composés volatils généralement présents à très faibles concentrations. Avant de pouvoir les utiliser ou les analyser, il est indispensable de les extraire de leur matrice végétale. Plusieurs méthodes d'extraction ont été développées, telles que l'hydrodistillation, l'entraînement à la vapeur, l'hydro-diffusion ou encore la distillation-extraction simultanée. Toutefois, ces composés sont reconnus pour leur sensibilité thermique et leur vulnérabilité aux réactions chimiques (**Chemat et Cravotto, 2012**).

Depuis des siècles, les produits naturels constituent une source importante pour la recherche de nouveaux composés actifs utilisés pour soigner de nombreuses maladies (**Mpiana et al., 2009 ; Saloufu et al., 2017**). Nombre de travaux ont été réalisés sur des propriétés biologiques d'extraits de certaines plantes et ont permis la découverte de nombreux principes actifs utilisés en médecine moderne pour la synthèse des médicaments (**Gbenou et al., 2011**).

Récemment, l'intérêt a augmenté considérablement avec la découverte des antioxydants pour les utiliser dans l'alimentation ou les applications pharmaceutiques, qui peuvent protéger le corps humain contre les radicaux libres et retarder la progression des maladies chroniques. En effet, plusieurs composés antioxydants extraits des plantes ont été identifiés comme un chélateur des radicaux libres ou de l'oxygène actif (**Guimaraes et al., 2010**).

Face aux préoccupations environnementales et sanitaires, de nombreuses recherches se sont orientées vers l'utilisation de produits naturels issus des plantes médicinales, comme alternative plus écologique et durable. Les huiles essentielles, par exemple, extraites de plantes aromatiques, possèdent des propriétés antifongiques et insecticides démontrées contre divers pathogènes forestiers (**Regnault-Roger et al., 2012**).

Ces biopesticides sont biodégradables, moins persistants dans l'environnement, et présentent une toxicité réduite pour les organismes non cibles (**Isman, 2006**). Ainsi, ils représentent une solution prometteuse pour une sylviculture respectueuse de l'environnement, notamment dans les zones sensibles comme les forêts méditerranéennes.

Plus de 2000 espèces de plantes à propriétés insecticides ont été répertoriées (**Grange et Ahmed, 1988**). Les espèces appartenant aux familles des *Meliaceae*, *Rutaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae* et *Canellaceae* figurent parmi les plus prometteuses comme sources de biopesticides (**Benaïad, 2008**). Toutefois, seulement 344 espèces possèdent une activité anti-culicidienne (**Sukumar et al., 1991**), notamment les plantes aromatiques des genre *Rosmarinus*, ainsi que les arbres aromatiques des genres , *Eucalyptus*, *Eugenia* et *Melaleuca* (**Andrés et al., 2012**).

La région forestière de Zemmoura (Wilaya de Relizane, Algérie) est caractérisée par une diversité floristique remarquable, comprenant plusieurs espèces médicinales endémiques ou naturalisées, reconnues pour leur tolérance au stress environnemental.

Dans le cadre de cette étude, quatre plantes aromatiques locales ont été sélectionnées pour leurs usages traditionnels et leur potentiel biologique : *Eucalyptus camaldulensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Tetraclinis articulata* et *Rosmarinus officinalis*.

L'objectif principal de ce travail est de contribuer à la valorisation phytothérapeutique de ces plantes à travers l'étude de leurs huiles essentielles, en mettant l'accent sur cinq types d'activités biologiques : l'activité antioxydante (piégeage des radicaux libres),l'activité anti-inflammatoire, l'activité antibactérienne, l'activité antifongique, notamment contre *Fusarium* attaque les feuilles et les racines et enfin, l'activité insecticide contre l'insecte ravageur des denrées stockées, *Tribolium castaneum*.

Le présent mémoire est structuré comme suit :

Chapitre I : Introduction à la phytothérapie, ses fondements, ses applications et les enjeux actuels de la médecine par les plantes.

Chapitre II : Monographie des espèces étudiées, avec une présentation botanique, écologique, et ethnopharmacologique.

Chapitre III : Description du matériel et des méthodes expérimentales : récolte des plantes, extraction des huiles essentielles, et protocoles d'évaluation des différentes activités biologiques.

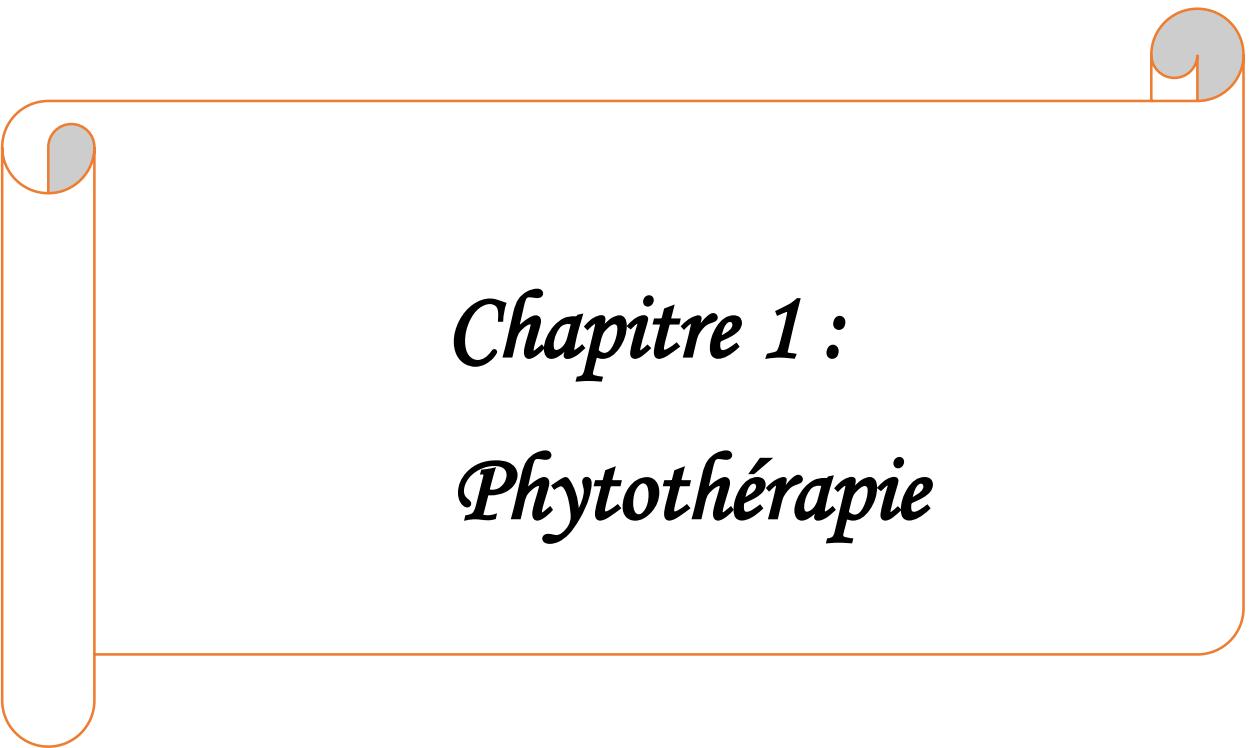
Chapitre IV : Présentation des résultats, suivie d'une discussion scientifique comparative avec les données de la littérature.

En conclusion, une synthèse générale et des perspectives pour les recherches futures sont proposées.

Ce travail vise ainsi à promouvoir une approche scientifique et durable de l'utilisation des ressources naturelles locales dans les domaines de la santé, de l'agriculture et de la protection des écosystèmes.

Partie 1 :

Synthèse bibliographique



Chapitre 1 :

Phytothérapie

I. Phytothérapie

I.1 Définition de la phytothérapie

Le mot phytothérapie se compose étymologiquement de deux racines grecques : "phytos" et "therapeuo" qui signifient respectivement "plante" et "traitement" (**Mansour, 2015**).

D'après l'O.M.S ,(2000), la phytothérapie est la somme des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir. Diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques, mentales ou le déséquilibre social. Elle est reliée à une expérience pratique et à des observations faites de génération en génération, et transmises de façon orale ou écrite. Deux concepts distincts distinguent (**O.M.S ,2000**).

I.1.1 La phytothérapie moderne

Il s'appuiera sur des connaissances biochimiques et cherchera à soulager les symptômes grâce à des principes actifs identifiés, des tests cliniques et des ingrédients dans les plantes médicinales. Elle utilisera principalement des produits d'origine végétale obtenus par extraction et la présentera comme toute autre spécialité pharmaceutique (**Moreau, 2003**).

I.1.2 La phytothérapie dite traditionnelle

C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection. Ses origines peuvent parfois être très anciennes et elle se base sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Elles concernent notamment les pathologies saisonnières depuis les troubles psychosomatiques légers jusqu'aux symptômes hépatobiliaires, en passant par les atteintes digestives ou dermatologiques (**Prescrire, 2007**).

Actuellement la phytothérapie connaît un regain d'intérêt, en partie grâce au développement technologique et à l'avancée de la science qui a permis de démythifier les composants des plantes et d'en faire des remèdes plus simples avec l'avènement des formes simples et pratiques. Notamment un grand succès par les nombreux livres, articles, sites internet et blogs qui sont spécialement dédiés à venter les nombreuses vertus et utilisation des plantes et des nombreux remèdes de grands-mères délaissés auparavant dans les placards et laissés à l'abandon (**Kunkele et al., 2007**).

I.2 Types de la phytothérapie

D'après (**Strang , 2006**), la phytothérapie comporte différents types :

I.2.1 Aromathérapie

C'est une thérapie qui utilise les substances aromatiques (essences) secrétées par de nombreuses plantes. Ces huiles sont des produits complexes et sont souvent utilisées à travers la peau (Strang, 2006).

I.2.2 Gemmothérapie

Elle se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et radicelles (Strang, 2006).

I.2.3 Herboristerie

C'est la thérapie la plus classique et ancienne. L'herboristerie se sert de plante fraîche ou séchée. Elle utilise la plante entière ou une partie de celle-ci, écorce, fruits, fleurs. La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche. (Strang, 2006)

I.2.4 Homéopathie

Elle a recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive. Les trois quarts de principe actif sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale. (Strang, 2006)

I.3 Avantages et efficacité de la phytothérapie

I.3.1 Moins d'effets secondaires que les médicaments synthétiques

Les plantes médicinales contiennent souvent des principes actifs naturels mieux tolérés par l'organisme.

I.3.2 Approche globale et personnalisable

La phytothérapie considère la personne dans son ensemble (symptômes, terrain, mode de vie), ce qui permet un traitement plus individualisé.

I.3.3 Prévention et soutien en traitement de fond

De nombreuses plantes sont utilisées en prévention (ex. : ginseng, échinacée) pour renforcer l'immunité ou le métabolisme.

I.3.4 Compatible avec d'autres formes de médecine (intégrative)

La phytothérapie peut être utilisée en complément de traitements conventionnels pour atténuer les effets secondaires (ex. : gingembre contre les nausées de chimiothérapie). (Ernst, 2000).

I.3.5 Large spectre d'action

Il existe une vaste diversité de plantes pouvant traiter différents troubles : digestion, sommeil, anxiété, infections, douleurs, etc.

I.4 Historique de la phytothérapie

La phytothérapie, ou médecine par les plantes, est une des plus anciennes formes de traitement des maladies. Elle repose sur l'utilisation des extraits végétaux pour prévenir ou guérir des affections. Son histoire remonte à la préhistoire et s'est développée à travers différentes civilisations.

I.4.1 Préhistoire et Antiquité

L'utilisation des plantes médicinales remonte à plus de 60 000 ans, comme le montrent des traces de pollens de plantes médicinales retrouvées dans des tombes néandertaliennes en Irak (Solecki, 1975).

Mésopotamie (3000 av. J.-C.) : Les Sumériens ont laissé des tablettes d'argile mentionnant plus de 250 plantes médicinales (Levey, 1973).

Égypte ancienne (1500 av. J.-C.) : Le Papyrus Ebers (vers 1550 av. J.-C.) liste environ 700 remèdes à base de plantes (Manniche, 1989).

Chine (2800 av. J.-C.) : Le Shennong Bencao Jing, attribué à l'empereur Shennong, décrit 365 plantes médicinales (Unschuld, 1986).

Inde (1500 av. J.-C.) : L'Ayurveda mentionne des plantes comme le curcuma et l'ashwagandha dans les textes du Rig-Véda (Sharma, 1992).

Grèce et Rome (400 av. J.-C. - 200 apr. J.-C.) : Hippocrate (460-370 av. J.-C.) et Dioscoride (1er siècle apr. J.-C.) ont décrit plusieurs plantes dans des ouvrages médicaux influents comme De Materia Medica (Beck, 2005).

I.4.2 Moyen Âge et Renaissance

Avec la chute de l'Empire romain, les connaissances en phytothérapie sont préservées et enrichies par les monastères et la médecine arabe

École de Salerne (XIe siècle) : Influence majeure en Europe avec des ouvrages médicaux sur les plantes (Siraishi, 1997).

I.4.3 Période moderne et contemporaine

La phytothérapie connaît une transformation avec la chimie moderne.

XIXe siècle : Extraction des premiers principes actifs comme la morphine (opium), la quinine (quinquina) et la cocaïne (coca) (Sneader, 2005).

XXe siècle : Essor de la médecine moderne, mais retour à la phytothérapie avec l'herboristerie et les médecines naturelles (Bisset, 1994).

XXIe siècle : Développement de la pharmacognosie, études sur l'efficacité des plantes et réglementations plus strictes (Heinrich et al., 2021).

I.5 Etat actuelle de la phytothérapie

Depuis le XIX siècle, le monde a eu un grand développement dans la phytothérapie, il est passé vers un autre niveau utilisant les biotechnologies dans le domaine de la médecine, malgré ce développement très remarquable, un grand nombre de la population mondiale préfère utiliser la médecine traditionnelle pour satisfaire les besoins en soins de santé primaire.

D'après (**Bhar et Balouk, 2011**) durant l'année 2003, ce pourcentage arrive jusqu'à 80% selon les résultats de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dont les gens voient que l'utilisation des produits naturelles (plantes) est plus efficace et moins dangereuse que les produits chimiques.

Le marché mondial des plantes représente 5 milliard de dollars (Larrey, 2005), ce qui traduit l'utilisation des extraits des végétaux pour la production des médicaments, d'après (**Alsaïd 2010**), l'Allemagne a produit 300 types de médicaments à base de plantes et l'Amérique a produit 1800 types.

Aux états unis d'Amérique, d'après (**Gheyouche et Hammiche 1988**), durant l'année 1980 les dépenses des ordonnances des médicaments dont les principes actifs provenaient des végétaux étaient de huit (8) millions dollars.

I.6 Les domaines d'utilisation des plantes médicinales

La phytothérapie est utilisée pour traiter différentes maladies de différents organes du corps humain (la tête, l'estomac, le foie, la bille, l'intestin, les yeux, le cœur, etc.) et différentes fonctions (la respiration, la circulation du sang, les sécrétions, etc.) (**Escuder, 2007**).

Les plantes sont même utilisées pour des affections dermatologiques, du fait de leurs propriétés antimicrobiennes, voire anti-inflammatoires ou cicatrisantes, sans qu'elles soient efficaces contre les mycoses (**Chabasse, 2009**).

Tout herboriste doit savoir certaines informations de base, parmi lesquelles on a

Tableau 1. Informations sur les P.M (Boullard, 2001).

Famille	Partie	Domaine
Les Apiacées	Les graines	Stimulantes
Les Euphorbiacées	Feuilles	Souvent purgatives
Malvacées	Les feuilles et les fleurs	émollientes
Rubacées	Les écroces	Fébrifuges et toniques
Solanacées	/	Une valeur de narcotiques

I.6.1 Les causes d'utilisation des plantes médicinales

Nos ancêtres ont trouvé la solution pour calmer ces douleurs à travers les plantes, malgré le développement de la science et la fabrication de plusieurs médicaments qui sont plus faciles à utiliser, 80% des gents préfèrent l'emploi des plantes, c'est due :

- Aux principes actifs qui rentrent dans la composition des plantes, celles ci sont très difficiles à être synthétisés dans les laboratoires (Moretti et Aubertin, 2007).
- Au faible coût des soins et l'efficacité des traitements (Boullard, 2001).
- Aux facteurs socio-économiques et culturels (Boullard, 2001).
- Au fait qu'elles sont biodégradables à 100% (Boullard, 2001)

I.6.2 Les différentes parties utilisées

La plante peut être utilisée entièrement ou une seule partie est suffisante, les parties utilisables de la plante sont généralement les fleurs, les feuilles, les tiges, les racines, les écorces, les graines et les fruits (Escuder, 2007 ; Paume, 2009).

Les feuilles et les fleurs représentent les parties de la plante les plus utilisées car elles sont les plus riches en sucs végétaux (Pique, 1985). Selon (Pousset, 2004), les racines sont très employées dans les ictères.

Il n'y a pas une corrélation entre la partie utilisée et la maladie traitée de façon qu'on ne peut pas deviner la partie qu'on va utiliser en voyant les indications thérapeutiques (Walter, 1991).

I.6.3 Etat d'utilisation des plantes

Pour préparer un remède, les plantes médicinales sont utilisées soit en état sec ou frais.

I.6.3.1 Plantes fraîches

Le printemps est le moment où les herbes poussent, il est préférable durant cette saison de prélever des plantes fraîches. D'après **Pique (1985)**, la plus part des plantes doivent être employées fraîches.

I.6.3.2 Plantes sèches

Selon **Maghami (1979)** qui considère qu'en dehors de la période de prélèvement, on utilise souvent des plantes sèches qui sont le résultat du processus de séchage.

I.7 Les modes d'emploi des plantes médicinales

L'utilisation des plantes pour traiter des maladies obéit à certaines règles notamment le respecter des conditions de choix de la plante et son mode d'admission dans le corps avec des doses bien précises.

I.7.1 Les modes d'admission les plus utilisés sont

I.7.1.1 Les tisanes

Selon **Schauenburg et Paris (2008)**, ils considèrent que toutes les préparations de tisanes sont basées sur quatre composantes nécessaires qui sont :

1. le remède de base (la plante).
2. l'adjvant qui compense l'action du remède de base (bien choisis).
3. le complément qui donne un aspect plaisant généralement sucre ou miel.
4. des composés aromatiques pour améliorer la saveur.

Pour les tisanes on a plusieurs types de préparations :

I.7.1.2 L'infusion

L'infusion est le mode le plus simple, on doit verser de l'eau chaude sur les particules de la plante utilisée et le laisser infuser pendant 5 à 10 minutes et ensuite il faut filtrer à l'aide d'une passoire les parties végétales et boire uniquement le produit liquide. (**Grunwald et Janick ,2006**)

Le matériel dans lequel on fait infuser les végétaux ne doit pas être en métal à cause de l'interaction avec les différents principes actifs, l'eau utilisée ne doit pas trop calcaire pour éviter que l'infusion soit limitée , (**Escuder, 2007**).

L'infusion est le mode qui est principalement utilisé pour bénéficier des principes actifs contenus dans les fleurs, feuilles et les sommités (**Bonnabel-Blaile, 2003**).

L'infusion ne peut pas être préparé pour l'utiliser après plusieurs heures, une fois le produit est refroidie il n'est plus efficace à cause de la perte des principes actifs (**Escuder, 2007**).

Selon **Bonnabel-Blaile (2003)** la durée maximum d'une infusion ne dépasse pas 2 heures à cause de risque de fermentation.

Il s'agit de faire verser la plante ou la portion de la plante dans de l'eau froide puis en maintient l'ébullition pendant au moins 15 à 20 minutes, après on laisse refroidir pendant 1 heure (**Bonnabel-Blaile, 2003**).

Généralement, on utilise la décoction lors qu'il s'agit de drogues de consistance dure ou coriace comme les racines, fruits secs, zestes, graines de grandes démentions, tiges épaisses, écorces et aubiers. (**Escuder, 2007**).

I.7.1.3 La macération

Le principe d'une macération est de faire laisser la plante en contact avec l'eau froide plusieurs heures, elle est principalement utiliser lorsqu'il s'agit des racines (**Bonnabel-Blaile, 2003**).

Selon **Escuder (2007)**, on a plusieurs types de macération qui, se diffèrentient par le liquide. Il s'agit de la :

1. Macération à froid : c'est de mettre la drogue dans l'eau à une température ambiante pendant certaine temps sans chauffer les deux. D'après Djabou (2006), ce type de macération est faiblement utilisé à cause de la fermentation du produit et la durée de conservation (pas plus de 10 heures).
2. Macération alcoolique : dans ce cas c'est l'alcool de distillation dont le titrage varie de 30 à 60 °C qui est utilisé.
3. Macération huileuse : en mettant la plante dans l'huile (de préférence l'huile d'olive vu sa capacité de conserver longtemps le produit).

Selon **Bonnabel-Blaile (2003)**, l'idée de laisser la plante dans de l'eau pendant plus de temps pour libérer plus de principes actifs n'est pas juste, il faut respecter la durée de chaque mode d'utilisation. Avant de faire utiliser les plantes il faut bien les rincer sous l'eau froide dans une passoire afin d'éliminer toute trace de terre

D'après **Schmidt (2011)**, le sucre ou le miel doit être ajouté pour sucrer la tisane si on a des voies respiratoires prises, cela renforce les effets positifs. Dans le cas contraire, en cas de problèmes de digestion l'infusion doit être non sucrée.

I.7.1.4 Cataplasme

C'est de faire préparer une compresse humide dans laquelle se trouve la drogue après qu'on l'a déjà écrasé, on l'applique sur la partie malade du corps. Généralement, sur la plaie, les inflammations de la peau, les enflures, les douleurs rhumatismales (**Cecchini, 1976**).



Figure3. Cataplasme des feuilles de plantes.

I.7.1.5 Inspirer profondément

Certaines plantes ont un effet optimale lorsqu'elles sont inspirées par le nez, parfois on inspire la vapeur de l'eau bouillante dans laquelle on met la plante, sinon on peut brûler la plante et on la fume directement : c'est la fumigation (**Hensel, 2008**).

I.7.1.6 Les poudres

Après avoir sécher les plantes, elles vont être écrasées jusqu'à l'obtention d'une poudre généralement utilisée pour traiter les lésions et les brûlures.

Les poudres vendues sur le marché résultent généralement d'un mélange de plantes, certains malades utilisent la poudre directement sur la longue ou la mélange à leurs aliments. (**Schauenberg et Paris, 2008**),

I.7.1.7 Les bains

D'après Poletti (1987), Les bains se préparent en ajoutant à l'eau de bain une certaine quantité d'une infusion ou une décoction préparée à base de plantes médicinales, les bains peuvent être complets pour tout le corps ou locaux (certains parties du corps pied, sièges, mains ...)

Pour la préparation d'un bain aux herbes il suffit de verser une quantité de 500 ml d'une infusion dans l'eau de bain (**Kothe, 2007**).

Selon (**Djerroumi et Nacef ,2004**), l'eau de bain peut resservir deux fois, il suffit de la réchauffer.

I.7.1.8 Les teintures

C'est l'extraction des principes actifs d'une plante à l'aide de l'alcool, on peut le faire soit par macération ou une percolation (**Ticli, 2006**).

I.7.1.9 Le sirop

C'est de faire dissoudre dans une quantité d'eau une certaine quantité de sucre additionnée à une dose précise de plantes médicinales (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

I.7.1.10 L'onguent

C'est de faire mélanger intimement la partie de la plante ou le suc végétal avec une substance grasse, on utilise généralement la vaseline (Ticli, 2006).

I.7.1.11 La digestion

Consiste à ingérer les plantes directement par la bouche (fruits et feuilles) ou par une ingestion parfois les poudres de plantes sont mélangées aux aliments (Mulot, 1984).

I.7.1.12 Pour les enfants et les bébés

Les bébés sont très sensibles on ne peut pas leurs donner des traitements sans voir un médecin, pour permettre les bébés et les enfants d'un âge de moins de deux ans de bénéficier des principes actifs de différentes plantes, , propose plusieurs méthodes on peut citer (Shaw, 1999b):

- Si le bébé dépend dans sa nourriture de sa maman, elle peut prendre des essences de plantes médicinales et leurs bienfaits seront transmis au bébé par le lait.
- Ajouté des gouttes diluées à une boisson à la nourriture.
- Frotter les pouls avec l'élixir.
- Ajouter des gouttes à l'eau de bain.
- Utiliser l'élixir durant le changement des couches.

I.7.2 Les doses de la préparation des remèdes

Selon **Pousset (2004)**, chaque espèce végétale rempliant le rôle d'une plante médicinale doit avoir une posologie précisée (étude de dosages selon lesquels doivent être administrés pour les remèdes).

I.7.2.1 Pour les adultes

D'après **Escuder (2007)**, pour la matière fraîche le dosage est de deux (2) cuillères à café pour une tasse à thé de 20 cl.

Selon Bonnabel-Blaile (2003), pour les tisanes à base de plantes séchées, il faut respecter les dosages suivants :

- 1 cuillère à café pour 1 tasse à thé d'eau.
- 1 cuillère à soupe pour 1 bol d'eau.
- 3 cuillères ou une poignée à soupe pour 1 litre d'eau.

Pour les bains, on met 500g de plantes séchées pour 2 ou 3 litres d'eau (**Poletti, 1987**)

D'après **Vonarburg (1981)**, il préconise de prendre une pincée de poudre avant le repas deux à trois fois par jour.

- une culière à café signifie 5g
- Une pincée correspond à 2g
- Une culière à soupe signifie 10g
- Une poignée signifie 30g

I.7.2.2 Pour les enfants :

Les dosages pour les enfants sont les suivants :

Tableau 2. Le dosage de P.M

L'âge de l'enfant	La dose
De 1 à 3 ans	1/6 des doses adultes
De 6 à 7 ans	1/4 à 1/3
De 7 à 12 ans	1/3 à 1/2

I.8 Les huiles essentielles

I.8.1 Définition

Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques (**Roulier, 1990; Wegrzyn, 2005**). Elle concentre l'essence de la plante, autrement dit son parfum. Il s'agit de substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs.

Il faut ainsi une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles.

Une huile essentielle (HE) est un mélange très complexe de substances chimiques, liquide à température ambiante, la volatilité de ses composants lui confère souvent un parfum très odorant. Les composés constituants se forment dans un grand nombre de plantes comme produits du métabolisme secondaire.

Elles se différencient des huiles grasses, par leurs propriétés physiques et leur composition, du fait qu'elles se volatilisent à la chaleur et que leurs taches sur le papier sont passagères. Les huiles essentielles ont, à toute époque, occupé une place importante dans la vie quotidienne de

l'homme qui les utilisait autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner (Nogaret, 2008).

I.8.2 Les propriétés physiques et chimiques

I.8.2.1 Les propriétés physique des huiles essentielles (Duraffourd et al., 1997).

- Pouvoir intense de diffusion et de pénétration.
- Pouvoir rotatoire dû à la présence des molécules asymétriques.
- Généralement liquide à la température ambiante alors quelle sont volatiles température élevée.
- Elles sont peut solubles dans l'eau.
- Elles sont solubles dans les solvants organiques usuels dans les graisses (liposolubles).
- Elles sont solubles dans les huiles végétales minérales.
- Elles ont généralement une densité inférieure de celle de l'eau ($d<1$) (les huiles essentielles des girofles ou des cannelles constituent des exceptions).
- Elles sont incolores à jaune pâle mais il existe toutefois des exceptions

I.8.2.2 Les propriétés chimiques

Les huiles essentielles possèdent certaines propriétés communes :

- Chaque classe chimique est étroitement liée à une réponse thérapeutique précise.
- Les composés aromatiques ne sont pas immuables pour une même plantes
- Différentes facteurs tels : l'ensoleillement l'atmosphère et la composition du sol peuvent influer sur la biosynthèse végétale.

I.8.2.3 Les Propriétés des Plantes Médicinales

Les plantes médicinales possèdent des composés bioactifs qui leur confèrent des propriétés thérapeutiques variées. Voici quelques-unes des principales propriétés des plantes médicinales.

I.8.2.4 Propriétés Anti-inflammatoires

Certaines plantes aident à réduire l'inflammation et sont utilisées dans le traitement des maladies inflammatoires comme l'arthrite.

Exemples : Curcuma (*Curcuma longa*), Gingembre (*Zingiber officinale*).

I.8.2.5 Propriétés Antibactériennes et Antivirales

Ces plantes agissent contre les infections bactériennes et virales en inhibant la croissance des agents pathogènes.

Exemples : Ail (*Allium sativum*), Origan (*Origanum vulgare*) (Ankri et Mirelman, 1999).

I.8.2.6 Propriétés Antioxydantes

Les antioxydants protègent les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres et aident à prévenir le vieillissement cellulaire.

Exemples : Thé vert (*Camellia sinensis*), Baies de Goji (*Lycium barbarum*).

I.8.2.7 Propriétés Apaisantes et Anxiolytiques

Certaines plantes favorisent la relaxation et aident à lutter contre l'anxiété et les troubles du sommeil,

Exemples : Camomille (*Matricaria chamomilla*), Lavande (*Lavandula dentata et L. stoecha*)

I.8.2.8 Propriétés Hypoglycémiantes

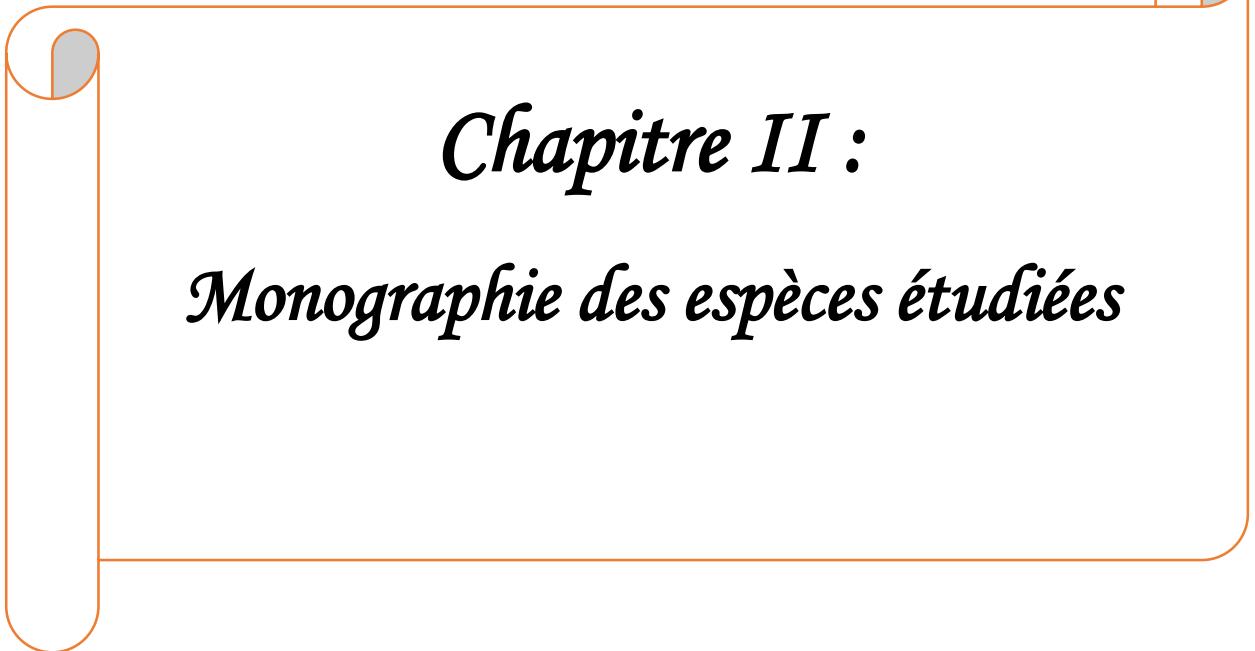
Ces plantes aident à réguler la glycémie et sont bénéfiques pour les personnes atteintes de diabète.

Exemples : Cannelle (*Cinnamomum verum*), Fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*).
(Ranasinghe et al., 2012).

I.8.3 Propriétés Digestives

Ces plantes facilitent la digestion et soulagent les troubles gastro-intestinaux.

Exemples : Menthe poivrée (*Mentha piperita*), Gingembre (*Zingiber officinale*).
(Ranasinghe et al., 2012).



Chapitre II :

Monographie des espèces étudiées

II. Monographie des espèces étudiées

II.1 *Eucalyptus camaldulensis*

II.1.1 Description botanique

L'*Eucalyptus camaldulensis* est un arbre sempervirent de la famille des *Myrtaceae*, originaire d'Australie. Dans sa région d'origine, son bois est principalement utilisé pour la production de bois de feu, de charbon, de piquets, de poteaux, d'outils et de pâte à papier (**Doran et Turnbull, 1997**).

Le gommier rouge des rivières est également apprécié comme arbre ornemental et arbre d'ombrage dans les zones arides et semi-arides (**Brooker et Kleinig, 2006**).

Son nectar est très convoité par les apiculteurs pour produire un miel de haute qualité, apprécié pour ses propriétés antimicrobiennes naturelles (**Batish et al., 2006**). Il produit aussi une gomme rougeâtre appelée kino, utilisée traditionnellement comme colorant et pour ses propriétés médicinales (**Orwa et al., 2009**).

L'huile essentielle obtenue à partir des feuilles *d'Eucalyptus camaldulensis* est utilisée à des fins médicinales traditionnelles et modernes. Elle est reconnue pour ses propriétés antitussives et expectorantes, ainsi que pour ses effets fébrifuges, toniques, astringents, antiseptiques, hémostatiques et vermifuges (**Boulekbache M. et al., 2013** ; **Cimanga et al., 2002**).

II.1.2 Classification systématique

Tableau3. la classification récente de l'espèce *Eucalyptus camaldulensis* (**Broker et kleinig, 2006**).

Régne	Plantae (plantes)
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Myrales</i>
famille	<i>Myrtaceae</i>
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèce	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>

II.1.3 Morphologie**II.1.3.1 Port**

Arbre de grande taille atteignant 20 à 45 m de hauteur, avec un tronc droit souvent tordu et une écorce lisse qui se détache en plaque (**Johnston et Turner, 2006**).

II.1.3.2 Écorce :

Lisse, grise à blanchâtre, parfois teintée de brun ou de rougeâtre, exfoliée en large plaques (**Nicolle et al., 2019**).

II.1.3.3 Feuilles

- Feuilles juvéniles : Opposées, ovales à lancéolées, vert-bleuâtre.

-Feuilles adultes : Alternes, lancéolées, longues de 10 à 25 cm, de couleur vert foncé, à nervation pennée bien marquée (**Nicolle et al., 2019**).

II.1.3.4 Fleurs

-Petites, blanches à crème, groupées en ombelles axillaires de 7 à 11 fleurs.

-Présence d'un opercule conique qui tombe à l'anthèse pour libérer

II.1.3.5 Fruits (capsules)

Capsules ligneuses, hémisphériques à ovoïdes (4-8 mm de diamètre), s'ouvrant par 3 à 5 valve (**Nicolle et al., 2019**)

II.1.4 Cycle de développement d'*Eucalyptus camaldulensis*

Le cycle de développement d'*Eucalyptus camaldulensis*, une espèce largement utilisée pour la reforestation et la production de bois suit plusieurs étapes clés (**Brook et Kleinig, 2006**).

II.1.4.1 Germination

- Les graines sont petites et nécessitent des conditions spécifiques pour germer :
- Température optimale : 20-30°C
- Lumière modérée
- Sol bien drainé

- La germination prend environ 7 à 14 jours

II.1.4.2 Phase juvénile (0-2 ans)

- Croissance rapide du système racinaire pivotant.
- Apparition des premières feuilles vraies.
- Sensibilité aux stress hydriques et aux attaques d'insectes (Boland, 1984).

II.1.4.3 Phase de croissance rapide (2-7 ans)

- Développement rapide du tronc (5 à 10 mètres par an selon les conditions).
- Accroissement du feuillage et début de production de fleurs.
- Besoin élevé en eau et nutriments (Boland, 1984).

II.1.4.4 Maturité reproductive (7-15 ans)

- Production de fleurs et graines en grande quantité.
- Croissance plus lente, mais augmentation du diamètre du tronc.
- Développement d'une écorce fibreuse et résistance accrue aux stress environnementaux (Brooker et Kleinig, 2006)

II.1.4.5 Phase adulte et sénescence (15 ans et +)

- Croissance stabilisée (peut atteindre 30-45 mètres).
- Déclin progressif de la production de graines.
- Certaines parties de l'arbre peuvent commencer à mourir, favorisant la régénération naturelle (Booth, 2013).

II.1.5 Intérêt socioéconomique**II.1.5.1 Importance en Pharmacie**

Production d'huiles essentielles : Riche en 1,8-cinéole, utilisé dans les sirops contre la toux, les pommades décongestionnantes et les inhalateurs (**Elaissi, 2011**)

- Antiseptique naturel : Utilisé dans la fabrication de savons, crèmes et gels antibactérien Anti-inflammatoire et analgésique : Exploité pour formuler des médicaments contre les douleurs musculaires et articulaires (**Elaissi, 2011**).

II.1.5.2 Impact économique

- Industrie pharmaceutique en expansion, notamment en Afrique, Asie et Australie, où *l'eucalyptus* est largement cultivé.
- Réduction de la dépendance aux antibiotiques synthétiques grâce à ses propriétés antimicrobiennes naturelles.

II.1.5.3 Industrie Cosmétique et Bien-être

- Clé dans les produits de soin de la peau (crèmes, lotions, gels).
- Intégré dans les parfums et déodorants grâce à son parfum frais et ses propriétés antibactériennes (Elaissi, 2011).

II.1.5.4 Contribution à l'Industrie Agricole et Forestière

- Miel d'eucalyptus : Production apicole avec une valeur ajoutée sur le marché des miels thérapeutiques (Elaissi, 2011).
- Bois et reboisement : Utilisé pour la fabrication de meubles et la lutte contre l'érosion des sols (Rehman, 2020)

II.1.5.5 Effet insecticide

L'huile essentielle *d'Eucalyptus camaldulensis* est connue pour ses propriétés insecticides. Elle contient des composés comme l'eucalyptol (1,8-cinéole) et d'autres terpènes, qui sont souvent utilisés pour repousser ou tuer des insectes tels que les moustiques, les mouches et les poux (Rehman, 2020).

II.1.5.6 Propriétés anti-parasitaires :

Certaines recherches suggèrent que *l'Eucalyptus camaldulensis* peut avoir des effets contre les parasites intestinaux, bien que des études approfondies sur son efficacité dans ce domaine soient limitées (Rehman, 2020).

II.1.5.7 Traitement des maladies

Eucalyptus camaldulensis (*Eucalyptus* rouge) est une plante médicinale largement utilisée en phytothérapie pour ses propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoire et expectorantes. Ses extraits ont été étudiés pour traiter diverses affections (Elaissi, 2011). e.g.:

II.1.5.8 Infections bactériennes et antifongiques

- Propriétés : Les extraits de feuilles montrent une activité contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Candida albicans* (**Sadlon et Lamson, 2010**)

II.1.5.9 Plaies et infections cutanées

- Propriétés : L'huile essentielle est utilisée en application locale pour accélérer la cicatrisation des plaies et prévenir les infections (**Djoukeng, 2005**).

II.2 .*Tetraclinis articulata***II.2.1 Définition**

Tetraclinis articulata, communément appelé Thuya de Berberie, est endémique de la Méditerranée Sud occidentale, en particulier les pays du Maghreb (d'où son appellation thuya du Maghreb ou thuya de Berbérie). L'espèce couvre en Algérie 161 000 hectares et occupe la troisième place après le pin d'Alep et le chêne vert (**Benabdeli, 1996 ; Leutreuch-Belarouci, 1982**).

Elle a divers domaines d'intérêt, dont celuides huiles essentielles thuya du Maghreb ou thuya de Berbérie (**Benabdeli, 1996 ; Leutreuch-Belarouci, 1982**).

II.2.2 Description botanique

Le thuya de Berberie est un arbre toujours vert, qui mesure de 6 à 8 m de hauteur, mais peut atteindre 15 m et plus. Le nom latin de ce conifère est *Tetraclinis articulata* ou *Callitris articulata*. C'est pourquoi les forêts de thuyas de Berberie s'appellent Tétraclinaies ou callitraies. Le thuya de Berberie est une plante rustique et xérophile (**U.I.C.N, 2011**).

Est parmi les rares conifères qui repoussent après les incendies. Il peut pousser sur des sols pauvres, et joue donc un rôle très important dans la protection contre l'érosion, surtout au niveau des montagnes (**U.I.C.N, 2011**).

Le thuya est un résineux à feuillage léger et persistant. À l'état juvénile, son port est pyramidé

Les feuilles sont plates, en forme d'écaillles et persistantes et réduites en écailles opposées et imbriquées par deux,

Les fleurs en chaton, situées à l'extrémité des rameaux. Le fruit est un cône d'allure cubiques'ouvrant par quatre valves sous l'effet de la chaleur, libérant ainsi six graines ailées (Hadjadj-aoul et al., 2009).

Le tronc est droit à rhytidome gris clair, puis devenant plus sombre, fendillé longitudinalement, à rameaux dressés et minces, composés de petites branches plates, Vértes, articulées selon la disposition des feuilles. Les feuilles sont en aiguilles bleutées, de 1-2 cm chez les jeunes plantes. Elles vont ensuite, chez les plantes adultes, laisser la place aux feuilles en écailles, persistantes, opposées et plus ou moins verticillées par 4, enveloppant le rameau aplati inégal, 2 larges alternant 2 étroites (**Hadjadj-aoul, 2009**).

Les fleurs sont groupées à l'extrémité des rameaux courts. Les cônes plus ou moins globuleux, constitués de 4 écailles ligneuses, en 2 paires, en forme de cœur (**Boudy, 1952**).

L'arbre fleurit en automne (octobre) et fructifie l'été suivant (juin, juillet). Cette fructification démarre vers l'âge de 15 ans et se poursuit jusqu'à un âge très avancé. Cette particularité est cohérente avec certaines espèces méditerranéennes ou subtropicales qui ont des cycles de reproduction étalés. L'ouverture des cônes, qui reste comme pour beaucoup d'espèces conditionnées par la chaleur, n'a lieu qu'à la fin de l'été (**Boudy, 1952**).

Les plantules sont très semblables à celles du pin d'Alep, avec lesquelles, d'ailleurs elles peuvent être confondues. En effet, toutes deux présentent durant la première année de petites feuilles en aiguilles d'un centimètre environ. Ce n'est que plus tard que les petites feuilles de la plantule du thuya s'imbriquent telles des écailles par quatre pour donner de petits rameaux articulés caractéristiques. Cela donne un feuillage très léger et ainsi le couvert du thuya reste suffisamment lumineux (**Hadjadj-aoul, 1995**).

La production de graines de cette essence est relativement bonne (10000 graines /kg) Production de graines et régénération naturelle La mention d'une production abondante (10 000 graines/kg) est crédible pour une espèce résineuse, car plusieurs conifères ont des graines légères et nombreuses pour maximiser la dispersion.

Hadjadj-aoul (2009) suggère que la régénération naturelle n'est pas limitée par la quantité de graines, ce qui implique que d'autres facteurs (humidité, compétition, préddation) pourraient influencer la germination et l'établissement des jeunes plants. et le problème de sa

régénération naturelle ne semble pas être freiné par la quantité des semences produites (**Hadjadj-aoul, 2009**).

II.2.3 Systématique de la plante

Le Thuya de Berbérie appartient à la famille des Cupressaceae et au genre *Tetraclinis* qui ne comprend qu'une seule espèce *T. articulata*, selon (**Fralish, 2002; Barrero, 2003**)

Tableau4. la classification récente de l'espèce *de Tetraclinis articulata*

Régne	Planta
Embranchement	<i>Spermatophytes</i>
Sousembraement	<i>Gymnospermes</i>
Classe	<i>Pinopsida</i>
Ordre	<i>Pinales</i>
Famille	<i>Cupressaceae</i>
Genre	<i>Tetraclinis</i>
Espèce	<i>Tetraclinis articulata</i>

II.2.4 Cycle de développement

Le thuya (genre *Thuja*), un conifère de la famille des *Cupressaceae*, suit un cycle de vie typique des gymnospermes, caractérisé par une alternance de générations entre le sporophyte (plante adulte) et le gamétophyte (très réduit) (**Raven et Eichhorn, 2005**).

Voici les principales étapes de son cycle de vie :

a : Sporophyte (Plante adulte)

Le thuya adulte est un sporophyte diploïde (2n). Il produit des cônes mâles (strobiles) et femelles sur la même plante (espèce monoïque) (**Raven et Eichhorn, 2005**).

6 : .Formation des spores

Cônes mâles : produisent des microsporocytes (2n) qui subissent la méiose pour former des microspores haploïdes (n) → qui deviennent des grains de pollen (**Mauseth, 2014**).

c : C).Développement des gamétophytes

- Le grain de pollen (gamétophyte mâle) produit deux gamètes spermatiques via mitose.
- La mégasporre se développe en gamétophyte femelle à l'intérieur de l'ovule, produisant les oosphères (gamètes femelles) (**Mauseth, 2014**).

d : Fécondation

- La pollinisation se fait par le vent (anémophilie).
- Le grain de pollen atteint l'ovule et féconde l'oosphère → formation d'un zygote diploïde (2n) (**Beck, 2010**).

e : Embryon et graine

- Le zygote devient un embryon contenu dans une graine nue (typique des gymnospermes).
- La graine germe pour donner un nouveau sporophyte (**Beck, 2010**).

II.2.5 Ecologie***II.2.5.1 Conditions climatiques***

Le thuya est une essence de lumière thermophile et xérophile caractérisée par ses faibles exigences en eau, de 300 à 500 mm par an. Ecologiquement le thuya est décrit comme une espèce qui préfère les pentes exposées au sud et un climat semi –aride à variante tempérée douce, chaude et très chaude (**Buhagiar et al., 2000**) ; il se développe aussi en étage subhumide à variante chaude, douce et tempérée sur sol filtrant (calcaire) ; il craint les froids humides et préfère les expositions chaudes (**Quézel, 2000**).

En effet, Le thuya par sa rusticité, peut se développer aussi dans les climats très secs et aux sols les plus déshérités. Ses peuplements sont remarquablement liés aux variantes chaudes et tempérées du thermo-méditerranéen semi-aride exceptionnellement subhumide inférieur ou aride (**Ladhem, 2016**).

Donc la présence du *Tetraclinis articulata* dans son environnement naturel en mettant en valeur ses adaptations écologiques clés : sa préférence pour le soleil et la chaleur, ses faibles besoins en eau, sa tolérance aux sols pauvres et sa sensibilité aux froids humides. Ces caractéristiques lui permettent de prospérer dans les écosystèmes méditerranéens arides et semi-arides.

II.2.5.2 Conditions édaphiques

Du point de vue type de sol, le thuya pousse sur ceux peu profonds de type rendzine, reconnus superficiels à horizons peu différenciés ou dégradés (**Fennane, 1987**), appelé aussi un type de sol argilo-calcaire (**Buhagiar et al., 2000**) d'où son intérêt écologique dans la conservation des sols.

II.2.6 Domaine d'utilisation

Le thuya surnommé au XVIIème siècle « arbre de vie » en raison de sa valeur médicinale attribuée à son feuillage et sa résine balsamique dont l'extrait augmente la tension artérielle et baisse la fièvre (**Ayache, 2007**).

En effet, différentes parties de thuya sont employées dans plusieurs domaines en raison de ses multiples utilisations.

II.2.6.1 Artisanale

Le bois de ce Thuya est surtout utilisé dans le secteur artisanal en menuiserie et en ébénisterie ou comme bois de chauffage.

Le bois de *thuya*, spécial et luxueux, est un bois dur reconnaissable par sa couleur rouge foncé moucheté de grappes de petites taches brun foncé et parfois de motifs de veines de couleur dorée. Les qualités relatives à ce bois sont sa dureté, sa rareté, les centaines de textures qu'il présente, le luxe de son apparence, le très beau poli qu'il manifeste après polissage. Son bois, aussi connu sous le nom de citre, est très solide. On l'utilise généralement pour la charpente de maisons traditionnelles (**U.I.C.N, 2011**).



Figure 16. Artisanale de bois de thuya (**Mon nuage, 2007**)

II.2.6.2 Médicinale

En médecine traditionnelle et phytothérapie, les populations locales utilisent cette essence en raison de ses multiples effets thérapeutiques, les différentes parties de l'arbre, particulièrement les feuilles et les rameux sont connues par leurs propriétés sudorifiques, diurétiques et antirhumatismales, elles sont aussi préconisées dans les traitements des infections intestinales, les maladies respiratoires, le diabète, l'hypotension et les fièvres infantiles (Buhagiar et al., 2000; Ziyyat et al., 1997).

II.2.6.3 Economique

L'espèce trouve essentiellement sa place dans l'activité artisanale surtout maghrébine qui joue un rôle économique et social crucial. A ce sujet, les forêts de thuya jouent un rôle socio-économique important dans le cadre de la satisfaction des besoins locaux des populations riveraines en matière de parcours (pour le bétail), produits ligneux (bois d'œuvre, bois de feu, bois de service et les loupes), gomme sandaraque, tanin, goudron végétal et la production de miel (El Mouridi, 2011).

II.3 Juniperus oxycedrus

II.3.1 Description botanique

Le Genévrier cade est un arbrisseau dioïque de 1-2 m de hauteur (pouvant atteindre 14 m) à écorce grise ou rougeâtre rugueuse. Caractéristique des garrigues et maquis, on le retrouve dans les régions méditerranéennes. Il possède un feuillage persistant sous forme d'aiguilles à pointe fine et piquante dont la face supérieure porte deux bandes blanches, ce qui le distingue du Genévrier commun qui possède des aiguilles avec une seule bande blanche. Les cônes sont de couleur brune à rouge-orange. Les cônes femelles ressemblent progressivement à des baies, les écailles se soudant les unes aux autres, ils arrivent à maturité au bout de 2 ans environ. Cet arbre aime les lieux arides, rocheux et les sols calcaires ou acides (**lydia beson**).

II.3.2 Désignations vernaculaires

Genévrier cadier, Cade, Cèdre piquant, Oxycèdre, Genévrier sauvage, Genévrier oxycèdre, Petit Cèdre (**Klimko et al., 2007**).

-Origines courantes : Régions méditerranéennes, France (**Klimko et al., 2007**).

II.3.3 Classification Systématique**Tableau 5.** La classification récente de l'espèce *Junipérus oxycédrus*(**Seigue, 1985**).

Régne	<i>Plantea</i>
Division	<i>Pinophyta</i>
Classe	<i>Pinopsida</i>
Ordre	Pins
Famille	Cupressacées
Genre	<i>Juniperus</i>

II.3.4 Botaniques de l'espèce

Juniperus oxycedrus ou genévrier *oxycedre* est un arbuste ou un arbrisseau d'un vert glauque pouvant atteindre 9 mètres de hauteur, son port est en colonne à l'âge adulte (**Damerdji et Meniri, 2014**) avec un tronc présentant une écorce mince et grisâtre qui se détache en fines lanières (**Seigue, 1985**).

-Écologie : Coteaux arides du Midi, jusque dans la Drôme, l'Aveyron, les Pyrénées centrales, corse (**Julve, 2024**).

II.3.5 Morphologie florale

Le genévrier cade est un arbrisseau dioïque (fleurs mâles et femelles ne poussant pas sur la même plante). Les fleurs mâles et femelles forment des petits cônes. _Fruit, graines et pollen :

Les cônes femelles prennent peu à peu l'apparence de baies, les écailles se soudant les unes aux autres. Ces cônes arrivent à maturité au bout de deux ans environ. Ils forment des baies brun-rouge.) (**Damerdji et Meniri, 2014**).

Entre début octobre et fin novembre, le cade émet un pollen. (Etiquetage-obligatoire-pour-les-vegetaux-en-vente-susceptibles-de-porter-atteinte et Genévrier cade).

Le feuillage persistant se présente sous forme d'aiguilles. Ces aiguilles, à pointe fine et piquante, sont disposées en verticilles de 3 sur 6 rangs. Leur face supérieure porte deux bandes blanches séparées par la nervure médiane verte, ce qui permet de faire la distinction avec le genévrier commun (une seule raie chez. *Juniper communis*) (**Damerdji et Meniri, 2014**)

a : Fleur et floraison

Le Genévrier oxycèdre est un arbuste dioïque dont la floraison survient en avril-mai. Les fleurs mâles sont de petits cônes jaunes. Les cônes femelles prennent peu à peu l'apparence de baies, les écailles se soudent les unes aux autres. Ces cônes arrivent à maturité aubout de deux ans environ (**Damerdj et Meniri, 2014**)

b : Fruits

Sont bruns rouges à maturité, de 6 à 9 mm (**Damerdj et Meniri, 2014**). Ils portent généralement 3 graines, brunes, triangulaires, ovoïdes (**Farjon, 2010**).

c : Bois

Le bois est de couleur fauve, homogène, à grain fin, pouvant acquérir un beau poli; il est utilisé en ébénisterie et en marqueterie, pour fabriquer des placages et des crayons (**Rameau et al., 1993**).

II.3.6 Caractéristiques écologiques

Le genévrier oxycèdre est typique de la région méditerranéenne où il représente un élément pionnier très dynamique, surtout en milieu forestier dégradé. Il est associé essentiellement au chêne vert, au chêne liège, voire au pin d'Alep; il est présent sur les massifs montagneux où il est souvent abondant dans les chênaies (**Quézel et Gast, 1998**). On le rencontre en moyenne altitude, plutôt de 500 à 1000 m (**Laszio, 2000**).

Le genévrier oxycèdre exige beaucoup de lumière et de chaleur; il résiste à la sécheresse et il est sensible au froid (**Riou-Nivert, 2001**). Il est indifférent à la nature du sol, apprécie les lieux arides rocailleux, sur calcaire ou sur sols acides, préfère les sols drainés, même calcaires ou secs (**Damerdj et Meniri, 2014**).

II.3.7 Cycle de vie de Juniperus oxycédrus***a : Germination***

La graine, après une phase de dormance, germe sous conditions favorables (humidité, température, sol bien drainé). La germination peut être lente, car la graine possède un tégument dur (**Quézel et Médail, 2003**).

6 : Phase juvénile

Le jeune plant se développe lentement. Il peut rester en phase juvénile plusieurs années avant de devenir reproductif (**Quézel et Médail, 2003**).

c : Croissance végétative

L'arbre développe une structure ligneuse, souvent buissonnante, et s'adapte à des conditions climatiques difficiles (sécheresse, sols pauvres) (**Quézel et Médail, 2003**).

d : Maturité sexuelle

Juniperus oxycedrus est généralement dioïque (individus mâles et femelles séparés). (**Farjon, 2005**).

- **Mâles** : produisent des cônes polliniques (strobiles mâles) en automne ou hiver.
- **Femelles** : produisent des cônes ovulifères qui deviennent des galbules (faux fruits).

e : Pollinisation

Elle est anémophile (par le vent). Le pollen est dispersé à longue distance et féconde les ovules des cônes femelles. (**Farjon, 2005**).

f : Fécondation et formation des graines

Après la fécondation, le cône femelle se développe lentement en une galbule (1 à 2 ans). Ce dernier est charnu et contient généralement 1 à 3 graines. (**Thomas, 2013**).

g : Dispersion des graines

Les galbules mûres sont consommées par des oiseaux (zoochorie), qui dispersent les graines par leurs fientes, favorisant la régénération (**Barbero et Quézel, 1990**).

II.3.8 Utilisations traditionnelles

En médecine traditionnelle, cette plante est utilisée dans le traitement de diverses maladies telles que l'hyperglycémie, l'obésité, la tuberculose, la bronchite et la pneumonie. (**Swanson-Flatt et al., 1990 ; Sancher et al., 1994**),

Il est également utilisé sous forme de décoction pour le traitement des troubles gastrique et comme un analgésique buccal (**Fernandez et al., 1996**).

Ce genre était utilisé comme panacée, ses fumigations étaient réputées désinfectantes (notamment utilisées dans les rues pour combattre les épidémies de peste et de choléra) et le vin

de genièvre avait des vertus diurétiques. Il est utilisé en dermatologie humaine comme antiseptique et parasiticide pour traiter, sous forme de pommade l'eczéma chronique et certaines affections de la peau (dont la gale), aujourd'hui cette huile essentielle est également recommandée pour soigner les animaux domestiques en cas d'affections du cuir chevelu et comme vermifuge (**Bouhlal et al., 1988; Tavares et al., 2012; Becker et al., 1982**) .

II.3.9 Emplois techniques des produits du genévrier

Les troncs des genévriers peuvent fournir des perches et poutres de construction car ils sont résistants aux parasites et à l'humidité. Seul le genévrier thurifère donne un bois d'œuvre de qualité en raison du diamètre (jusqu'à 5 m) et de la hauteur de ses troncs, de sa robustesse et sa résistance aux intempéries. Il est aussi transformé en charbon de bois. le genévrier thurifère fournit non seulement un bois d'œuvre, du bois de chauffage mais aussi des feuilles vertes très appréciées des troupeaux de chèvres et moutons abondants en ces lieux (**Auclai, 1993**). la distillation du bois de genévrier donne lieu à l'extraction d'huile ou de goudron voir (**Bellakhdaretal., 20**

II.4 Rosmarinus officinalis

II.4.1 Description botanique

Rosmarinus officinalis est une espèce de gamopétales super ovaires tétra cycliques de la famille des lamiacées, d'ordre des Lamiales .

La plante *Rosmarinus* (rose des mers) est un genre de plantes composé de deux parties. Ros : rosée, synonyme de rhus : buisson. Cette plante se trouve fréquemment dans les coteaux maritimes. La plante est généralement considérée comme monotypique et se rencontre sur le littoral dans tout le bassin méditerranéen, en particulier dans les régions calcaires (**Harley et Budantsey, 2004**).

Elle y fleurit tout au long de l'année, ses fleurs sont très parfumées. On la retrouve sous la forme d'un arbuste, d'un sous-arbrisseau ou d'une plante herbacée. Marinus : un marin. Il s'agit d'une plante parfumée à tiges quadrangulaires, à feuilles opposées décussées sans stipules et à fleurs présentes en cymes axillaires plus ou moins contractées (**Tucker et De Baggio, 2000**).

II.4.2 Classification botanique**Tableau 6.** Classification récent de *Rosemarinus officinalis* (E.M.A ,2010).

Régne	Plantae
Clade	Angiosperma Eudicotylédones
Ordre	Lamiales
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Salvia</i>
Espèce	<i>Salvia rosmarinus</i> (anciennement <i>Rosmarinus officinalis</i>)

II.4.3 Appareil végétatif

- **Port** : Arbuste sempervirent pouvant atteindre 1,5 à 2 mètres de hauteur
- **Tiges** : Dressées, ligneuses à la base, quadrangulaires chez les jeunes pousses.
- **Feuilles** : Simples, persistantes, linéaires à lancéolées (2-4 cm de long), coriaces, vert foncé sur le dessus et blanchâtres sur le dessous en raison d'un revêtement de poils glanduleux. Elles dégagent une forte odeur aromatique due aux huiles essentielles (Al-Sereiti et Abu-Amer, 1999)

II.4.4 Appareil reproducteur

- **Fleurs** : Regroupées en inflorescences axillaires ou terminales, de couleur bleu-violacé, parfois blanches ou roses (Al-Sereiti et Abu-Amer, 1999) .
- **Corolle** : Zygomorphe, bilabiée, avec un tube court et une lèvre supérieure bilobée (Chevallier, 2016)
- **Étamines** : Deux, saillantes, caractéristiques de la famille des Lamiacées (Yesil-Celiktas et al., 2007)
- **Période de floraison** : Principalement au printemps (mars à mai), mais peut refleurir en fin d'été dans les climats doux (Yesil-Celiktas et al., 2007)
- **Fruits et graines**
 - **Fruit** : Tétra-akène (quatre petits akènes bruns à maturité) (Drew et al., 2017).
 - **Dissémination** : Anémochorie et zoochorie (dispersion par le vent et les animaux) (Pengelly et al., 2012).

II.4.5 Cycle de développement

Le cycle de vie de *Rosemarinus officinalis* ; suit les étapes typiques d'une plante vivace méditerranéenne. Voici ses principales phases de développement :

a) Germination

Les graines de romarin germent lentement, en 2 à 4 semaines, sous des températures optimales de 20-25°C. La germination nécessite un substrat bien drainé et une exposition au soleil (**Baskin, 2014**).

b) Croissance Végétative

La plantule développe des feuilles linéaires aromatiques et un système racinaire profond adapté aux sols secs. La croissance est lente la première année mais s'accélère ensuite (**Baskin, 2014**).

c) Floraison et Reproduction

Le romarin fleurit généralement au printemps et parfois en automne, attirant les polliniseurs (abeilles, papillons). Les fleurs sont hermaphrodites et la pollinisation se fait principalement par les insectes (**Herrera, 1987**).

E) Fructification et Dispersion

Après pollinisation, le romarin produit des fruits secs (tétrakènes) contenant des graines dispersées par le vent ou l'eau. La dispersion est limitée, favorisant une croissance en touffes denses (**Thompson, 2005**).

F) Sénescence et Régénération

Environ après 10-15 ans, les parties aériennes peuvent se lignifier et mourir, mais la plante peut se régénérer par rejets basaux. Elle supporte bien la taille, ce qui stimule de nouvelles pousses (**Blondel, 2006**)

II.4.6 Mode d'utilisation

- **Médicinal** : Contient des huiles essentielles (1,8-cinéole, camphre, bornéol) aux propriétés antioxydantes, digestives et stimulantes (**Baskin, 2014**).
- **Ornemental** : Plante décorative résistante à la sécheresse et appréciée en jardins méditerranéens.
- Le *Rosmarinus officinalis* (romarin) a été traditionnellement utilisé pour traiter divers maux et améliorer la santé en raison de ses propriétés médicinales (**Olsson et al., 2004**).

Voici quelques-uns des principaux usages médicaux du romarin, ainsi que les maladies ou conditions qu'il peut aider à traiter :

II.4.7 Propriétés du Romarin

Le romarin contient des composés actifs comme les flavonoïdes et les acides phénoliques, qui ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires puissantes. Cela en fait un remède naturel pour des maladies inflammatoires comme l'arthrite et les douleurs musculaires (**Olsson et al., 2004**).

II.4.7.1 Propriétés antimicrobiennes

Les huiles essentielles de romarin ont des propriétés antimicrobiennes et peuvent être utilisées pour traiter des infections bactériennes et fongiques, ainsi que pour favoriser la guérison des plaies (**El-Sayed et al., 2009**).

- Infections cutanées : Le romarin peut être utilisé pour traiter des infections mineures ou des plaies en raison de ses propriétés antiseptiques (**El-Sayed et al., 2009**).
- Infections respiratoires : Il peut être inhalé sous forme de vapeur pour traiter les infections respiratoires (**El-Sayed et al., 2009**).

II.4.7.2 Parasites et maladies

Le *Rosmarinus officinalis*, ou romarin, présente un intérêt socioéconomique important, notamment dans les domaines pharmaceutique, alimentaire et cosmétiques, en raison de ses nombreuses propriétés thérapeutiques et de son large éventail d'utilisations. Voici un aperçu détaillé de son rôle dans ces secteurs (**Borges et al., 2013**)

II.4.7.3 d).Propriétés pharmaceutiques

Le romarin est utilisé depuis des siècles pour ses vertus médicinales. Ses composants actifs, tels que les acides rosmarinique et caféïque, les flavonoïdes et les huiles essentielles (notamment le camphre et le 1,8-cinéole), lui confèrent diverses propriétés pharmacologiques :

➤ **Antioxydant** : *Le romarin* est riche en antioxydants, qui aident à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre le vieillissement prématué et diverses maladies.

➤ **Anti-inflammatoire** : Il est utilisé pour traiter des troubles inflammatoires, notamment l'arthrite (**Borges et al., 2013**)

➤ **Antimicrobien** : L'huile essentielle de romarin a montré une efficacité contre divers types de bactéries, de champignons et de virus (**Borges et al., 2013**)

II.4.7.4 e). Applications en cosmétique

Le romarin est largement utilisé dans l'industrie cosmétique pour ses propriétés antioxydantes, antiseptiques et rafraîchissantes. Il est souvent présent dans les crèmes et lotions pour la peau, ainsi que dans les produits capillaires pour traiter les pellicules et stimuler la pousse des cheveux (**Borges et al., 2013**).

Soins capillaires : Les extraits de romarin sont utilisés dans les shampoings et les lotions pour lutter contre la chute des cheveux et les pellicules (**Borges et al., 2013**).

Soins de la peau : Le romarin est utilisé dans les crèmes et lotions pour ses effets apaisants et réparateurs sur la peau, ainsi que pour son action anti-âge (**Borges et al., 2013**).

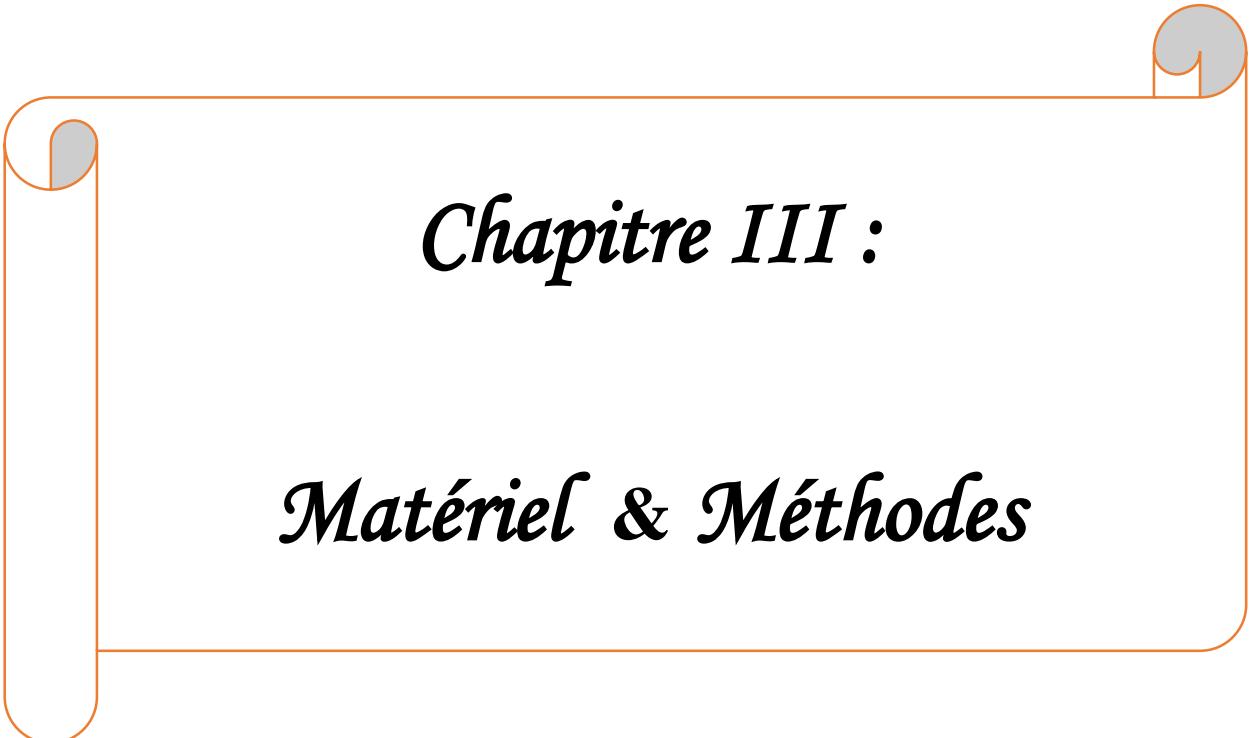
II.4.8 Intérêt économique

Culture et production : Le romarin est une plante qui peut être cultivée à faible coût dans de nombreuses régions, ce qui en fait une culture bénéfique pour les agriculteurs. Il peut être cultivé dans des zones arides et peu fertiles, ce qui le rend adapté à la culture dans des zones où d'autres cultures pourraient être plus difficiles à maintenir (**Santos et al., 2017**).

Marché des huiles essentielles : L'huile essentielle de romarin est un produit très demandé dans l'industrie des produits naturels, de la parfumerie et des cosmétiques. Le commerce mondial des huiles essentielles connaît une croissance régulière, ce qui représente une source de revenus importante pour les productions (**Santos et al., 2017**).

Partie 2 :

Partie Expérimentale



Chapitre III :

Matériel & Méthodes

III. Matériel & Méthodes

Ce chapitre vise à présenter de manière détaillée les matériaux et les méthodologies adoptées pour la réalisation de ce travail :

- a. en extraire les huiles essentielles de quatre plantes médicinales réparties spontanément dans la région de Zemmoura Wilaya de Relizane : *Juniperus oxycedrus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Tétraclinis articulata* et *Rosmarinus officinalis*.
- b. Faire l’Aromatogramme en vue de mettre en évidence leurs activités antibactériennes vis-à-vis de quatre souches pathogènes (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*).
- c. Tester d’activité antifongique vis-à-vis quatre souche fongiques phytopathogènes (*Fusarium* attaquent les racines et feuille de tomate).
- d. Découvrir les activités antiradicalaire et antioxydante de ces huiles essentielles.
- e. Etudier l’activité bio-insecticide contre *Tribolium castaneum* un ravageur secondaire strict, cause des dommages importants dans les stocks pour un grand nombre de raccourcis, en particulier la farine de céréales.

III.1 Zone de récolte de nos échantillons :

Les plantes étudiées dans ce travail sont ; *Juniperus oxycedrus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Tétraclinis articulata* et *Rosmarinus officinalis* ont été récoltés de la région Zemmora (wilaya de Relizane) en mois de février 2025.

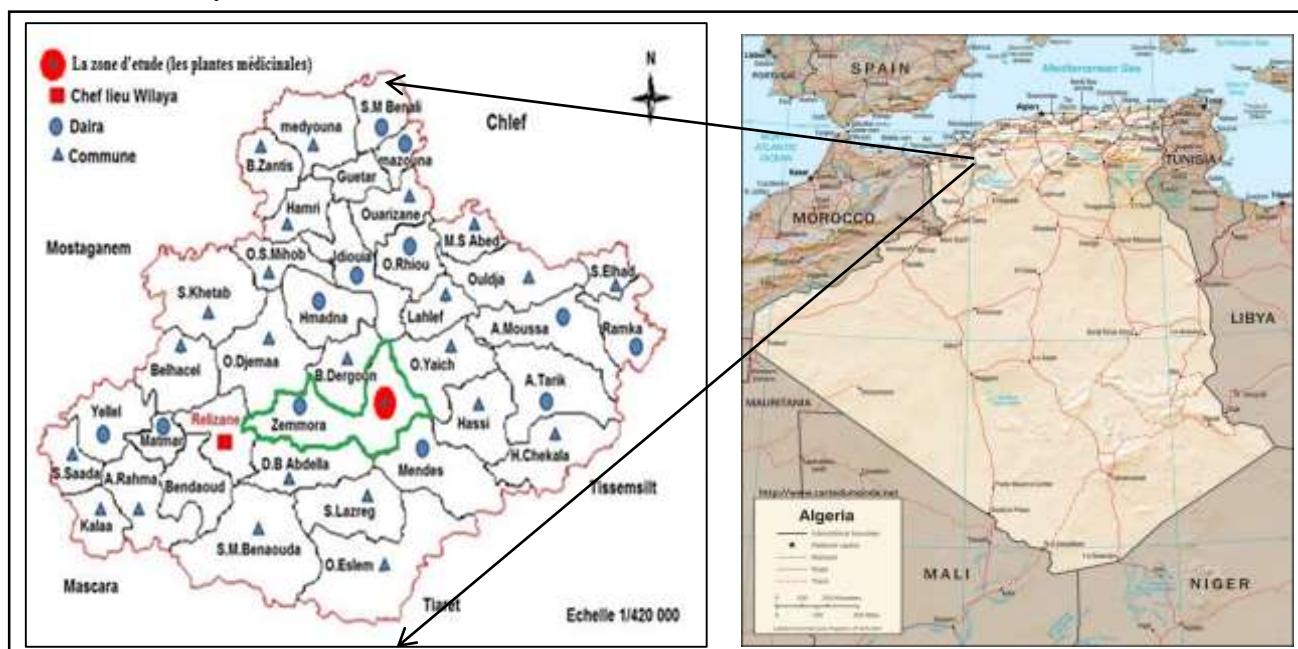


Figure 24. La région de récolte de nos plantes.

III.1.1 Matériel végétal et Extraction des huiles essentielles :

Notre travail de recherche a été réalisé au sein des laboratoires pédagogiques et le laboratoire de recherche «Environnement et développement durable» de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

III.1.1.1 Séchage :

Le séchage est une étape essentielle pour conserver les plantes médicinales, en réduisant leur teneur en eau afin de limiter les dégradations microbiennes et enzymatiques. Le séchage solaire est une méthode économique largement utilisée en zones rurales (**Gbehounou et al., 2010**). Le choix de la méthode influence directement la qualité et le rendement des huiles essentielles (**Msaada et al., 2013**).

Tableau 7. Présentation des plantes médicinales utilisées.

Les plantes médicinales**Partie ciblée de la plante (feuilles)**

Eucalyptus camaldulensis



Tetraclinis articulata



Juniperus oxycedrus



Rosmarinus officinalis



III.1.1.2 Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation :

Les huiles essentielles des trois espèces végétales *Eucalyptus Camaldulensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Tetraclinis articulata* et *Rosmarinus officinalis* sont extraites par la méthode d'hydrodistillation par le distillateur.

L'hydrodistillation consiste à entraîner les composés volatils par la vapeur d'eau issue de l'ébullition de la plante dans l'eau ou en présence de vapeur. Ces composés sont ensuite condensés, puis séparés de l'eau par décantation (**Aziz et al., 2018**).

A. Principe

L'hydrodistillation repose sur la co-distillation des composés volatils avec la vapeur d'eau. La chaleur permet de rompre les structures cellulaires des plantes, libérant ainsi les huiles essentielles qui s'évaporent avec la vapeur. Ce mélange est ensuite condensé et séparé par décantation (**Burt, 2004**).

B. Matériel nécessaire

Un alambic ou un appareil de distillation (généralement en verre ou en acier inoxydable) (**Burt, 2004**)

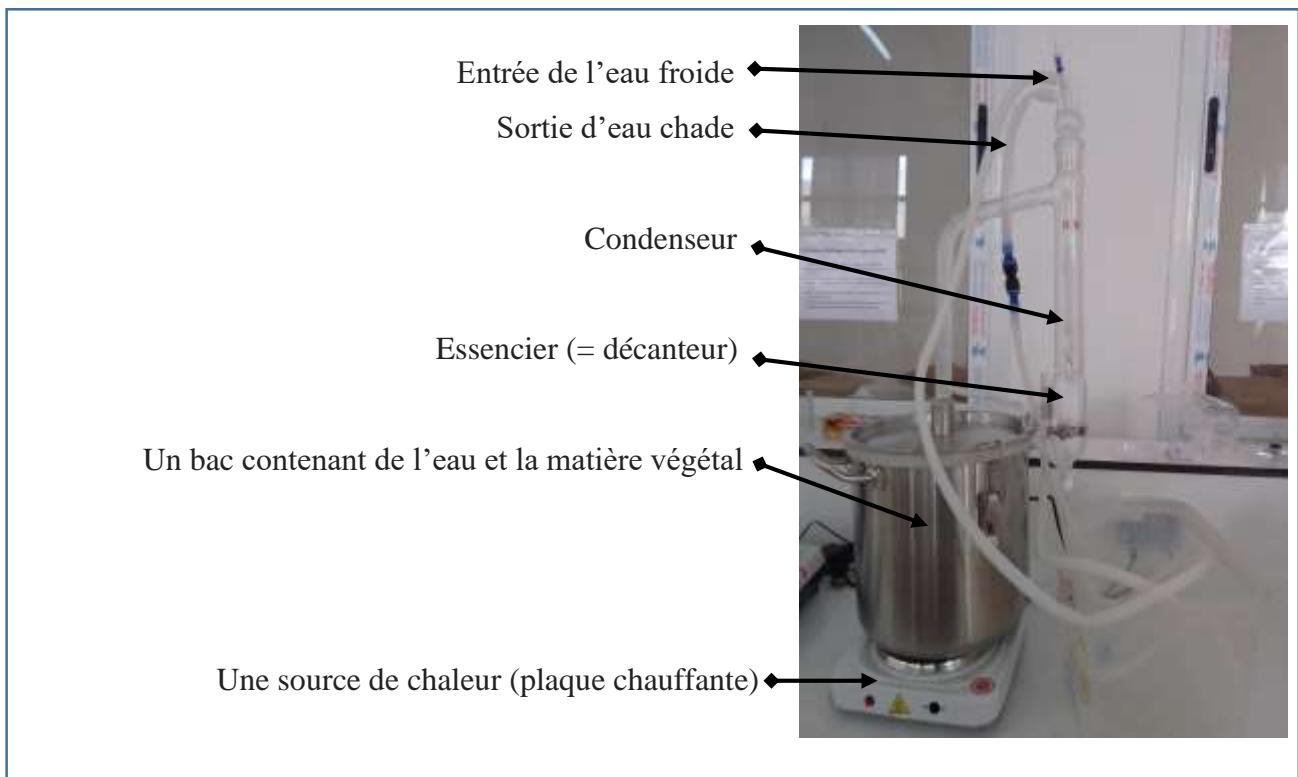


Figure 26 . L'appareil d'Hydrodistillation utilisé pour l'extraction des huiles.

C. Étapes de l'hydrodistillation

- Préparation du matériel végétalLes plantes sont récoltées, Il est important que le matériel soit frais ou bien séchés (**Chemat et Cravotto, 2013**).
- Remplissage du ballon : On place la plante dans l'eau (immersion totale ou partielle) (**Baser, 2010**).
- Chauffage : Le mélange eau/plante est chauffé pour produire de la vapeur (**Baser, 2010**)
- Distillation : La vapeur entraîne les composés volatils vers un condenseur.
- Condensation : La vapeur se refroidit dans le condenseur et redevient liquide (**Guenther, 1948**).
- Décantation : Le mélange huile essentielle/eau est recueilli dans un essencier. L'huile (moins dense) flotte sur l'eau et peut être séparée.

III.1.2 Rendement en huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante, il est exprimé en pourcentage et est calculé par la formule suivante.

Formule du rendement :

$$R = \frac{PH}{PP} \times 100$$

R : Rendement en huile en %

Où **PH** : Poids de l'huile en (g)

PP : Poids de la matière sèche de la plante en (g)

III.1.3 Étude des activités biologiques de nos huiles essentielles :**III.1.3.1 Activité antibactérienne (=Aromatogramme) :****A. Principe :**

L'aromatogramme bute une étude évaluative de l'activité antibactérienne d'une huile essentielle, appelé encore "méthode de diffusion en milieu gélosé"; il consiste à déposer des disques en Papiers wtaman d'huiles essentielles à des concentrations différentes sur la surface de la gélose (Mueller Hinton) uniformément ensemencée par le germe.

L'incubation s'effectue à de 37°C pendant 18 heures. Les bactéries présentant une sensibilité vis-à-vis les huiles essentielles conduit à l'apparition d'un halo clair autour du disque due à l'absence de développement bactérien.

A l'opposé, l'absence d'halo autour du disque signifie une résistance de la bactérie du vis-à-vis des substances testées (Figure 27).

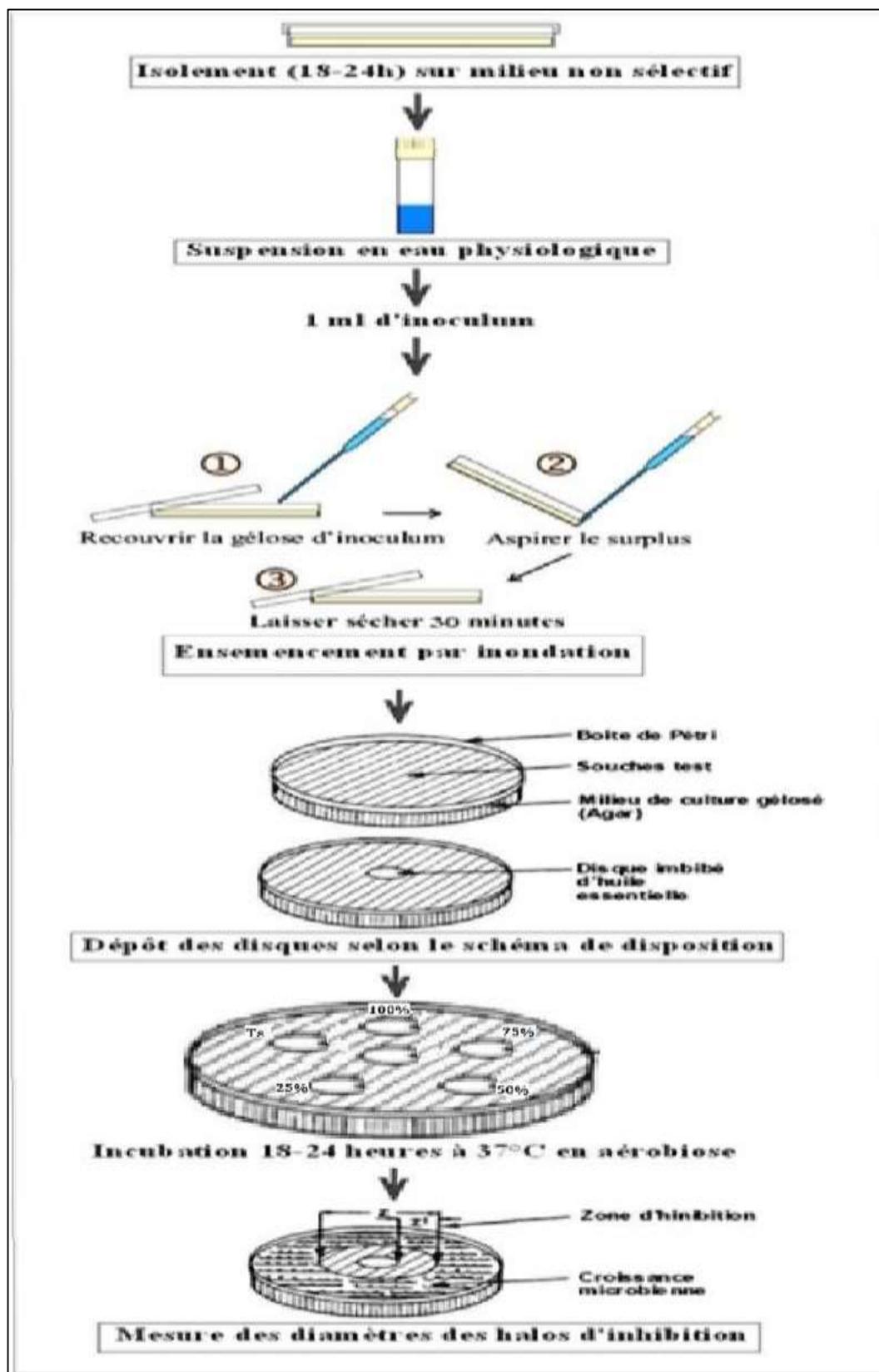


Figure 26 . Schéma explicatif de la technique de l'aromatogramme.

B. Souches bactériennes utilisées :

Les souches (**Tableau 08**) : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*. sont :

- Responsable de la plupart des infections d'origine divers (Toxi-infection Alimentaire).
- Repiquées sur gélose nutritive pour la revivification.

Tableau 08 : Présentation des souches bactériennes utilisées :

Les souches utilisées	Gram
<i>Escherichia coli</i>	Négatif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Négatif
<i>Bacillus cereus</i>	Positif
<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif

C. Matériel et produits utilisés dans le test d'Aromatogramme :**❖ Matériel :**

Matériel dans le laboratoire pédagogique de la faculté Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université Ahmed ZABANA de Relizane : Bain marie, pH mètre, plaques chauffantes avec agitateur, Etuve à 37°C, Réfrigérateur, Autoclave, Boites de pétri, Tubes, Pipette pasteur, Micropipette, Bec Bunsen, Disques de 6 mm de papiers wtaman, pince, Flacons.

❖ Produit et milieux de cultures :

Suivant les méthodes employés dans l'essai et selon les souches, nous avons utilisé

- **Produits** : éther éthylique (solvant pour maximiser le rendement en huiles essentielles), émulsifiant (Tween 80), eau physiologique, eau distillée,
- **Milieux de culture :**

Gélose Nutritive

20 g de milieu GN (Biochem chemopharma), 20 g agar-agar (Biochem chemopharma) et on ajoute l'eau distillée (pour obtenir 1 litre de milieu GN) dans un erlin d'1 litre sur plaque chauffantes avec agitation pendant un quart d'heure et on ajuste le pH (6.8 à 7.2).

Gélose Mueller Hinton :

20 g de milieu MH (Biochem chemopharma), 20 g agar-agar (Biochem chemopharma) et on ajoute l'eau distillée (pour obtenir 1 litre de milieu MH) dans un erlin d'1 litre sur plaque chauffantes avec agitation pendant un quart d'heure.

➤ Procédé de l'aromatogramme :**1. Précultures :**

Pour chaque boite pétrie à raison de 10 ml de milieu de culture de Gélose Nutritive étalé dans les boites a été inoculé pour la préparation d'une culture jeune, Après 18 heures à 20 heures d'incubation trois à cinq colonies ont été prélevées, mis dans de l'eau physiologique, homogénéisée jusqu'à la turbidité (d'une opacité équivalente à celle de l'étalon 0,5) la standardisation est réalisée par spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 620nm dont la DO obtenue doit être comprise entre 0,08 et 0,1 ce qui correspond à une concentration de 10^7 à 10^8 UFC/mL selon Mc Ferland.

2. Ensemencement par inondation :

Après la préparation des suspensions bactériennes de différentes souches, on étale dans des boîtes de Pétri contenant de la gélose Mueller Hinton de façon à recouvrir entièrement la surface gélosée. Afin de fixer les souches de bactéries sur le milieu gélosé, une première incubation de 15 min à 37 °C est effectuée et l'excès de liquide est rejeté stérilement. Une seconde incubation dans l'étuve à 37 °C pendant 15 min permet leur séchage et ainsi l'obtention d'un tapis bactérien.



Figure 27. Préparation les solutions bactériennes

3. Préparation et déposition des dilutions des HEs sur les disques :

Dans un premier temps, nous avons préparé une série de dilutions dans du tween 80 (10%) préalablement obtenu à partir de 200 µl (tween) + 800 µl H₂O puis autoclave à 120°C et par ce émulsifiant nous avons préparé les dilution à raison de 100% des HEs, 75 %, 50%, 25%. ces dilutions sont déposés dans les 4 disques à l'aide d'une micropipette de volume de 5 µl sur chaque disque et un disque pour le Tween80 (10%) pour prouver qu'il n'a aucune activité.

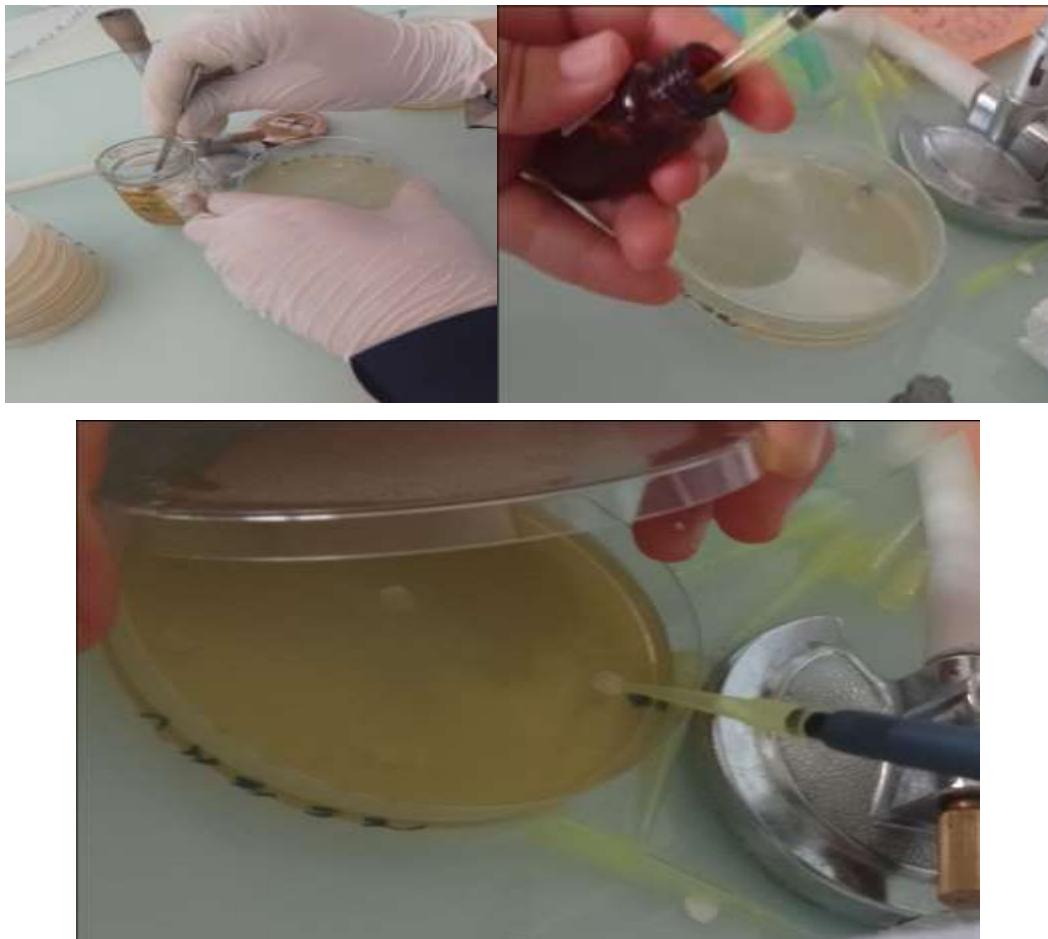


Figure 28. Application des huiles essentielles.

4. Incubation :

Après déposition des disques, on laisse les boîtes pendant 20 minute à température ambiante pour une diffusion de l'huile sur la gélose puis incubées dans l'étuve à 37C°pendant 24h.



Figure 29. Attribution des codes aux boîtes de pétri

5. Lecture :

Les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés à l'aide d'une règle, à l'extérieur de la boîte fermée.

III.1.3.2 Etude de l'activité antifongique**1. Souches fongiques utilisées :**

L'isolement des organismes fongiques pluricellulaires mycotoxinogènes à partir des échantillons de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*) infestée au niveau de (feuilles, fruit, racine).

Les souches utilisées sont appartenues au genre *Fusarium*.

Les souches isolées à partir :	Caractère
des feuilles	Phytopathogènes
des fruits	
des racines	

a) Matériel et produits utilisés dans le test d'activité antifongique de notre HE :**➤ Milieux de culture :****Le milieu PDA :**

à été préparé au laboratoire à base de pomme de terre 20 g agar-agar (Biochem chemopharma) et 20g de saccharose puis on ajoute l'eau distillée (pour obtenir 1 litre de milieu) dans un erlin d'1 litre sur plaque chauffantes avec agitation pendant un quart d'heure (solidification de milieu).

III.4. Test d'activité antifongique de notre HE :**❖ Principe:**

On ajoute, aseptiquement, des quantités d'HE telle que le rapport HE/PDA soit de .100, 50,20,10 , .agit 2 à 3 min et couler les boîtes, puis l'ensemencement par dépôt d'un fragment en vue de connaître l'effet de notre HE sur la propagation de ces deux champignons.

L'incubation s'effectue à 25°C pendant 5 jours.

➤ **Procédé de l'aromatogramme :**

1. Précultures pour les champignons :

Dans des flacons contenant chacun 50 ml de milieu PDA stérilisé, on ajoute, aseptiquement notre huile essentielle de façon à obtenir les concentrations (v/v) en HE, dans le milieu, de 100,50,20,10,PDA

Les milieux utilisés sont le PDA (pH 5.6) pour les moisissures.

1. Préparation et déposition des dilutions des HEs :

Dans le tableau suivant nous avons mentionné la préparation des différentes concentrations des huiles essentielles par apport à milieu de culture utilisé (PDA).

Tableau 9 : Tableau représente les différentes concentrations.

Concentration		Huile Essentielle	PDA
I	100	100µl	50ml
II	50	50µl	50ml
III	20	20µl	20ml
IV	10	10µl	10ml

2. Ensemencement :

L'ensemencement se fait par touches à la surface des Boites Pétri contenant les concentrations en HE allant de 0 (*i.e.* le Témoin) et pour les HEs / PDA les concentrations suivantes : (100,50,20,10) v/v.. On dépose un fragment en vue de connaître l'effet de notre HE sur la propagation de ces deux champignons.

3. Incubation :

Incubées dans l'étuve à 25°C pendant 5 jour.

5. Lecture :

Les diamètres des zones de propagation des champignons depuis le fragment sont mesurés à l'aide d'une règle.

III.1.3.3 III.3.3. Etude de l'activité anti inflammatoires :**A. Principe**

L'inflammation est une réaction de défense d'un organisme à diverses attaques qui peuvent être d'origine physique, chimique, biologique (réponse immunologique) ou infectieuse. Le traitement actuel de l'inflammation implique des stéroïdes (glucocorticoïdes) et des anti-inflammatoires non stéroïdiens tels que l'aspirine Ces molécules bien efficaces présentent le plus souvent des effets indésirables pouvant entraîner leur utilisation à long terme (**Gaziano, 2006**)

B. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire in-vitro**-Test de la dénaturation thermique des protéines**

Nous avons appliqué le test d'inhibition de la dénaturation du BSA provoquée par la chaleur (72°C). selon (**Karthik et al., 2013**).

C. Préparations des solutions

- Préparation du Tris-HCl 0,05 M pH : 6,6
- 1g est dissous dans 200 ml de l'eau distillée .Le pH est par la suite ajusté à 6,6 avec l'HCl.

C.1. Préparation des blancs

a) Pour chaque concentration de huile de plante un blanc huile est préparé dans lequel 1ml de huile est ajouté à 1 ml de Tris-HCl (Ce blanc a pour but de soustraire l'absorbance de l'extrait des résultats obtenus).

b) un blanc BSA contenant 1 ml de la solution de BSA ajouté à 1 ml du solvant utilisé pour les huiles (le résultat obtenu correspond à la dénaturation totale du BSA en absence de substance inhibitrice)

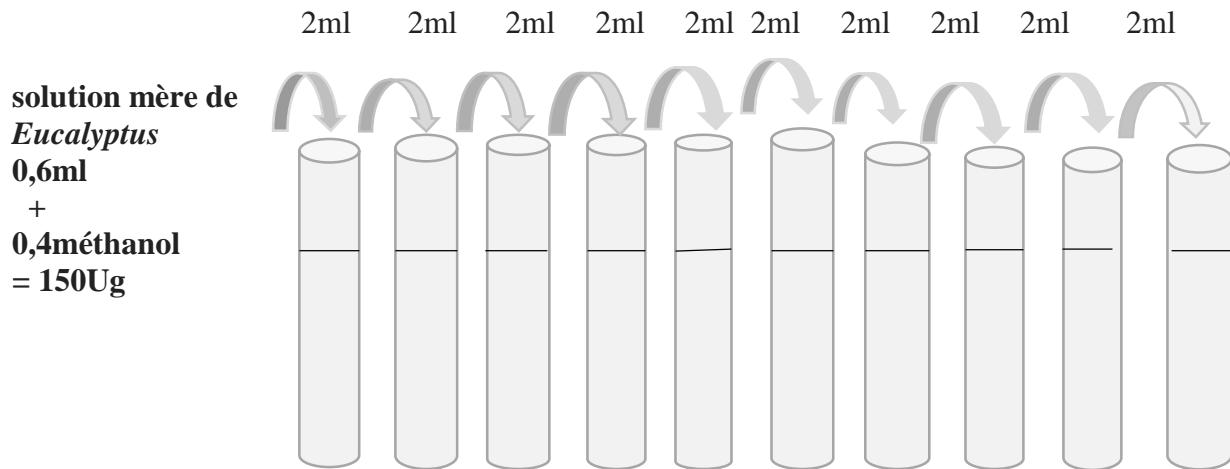
- Préparation de la solution BSA 0,2%
- 0,2 g de BSA est dissoute dans 100 ml de tampon Tris-HCl 0,05

C.2. Préparation des huiles

-Préparer une solution mère de *Eucaluptus*: 0,6 ml (HE)+4ml méthanol=150ug/ml

-Préparer une solution mère de *Rosmarinus*: 0,6ml (HE)+4ml méthanol =150ug/ml

C.3. Préparer les dilutions



Remarque : en fait les mêmes étapes pour préparer d'huile essentielle *Rosmarinus*

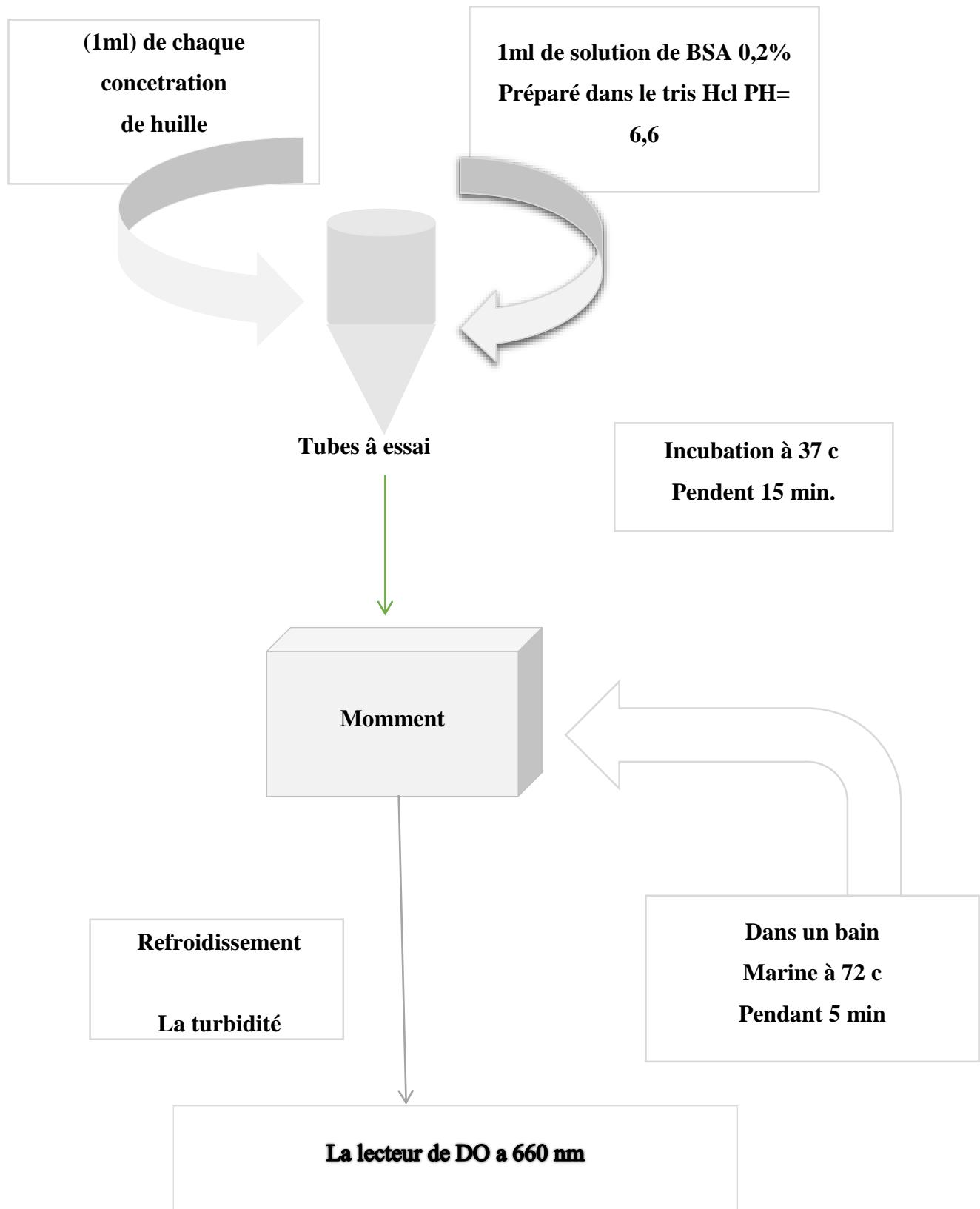
D. Lecture

1 ml de chaque concentration d'huile ou du standard a été ajouté à 1 ml de solution de BSA 0.2 % préparé dans le Tris HCL pH : 6,6. Le mélange est ensuite incubé à 37 °C pendant 15 min. Puis dans un bain marie à 72 °C pendant 5 min. À la fin de l'incubation, le mélange est refroidi rapidement, puis son absorbance est mesurée à 660 nm dans un spectrophotomètre à cuve. Dans ce test, Diclofénac sodique a été utilisée comme anti-inflammatoire de référence. Chaque expérience a été réalisée en triple et le pourcentage d'inhibition de la dénaturation a été déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Inhibition de la dénaturation (\%)} = \frac{A \text{ contrôle} - A \text{ échantillon}}{A \text{ contrôle}} \times 100$$

A contrôle : Absorbance du témoin

A échantillon : Absorbance en présence d'huile ou du standard



III.1.3.4 Evaluation de l'activité antioxydante

Test de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphynil 1-1picrylhdrazyl)

A. Principe et applications

Le test DPPH est une méthode colorimétrique largement utilisée pour évaluer l'activité antioxydante d'un composé ou d'un huile. Il repose sur la capacité d'un antioxydant à réduire le radical libre stable DPPH (violet) en sa forme réduite (jaune), ce qui entraîne une diminution de l'absorbance à 517 nm. Cette méthode est simple, rapide, économique et applicable à une large gamme de matrices alimentaires et biologiques (Blois, 1958).

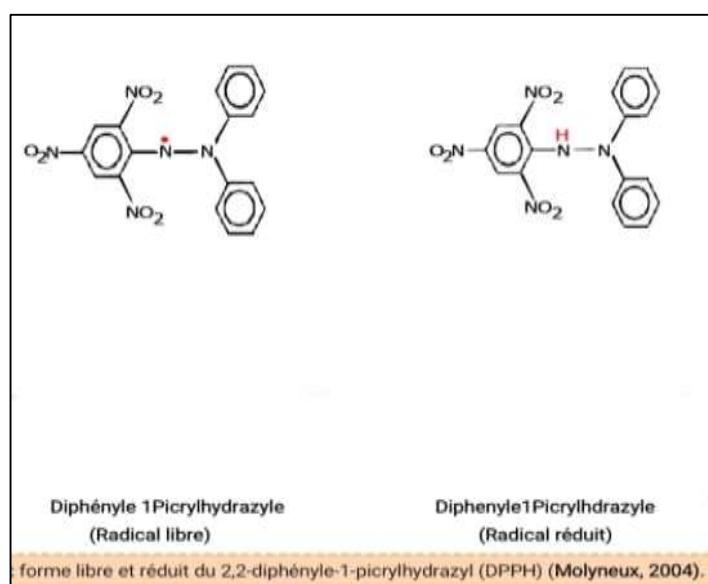


Figure 30. Forme libre et réduit (DPPH) (Molymeux, 2004)

Les absorbances mesurées servent à calculer le pourcentage d'inhibition radicalaire du DPPH, qui est proportionnel au pouvoir antioxydante de la chantilly (Scherer, 2009).

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH (Bertoncelj et Doberlilek, 2007).

B. Lecture :

- Préparation de dilutions d'huiles essentielles
- Préparation de la solution mère pour *Eucalyptus Camaldulensis*
- Solution mère=1,2ml (HE)+ 2ml (methanol)=600 ug/ml
- Préparation de la solution mère pour *Juniperus oxycedrus*
- Solution mère=1,2ml (HE)+ 2ml (methanol)=600 ug/ml

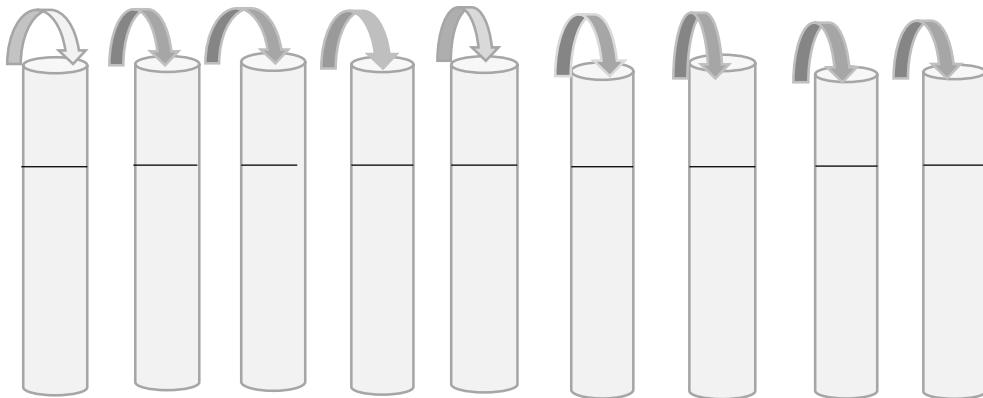
C. Préparation de dilutions d'huile essentielle *d'Eucalyptus*

1ml méthanol+

Solution mère Prélever 1ml solution mère

600ug/ml/

/2ml



300ul /ml 150ul/m 75ul/ml 37,5ul / 18,75ul /ml 9, 35ul/ml 4,687ul/ml 2,343ul/ml

Remarque : en fait les mêmes étapes pour préparer des dilutions de HE *Junipurus* et les témoins (acide ascorbique)**D. Préparation des essais**

Un volume de 750 μ l de différentes concentrations de chaque huile (*Eucalyptus*, *Junipurus*) et l'acide ascorbique (témoin) est ajouté à 1.5ml de la solution méthanolique du DPPH (0.024g/l) fraîchement préparée. Le contrôle négatif est préparé en parallèle en mélangeant 750 μ l de méthanol avec 1.5 ml d'une solution méthanolique de DPPH.

Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à température ambiante, la lecture des absorbances est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

le pourcentage de piégeage du radical est calculé selon l'équation suivante :

$$[(A1 - A2) / A1] \times 100$$

A1 : représente l'absorbance du contrôle sans huile

A2 : représente l'absorbance après l'addition d'huile

III.1.3.5 III.3.5. Evaluation L'étude de l'activité insecticide :

L'objectif de ce volet est de déterminer l'effet insecticide des (HE) d'*Eucalyptus camaldulensis* et *Juniperus oxycedrus* et le *Tetraclinis articulata* sur les adultes de *Tribolium castaneum* par ingestion, et l'inhalation et contacter direct l'observation des mortalités.

A. Présentation de l'insecte *Tribolium castaneum*

C'est un insecte appartenant à la famille des *Tenebrionidae*. L'adulte mesure 3-4 mm brun, rougeâtre et uniforme. Il est étroit, allongé, avec des bords parallèles, la plèvre avant est presque aussi large que les élytres et il n'y a pas de bord avant. Les trois dernières parties de l'antenne sont nettement plus grandes que les parties arrière. Contrairement à *T. Confusum*, le chaperon ne fait pas sailli latéralement. La larve mesure 6 mm de long à maturité, environ 8 fois plus, de couleur jaune clair, et à quelques poils jaunes courts sur le côté. La surface de la capsule céphalique et du dos est légèrement rougeâtre (**Camara, 2009**).

T. castaneum est considéré comme un ravageur secondaire strict, cause des dommages importants dans les stocks pour un ungrand nombre de féculents, en particulier la farine de céréales (**Bonneton, 2010**).

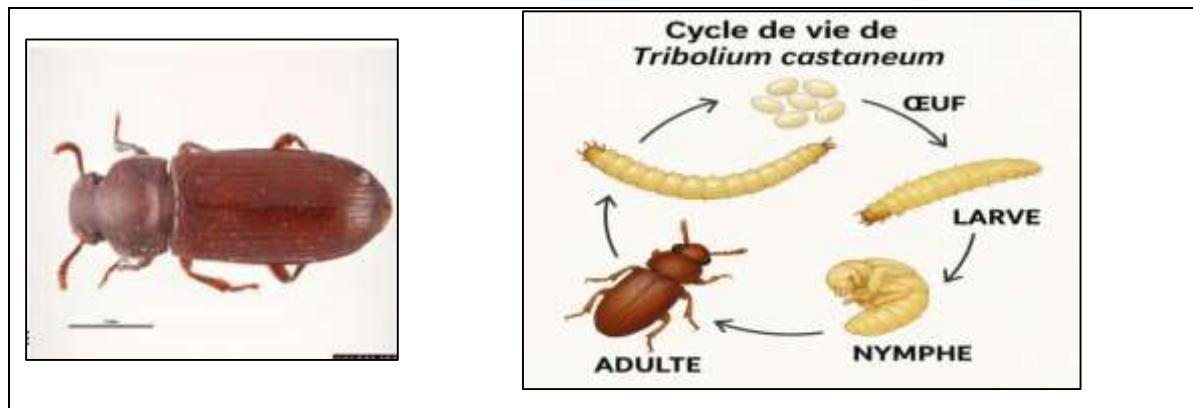


Figure 31. *Tribolium Castaneum* : Insecte et leur cycle de vie (**Bonneton, 2010**).

B. Les différents Bio-essai de l'activité insecticide :**B.1. Par inhalation :**

est une méthode d'évaluation de l'efficacité des insecticides gazeux ou volatils contre les insectes nuisibles. Cette technique consiste à exposer les insectes cibles à des vapeurs ou gaz insecticides dans une enceinte fermée, permettant de mesurer leur toxicité par voie respiratoire (**Busvine, 1971**).

-Dispositif expérimental

- 12 flacons en verre hermétiquement fermés.

- Chaque flacon contient 50 adultes de *Tribolium castaneum*.
- Un morceau de coton est suspendu au bouchon à l'aide d'un fil, servant de support d'application des huiles essentielles.

-Application des huiles essentielles

- 6 flacons : huile essentielle pure d'*Eucalyptus camaldulensis*.
- 6 flacons : huile essentielle pure de *Tétraclins articulata*.
- Volumes testés : 200 µL, 100 µL, 80 µL, 60 µL, 40 µL, 20 µL
- Mode d'exposition : Inhalation des vapeurs émanant des huiles essentielles.
- Durée d'exposition : 24 heures.

-Évaluation : Taux de mortalité enregistré après 24 heures

-dispositif expérimental est illustré dans les figures :



Figure 34. Flacons utilisés pour le test d'inhalation de nos huiles essentielles sur les adultes de *Tribolium castaneum*

- Mode opératoire

L'évaluation de la toxicité de l'huile essentielle par l'effet de fumigation (=inhalation) est réalisée par la saturation de l'environnement sur des adultes nouvellement exuvieré

- 12 flacons en verre hermétiquement fermés, contenant chacun 50 adultes de *Tribolium castaneum*.
- Un morceau de coton est suspendu à l'aide d'un fil au bouchon du flacon, servant de support d'application.

B.2. Par contact direct :

Le contact direct est l'un des principaux modes d'action des substances insecticides naturelles, notamment les huiles essentielles. Ce mode d'action implique que la substance active entre directement en contact avec la cuticule (enveloppe externe) de l'insecte,

provoquant une série de réactions physiologiques et biochimiques internes menant à la mort ou à l'incapacité du ravageur (**Isman, 2000 ; Regnault-Roger et al., 2012**).

La cuticule des insectes est composée de couches lipidiques et de chitine qui peuvent être perturbées par les composés lipophiles présents dans les huiles essentielles (comme les monoterpènes et sesquiterpènes). Ces molécules pénètrent la cuticule et atteignent les tissus internes, perturbant des fonctions vitales telles que la respiration cellulaire, la régulation ionique et l'intégrité des membranes cellulaires (**Bakkali et al., 2008**).

- **Mode opératoire**

10 boîtes de Pétri réparties en deux section une pour chaque huile à raison de :

- 5 boîte de pétri de *Juniperus oxycedrus*
- 5 boîte de pétri de *Tetraclinis articulata*
- Durée d'exposition : 24 heures.
- Évaluation : Taux de mortalité enregistré après 24 heures d'exposition.

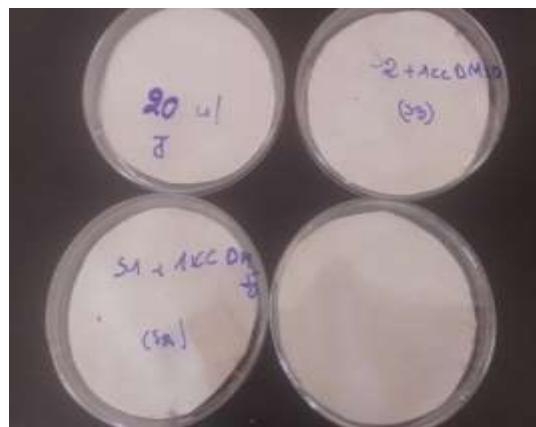


Figure36. Méthode Par Contact direct

B.3. Par ingestion

L'action insecticide par ingestion repose sur l'ingestion de substances bioactives qui, une fois absorbées par le tube digestif, provoquent des perturbations physiologiques ou métaboliques graves chez l'insecte. Ces composés peuvent altérer l'intégrité de l'épithélium intestinal, inhiber des enzymes digestives essentielles telles que les protéases et les amylases, ou encore interférer avec le métabolisme énergétique mitochondrial (**Koul et al., 2008 ; Regnault-Roger et al., 2012**).

- **Mode opératoire**

- Une quantité de 10 μ L d'huile essentielle pure est mélangée avec 4 g de farine stérile pour chaque huile essentielle testée.
- À partir de la solution mère, 2 g sont prélevés et mélangés avec 2 g de farine stérile pour obtenir des quantités homogéne, on le fait 3 concentration 5 μ L ; 2,5 μ L ; 1,25 μ L.

- Une boîte témoin contenant uniquement de la farine stérile, sans huile essentielle, est également préparée.
- Huit boîtes de Pétri sont utilisées total :
- 4 boîtes contenant les différentes concentrations d'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus*.
- 4 boîtes contenant les différentes concentrations d'huile essentielle de *Tetraclinis articulata*.
- Dans chaque boîte de pétri, 50 adultes vivants de *Tribolium castaneum* sont introduits.

-Suivi de la mortalité

- Le nombre de décès (mortalité) est enregistré quotidiennement dans chaque boîte de pétri
- Les résultats sont notés sous forme de nombre total de morts par jour, afin de suivre l'évolution de l'effet toxique des huiles essentielles.



Figure 37. Méthode Par Ingestion

III.3. Méthode de calcul de la mortalité

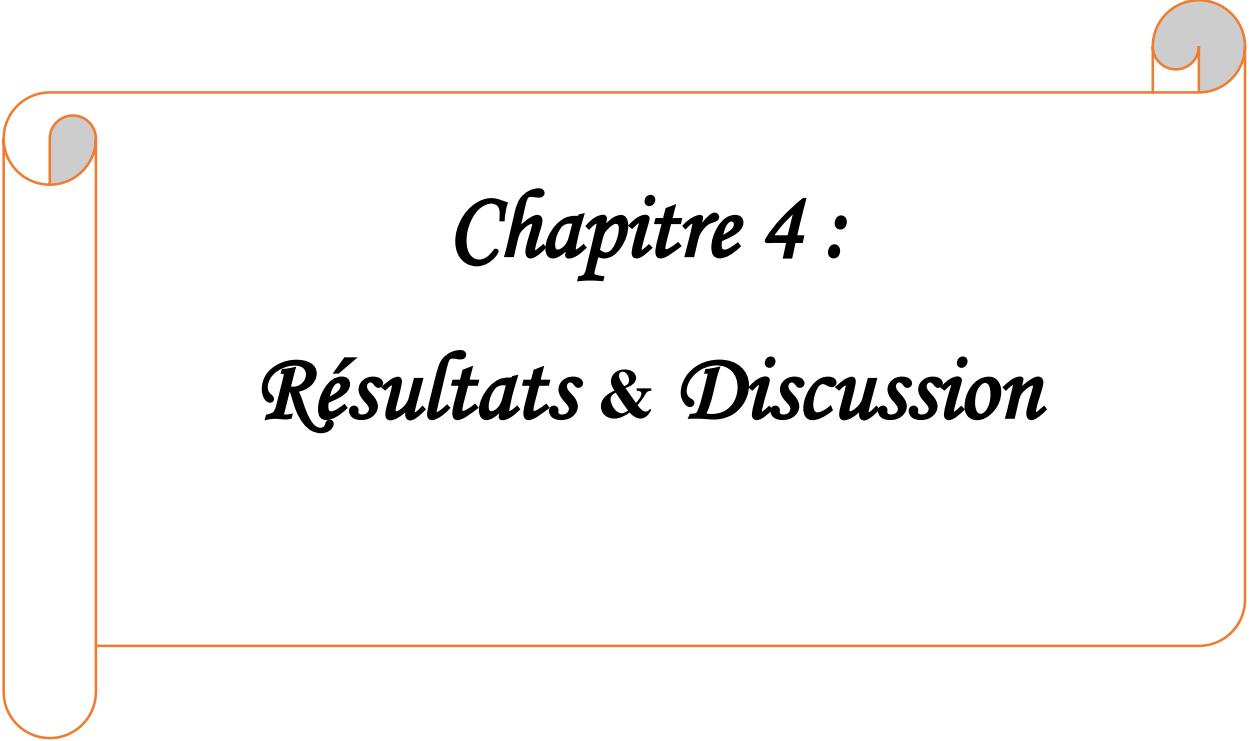
Le taux de mortalité (%) est déterminé suivant l'équation suivante :

$$Mc = \frac{Mo}{N} \times 100\%$$

Où

Mo = mortalité observée.

N = Nombre des individus initiale utilisé.



Chapitre 4 :

Résultats & Discussion

IV. Résultats :**IV.1 Caractéristiques organoleptiques de nos huiles essentielles**

Les huiles essentielles des plantes étudiées sont très aromatiques. Elles sont liquides et d'une couleur jaune. Les caractères organoleptiques de ces deux espèces végétales ont été notés dans le (**tableau 10**) cité ci-dessous :

Tableau 10 : Propriétés organoleptique de nos quatre huiles essentielles

	<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Tetraclinis articulata L</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Aspect	Liquide limpide et mobile	Liquide mobile	Liquide mobile	Liquide limpide et mobile
Couleur	Jaune pâle	incolore à jaune très clair	Jaune clair	jaune pâle
Odeur	Fraîche et forte odeur aromatique	Balsamique et très forte	fraîche, terreuse et mentholée	cinéolée, camphrée, balsamique,
HEs et la phase aqueuse dans l'ampoule à décante				

IV.2 Rendement en HEs des deux plantes :

Le rendement moyen en huile essentielle à été calculé en fonction de la masse du matériel végétal traité. Le résultat obtenu illustré dans le Tableau 11.

Ps : Poids de la matière sèche (en grammes).

PH : Poids d'HEs (en grammes).

$$\text{Ou : Rendement R\%} = \frac{PH}{PS} * 100\%$$

Tableau 11 : Rendement en huile essentielle de nos quatre huiles essentielles

	Poids de la matière sèche Ps (en g)	Poids d'HEs (PH en g)	Rendement en (%)
<i>Juniperus oxycedrus</i>	612	3,69	0,61 %
<i>Tetraclinis articulata</i>	500	2,49	0,498 %
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1000	3,54	0,354 %
<i>Rosemarinus officinalis</i>	627	6,3	1,02 %

IV.3 Activités antimicrobiennes :

IV.3.1 Activité antibactérienne :

Pour la mise en évidence de l'activité antibactérienne des huiles essentielles extraites des deux espèces (*Eucalyptus camaldulensis*, *Rosemarinus officinalis*), il ne suffit pas de mettre les HE en contact avec les souches bactériennes. C'est dans cette optique que nous avons adopté la méthode de diffusion sur les milieux gélosés (Mueller Hinton) (aromatogramme) pour tester et vérifier la capacité des huiles essentielles à bloquer la prolifération bactérienne.

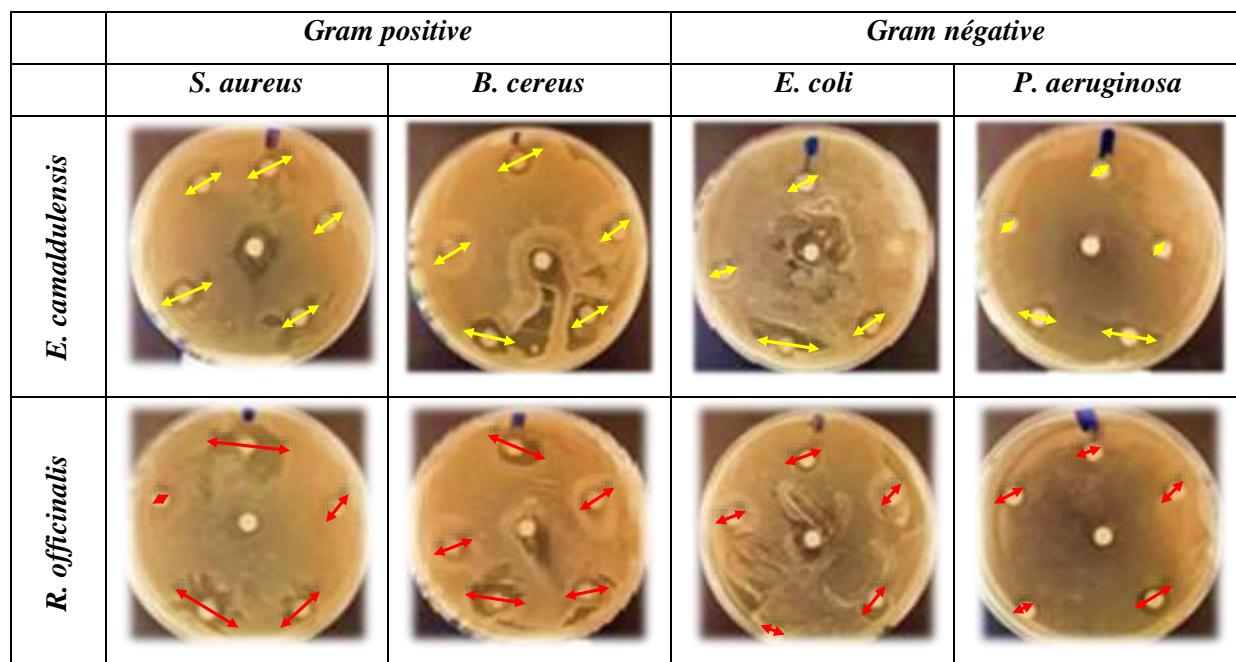


Planche 01 : effet de nos deux HE de (*Eucalyptus camaldulensis*, *Rosemarinus officinalis*) sur les quatre souches bactériennes (Cliché Hafsaoui, 2025)

Les résultats de l'aromatogramme sur l'effet de nos huiles sur la croissance des souches bactériennes testées sont représentés dans le tableau suivant et traduit en histogrammes (**figure33**).

Les diamètres des disques (6mm) sont inclus dans les mesures des diamètres de la zone d'inhibition.

Tableau 12 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) des différentes bactéries sous l'effet des différentes concentrations d'H.E d'*Eucalyptus camaldulensis*.
(Résultats de l'aromatogramme)

Souches bactériennes	Nature des substances testées					Tween 80	
	Les concentrations d'H.E de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>						
	100%	75%	50%	25%	12.5%		
<i>Escherichia coli</i>	7	7	11.5	9	6	0	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6	6	9	12	6	0	
<i>Bacillus cereus</i>	8.5	9	11	10	7	0	
<i>Staphylococcus aureus</i>	11.5	9.5	13	9	8	0	

Tableau 13 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) des différentes bactéries sous l'effet des différentes concentrations d'H.E de *Rosmarinus officinalis*.
(Résultats de l'aromatogramme)

Souches bactériennes	Nature des substances testées					Tween 80	
	Les concentrations d'H.E de <i>Rosmarinus officinalis</i>						
	100%	75%	50%	25%	12.5%		
<i>Escherichia coli</i>	9	8	6	10	7	0	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6	7	7	13	7	0	
<i>Bacillus cereus</i>	18	9	17	14	10	0	
<i>Staphylococcus aureus</i>	24	8.5	20	17	9	0	

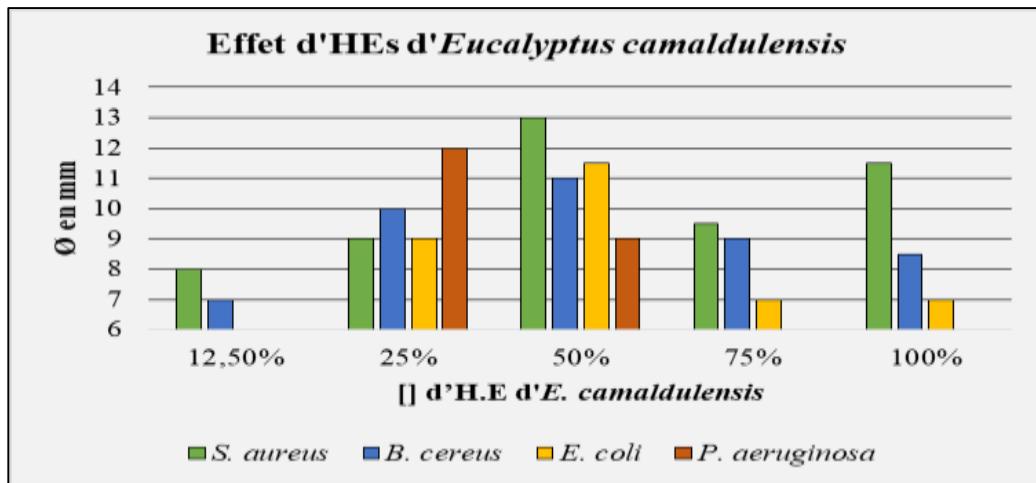


Figure 37 .présentation graphique par histogrammes des diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes par les HEs d'*Eucalyptus camaldulensis*.

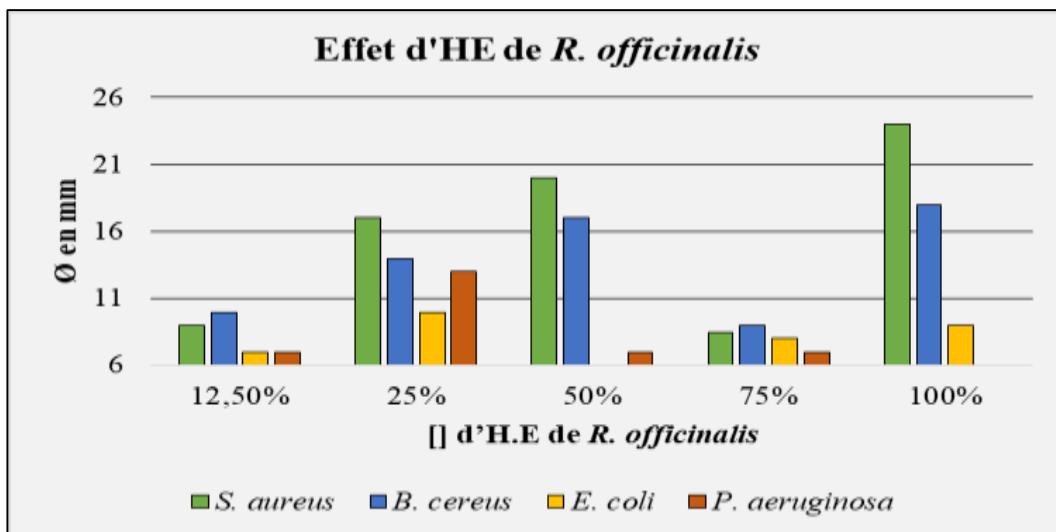


Figure 38 .présentation graphique par histogrammes des diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes par les HEs de *Rosmarinus officinalis*.

Suivant la classification de PONCE (PONCE *et al.*, 2003) ; la sensibilité des bactéries vis-à-vis notre H.E est variée :

- Sensible (+) dont les diamètres compris entre 9 à 14 mm.
- Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm.
- Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm.

On peut traduire notre tableau des diamètres des zones d'inhibition en (mm) à un tableau présentant les différents types de sensibilité des bactéries suivant la classification de PONCE :

Tableau 14 : présentation des différents types de sensibilité des bactéries suivant PONCE.

	[% d'HE (%)	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	12.5	+	+	0	0
	25	++	+	+	+
	50	+++	++	0	0
	75	+	+	0	0
	100	+++	++	+	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	12.5	0	0	0	0
	25	+	+	+	+
	50	+	+	+	+
	75	+	+	0	0
	100	+	+	0	0

IV.3.2 Activité antifongique :

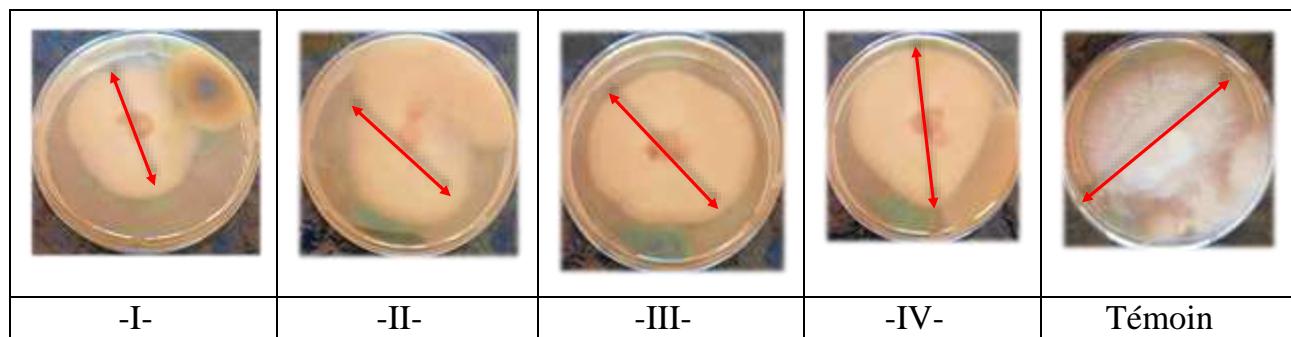
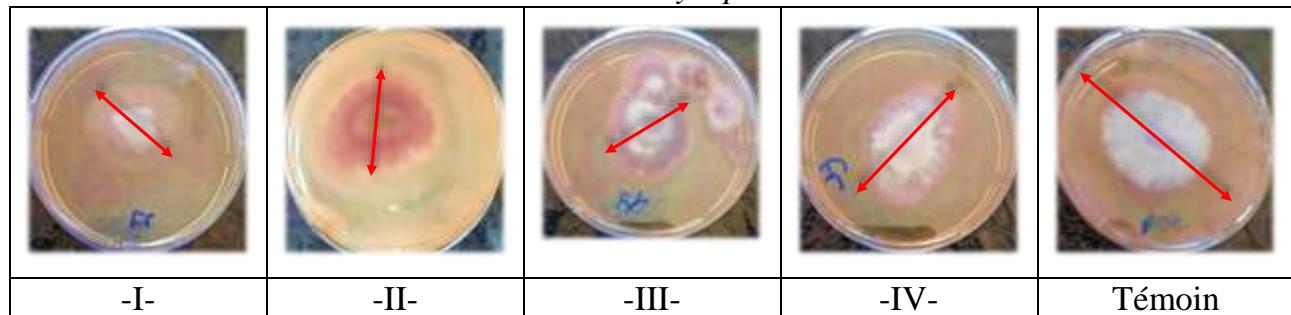
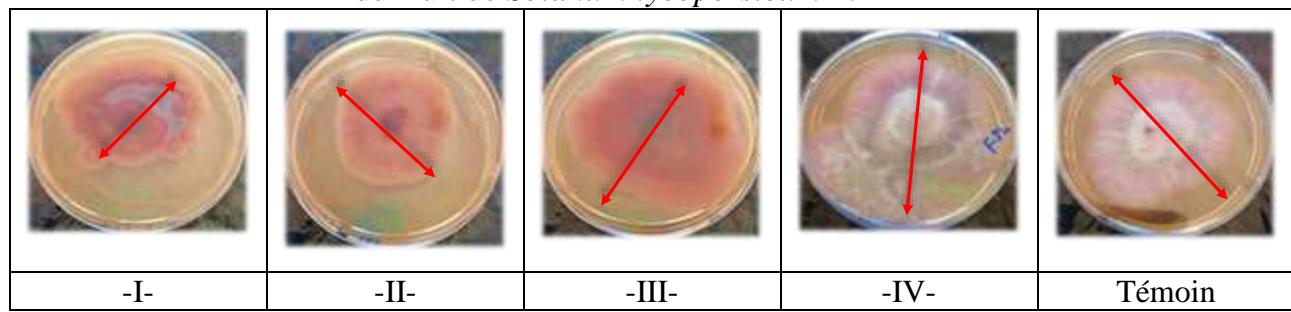
Planche 02 : Effet de l'H.E de *Eucalyptus camaldulensis*. sur le *Fusarium sp.* Isolé de la feuille de *Solanum lycopersicum L.*Planche 03 : Effet de l'H.E de *Eucalyptus camaldulensis*. sur le *Fusarium sp.* Isolé du fruit de *Solanum lycopersicum L.*Planche 04 : Effet de l'H.E de *Eucalyptus camaldulensis*. sur le *Fusarium sp.* Isolé de la racine de *Solanum lycopersicum L.*

Tableau 14 : Diamètres de propagation (mm) de *Fusarium sp.* Isolé de différents organes de *Solanum lycopersicum L* sous l'effet des différentes concentrations d'H.E d'*Eucalyptus camaldulensis*.

Organes cibles	Les concentrations d'H.E d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>				
	-I-	-II-	-III-	-IV-	Témoin
Feuille	65	70	80	90	90
Fruit	35	40	45	75	80
Racine	45	45	75	85	90

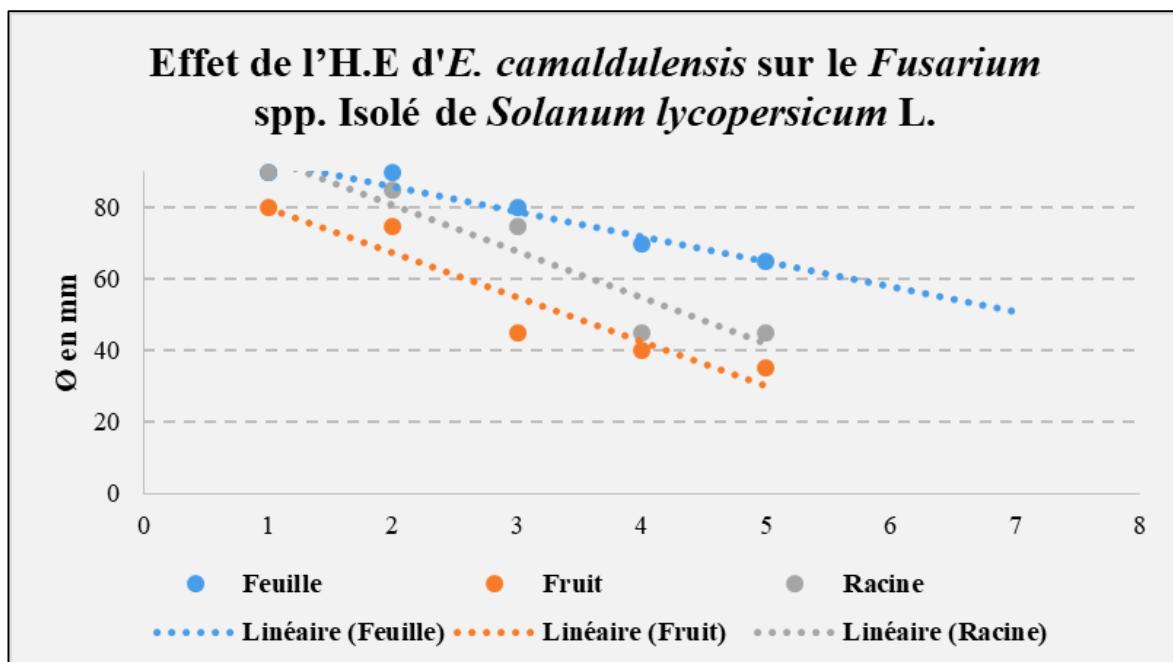


Figure 39 . Présentation graphique par nuage de points et la régression linéaire des diamètres de propagation (mm) de *Fusarium sp.* Isolé de différents organes de *S. lycopersicum L* sous l'effet des différentes concentrations d'H.E d'*E. camaldulensis*.

IV.4 Activité anti inflammatoire :

A. Activité anti-inflammatoire de Diclofénac de sodium :

Un anti-inflammatoire est un médicament destiné à combattre une inflammation. D'une façon générale, l'inflammation est une réaction de défense de l'organisme face à une lésion ou une agression, elle permet de neutraliser l'agent pathogène extérieur (Virus, parasite, bactérie, antigène) et de réparer les tissus lésés suite à un traumatisme, une brûlure ou une irradiation (Gazengel, 2001).

Nous utilisons comme un standard le diclofénac qu'est un dérivé arylacétique, produit qui entre dans la classe des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et qui est largement diffusé dans la pharmacopée mondiale sous diverses appellations.

La concentration (CI50) de l'extrait pour une inhibition de 50% est déterminée par la courbe dose-réponse (Figure 37).

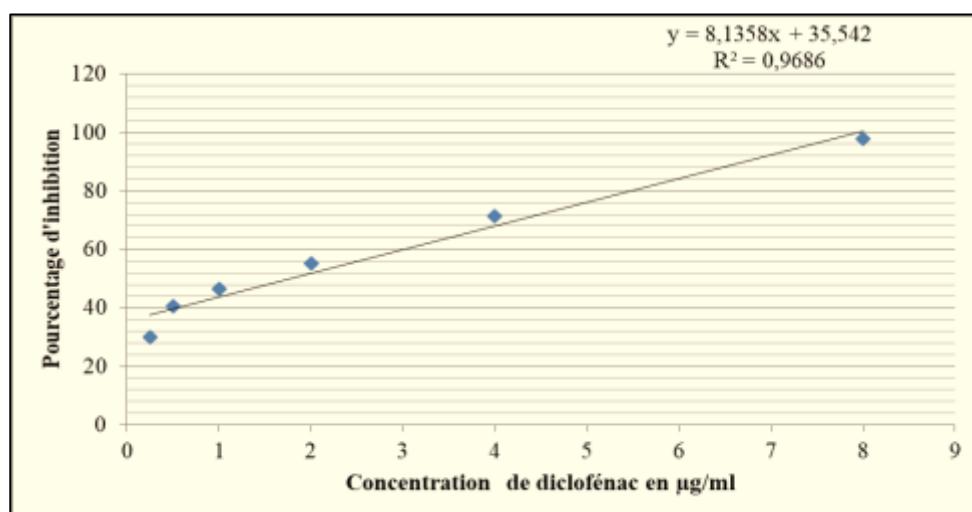


Figure 37. Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de la BSA par diclofénac (µg/ml)

Le diclofénac, un anti-inflammatoire non stéroïdien de référence présente une IC₅₀ à environ 1,77 µg/ml.

B. Activité anti-inflammatoire d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* :

La courbe de l'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle d'*Eucalyptus*, avec une valeur d'IC₅₀ de l'ordre de 0,14 µl/ml, montre une inhibition de la dénaturation de la BSA qui augmente de manière quasi-linéaire avec la concentration. Cette activité dose-dépendante est matérialisée par un coefficient de corrélation relativement élevé ($R^2 = 0,7857$), soulignant la cohérence du modèle.

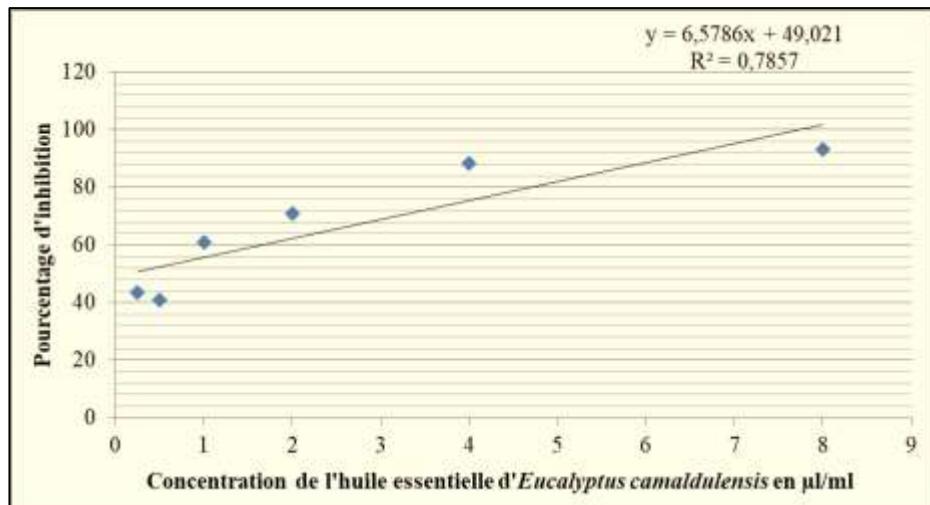


Figure38.Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de la BSA par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* en ($\mu\text{l/ml}$)

C. Activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Rosemarinus officinalis* :

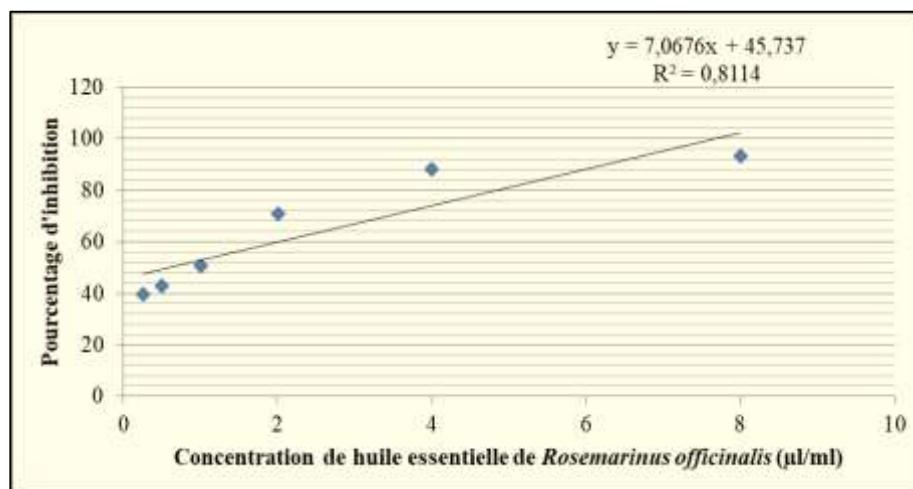


Figure 39.Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de la BSA par huile essentielle de *Rosemarinus officinalis* en ($\mu\text{l/ml}$)

L'IC50 de l'huile essentielle de *Rosemarinus officinalis* est de 0,60 $\mu\text{g/ml}$, ce qui est inférieur à celui du Diclofénac (1,77 $\mu\text{g/ml}$).

Cela indique que l'huile essentielle de *Rosemarinus officinalis* est beaucoup plus puissante que le Diclofénac dans cette activité inhibitrice de la dénaturation de BSA, nécessitant une concentration plus faible pour atteindre 50% d'inhibition, l'huile essentielle de *Rosemarinus officinalis* pourrait représenter une alternative naturelle anti-inflammatoire intéressante.

L'huile essentielle d'eucalyptus démontre une efficacité in vitro supérieure sur ce critère précis. Cela suggère que, dans ce modèle d'inhibition de dénaturation protéique, une concentration plus faible d'huile d'eucalyptus est nécessaire pour obtenir 50% d'effet inhibiteur comparé au diclofénac. Par conséquent, ce résultat est considéré prometteur pour le développement de traitements naturels anti-inflammatoire.

Les résultats ont montré que l'huile essentielle de notre *Eucalyptus* présente une puissante activité anti-inflammatoire avec une réponse linéaire concentration-dépendante, comme le démontre une inhibition accrue de la protéolyse de la BSA (albumine sérique bovine).

La faible valeur de CI_{50} (0,14 μ l/ml) reflète la grande efficacité de cette huile par rapport à d'autres extraits naturels.

Le coefficient de corrélation ($R^2 = 0,7857$) indique une relation fiable entre la concentration et l'activité biologique.

Ces données confirment le potentiel de l'huile essentielle d'eucalyptus comme agent anti-inflammatoire naturel prometteur.

IV.5 Activité antioxydante :

A. Activité antioxydante d'acide ascorbique

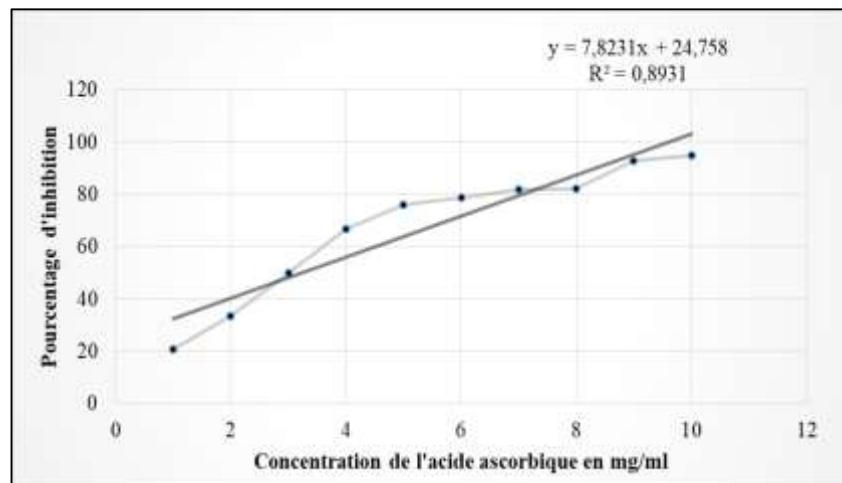


Figure 42 : Pourcentage d'inhibition du DPPH suivant les concentrations de l'acide ascorbique en mg/ml.

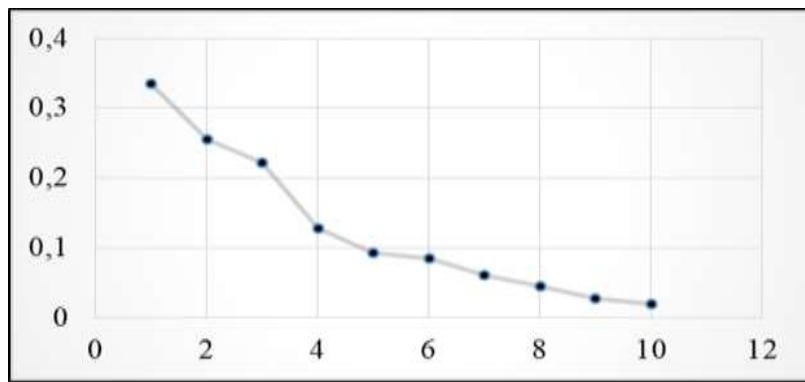


Figure 43 : Variation de la densité optique en fonction de la concentration de l'acide ascorbique.

L'huile essentielle étudiée présentait une valeur d' IC_{50} de 2,81 µg/ml, comparée à celle du témoin de référence (acide ascorbique : 3,22 mg/ml (figure42)). Cette faible valeur traduit un fort potentiel antioxydant, suggérant une richesse en composés phénoliques et terpéniques actifs

B. Activité antioxydante de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus*

La mesure de l'absorbance (= densité optique DO) a été effectuée par spectrophotométrie à 517 nm. A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition en utilisant la formule donnée auparavant. Les valeurs obtenues ont permis de tracer la courbe de la Figure 1, qui représente la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations de l'huile essentielle. Nous avons déterminé graphiquement la concentration correspondant à 50% d'inhibition (IC_{50}), qui constitue l'activité antioxydante de l'huile essentielle étudiée.

L'essence de *Juniperus oxycedrus* du Forêt de Zemoura dans notre wilaya de Relizane a donné une valeur de l' IC_{50} de 4,56 µl/ml. Cette valeur est déterminée par rapport à la valeur IC_{50} de la référence (acide ascorbique) qui est de 3,22mg/ml (Figure 3).

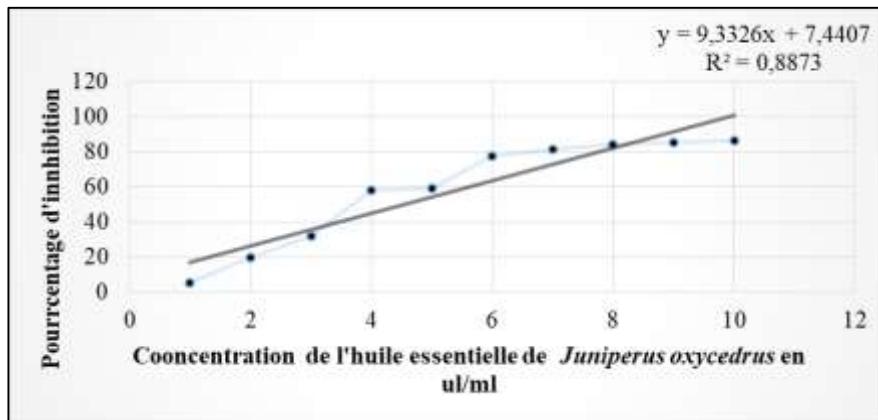


Figure 40 : pourcentage d'inhibition du DPPH suivant les concentrations de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus*.

C. Activité antioxydante de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*

Les mesures spectrophotométriques réalisées à partir des concentrations croissantes de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* (à 517nm) ont permis de calculer les pourcentages d'inhibition du radical DPPH selon Cette formule $y=6,4563x+31,8033$ La représentation graphique (Figure 41) montre une augmentation progressive de l'inhibition en fonction de la concentration, permettant de déterminer l'IC₅₀.

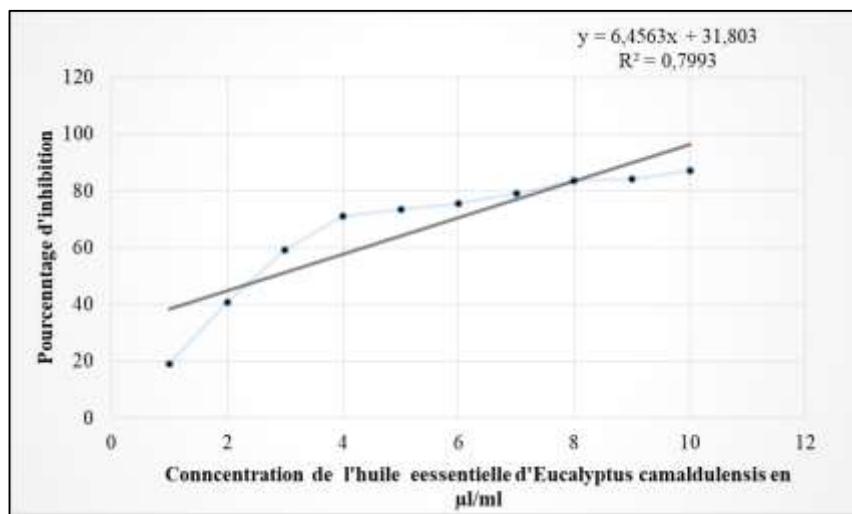


Figure 41 : Pourcentage d'inhibition du DPPH suivant les concentrations de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*.

L'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* (HE_{E.c}) présente une valeur d'IC₅₀ de 2,81 μg/ml, comparée à celle du témoin de référence (acide ascorbique : 3,22 mg/ml (figure42)). Cette faible valeur traduit un fort potentiel antioxydant, suggérant une richesse en composés phénoliques et terpéniques actifs.

Les résultats de l'activité anti- antioxydante des échantillons étudiés montrent qu'ils ont une capacité inhibitrice moyenne du DPPH comparativement au standard de l'acide ascorbique.

Les courbes représentants la variation du pourcentage de capture du radical DPPH des deux huiles essentielles et d'acide ascorbique (AcAs), permettent l'estimation par extrapolation à 50% d'inhibition de la valeur d'IC₅₀ de chaque échantillon.

Les valeurs IC50 deux huiles essentielles sont déterminées en μl/ml exprimant la concentration efficace de l'extrait antioxydant nécessaire pour le piégeage et la réduction de 50% de DPPH en dissolution dans le méthanol.

La plus petite valeur d'IC 50 correspond à la plus grande activité anti-radicalaire.

D'après ces courbe et lignes de régression, l'échantillon qu'exerce une meilleur activité anti-oxydante après l'acide ascorbique est l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*.. Ils

sont classés selon l'ordre décroissant suivant : $(HE_{E.c}) > AcAs > (HE_{J.o})$ [significativement : 2,81 $\mu\text{l/ml}$; 3,22 mg/ml et 4,56 $\mu\text{l/ml}$]. Cette activité antioxydante de l'huile l'huile essentielle d'*E. camaldulensis* et même de *J. oxycedrus* est donc due à la diversité des principes constituants de ces huiles antioxydants.

IV.6 Activité insecticide :

L'action insecticide bien connue de certaines plantes aromatiques est suffisamment relayée dans la littérature (Golob et Welley, 1980 ; Lambert et al., 1985 ; Glitho 1997 ; Regnault-Roger 1995 ; Regnault-Roger, 2002). En outre, des essais de toxicité conduits en laboratoire avec les huiles essentielles rapportent des toxicités variables en fonction des huiles essentielles utilisées. Cette différence d'action serait liée à la composition chimique, qui à son tour dépend de la source, la saison, les conditions écologiques, la méthode d'extraction, le temps d'extraction et la partie de plante utilisée (Sung-Eun lee et al., 2001). En effet, les huiles essentielles sont des mélanges de composés chimiques de nature et de fonctions différentes (Ketoh, 1998 ; Keita et al., 2001).

A. Par inhalation :

Les résultats montrent que toutes les concentrations de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* (200, 100, 80, 60, 40, 20 $\mu\text{L/L}$) ont provoqué 100 % de mortalité chez les adultes de *Tribolium castaneum* après 24 h d'exposition par inhalation. Cela traduit une efficacité maximale sans différence entre les doses. Pour déterminer des valeurs de LC_{50} et LC_{90} , il serait nécessaire de tester des concentrations plus faibles ou de réduire la durée d'exposition afin d'obtenir des mortalités partielles.

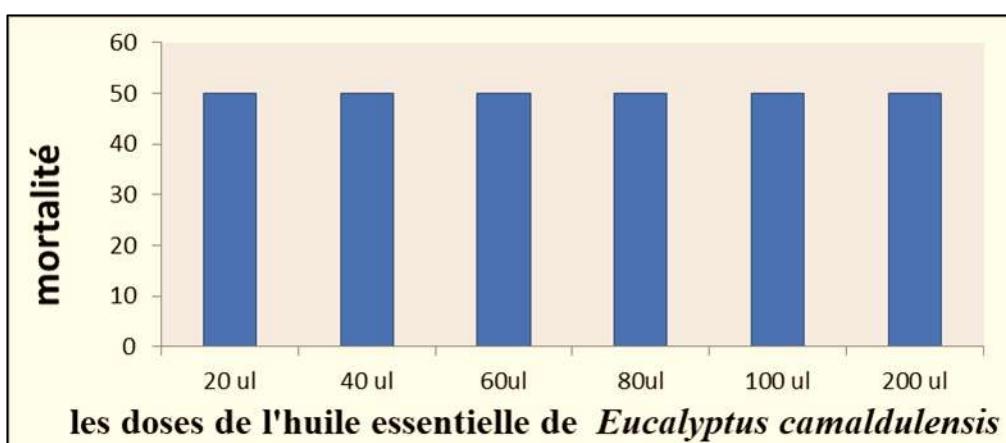


Figure 44 : Mortalité de *T. castaneum* sous l'effet de l'HE d'*E. camaldulensis* par inhalation.

Les résultats montrent que toutes les concentrations de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* (200, 100, 80, 60, 40, 20 μ L/L) ont entraîné 100 % de mortalité chez les adultes de *Tribolium castaneum* après 24 h d'exposition par inhalation. Cette uniformité des mortalités traduit une efficacité insecticide maximale, sans distinction entre les doses testées. Afin de calculer des valeurs de LC₅₀ et LC₉₀, il serait nécessaire d'appliquer des concentrations plus faibles ou de réduire le temps d'exposition, de manière à obtenir des mortalités partielles exploitable

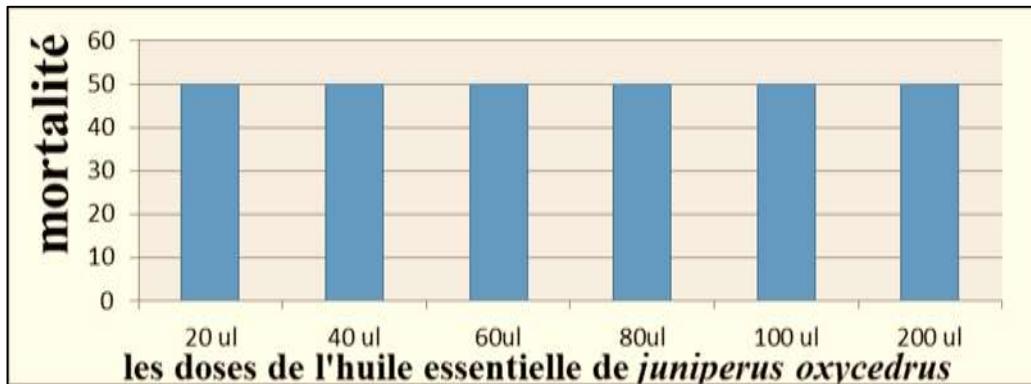


Figure 45 : Mortalité de *T. castaneum* sous l'effet de l'HE de *J. oxycedrus* par inhalation.

Les essais par inhalation ont montré que l'huile essentielle de *Tetraclinis articulata* induit, après 24 h d'exposition, une mortalité de 100 % chez les 50 adultes de *Tribolium castaneum*, et ce, à toutes les concentrations testées (200, 100, 80, 60, 40, 20 μ l/l). L'absence de variation entre les doses indique une efficacité maximale et une toxicité très marquée.

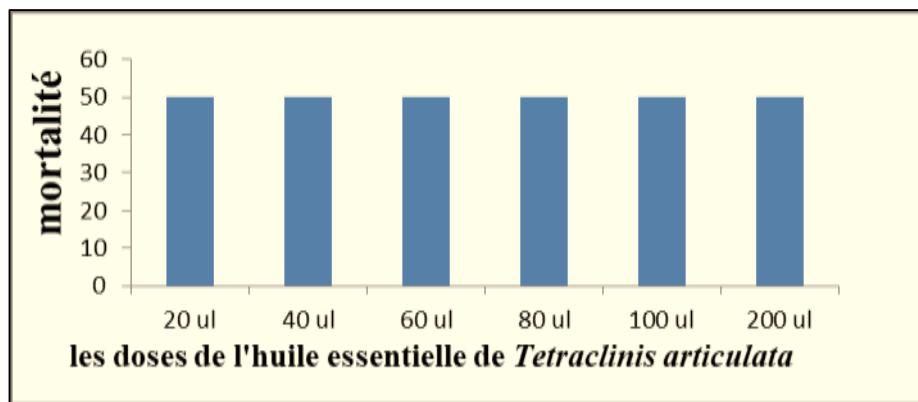


Figure 35 : Mortalité de *T. castaneum* sous l'effet de l'HE de *Tetraclinis articulata* par inhalation.

B. Par contact direct :

Le contact direct est l'un des principaux modes d'action des substances insecticides naturelles, notamment les huiles essentielles. Ce mode d'action implique que la substance active entre directement en contact avec la cuticule (enveloppe externe) de l'insecte,

provoquant une série de réactions physiologiques et biochimiques internes menant à la mort ou à l'incapacité du ravageur (**Isman, 2000 ; Regnault-Roger et al., 2012**).

Les résultats du test par contact direct de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* appliquée à 50 adultes de *Tribolium castaneum* avec différentes concentrations (1,5 ; 2,5 ; 5 ; 10 et 20 μ L) montrent une mortalité variable selon la dose et la durée d'exposition.

La figure 47 illustre qu'au premier jour, les mortalités enregistrées restent limitées, notamment aux plus faibles concentrations. Toutefois, à mesure que la concentration et la durée augmentent, le nombre de décès s'accroît de façon progressive, confirmant une relation dose-effet et l'efficacité croissante de l'huile essentielle sur les Imagos.

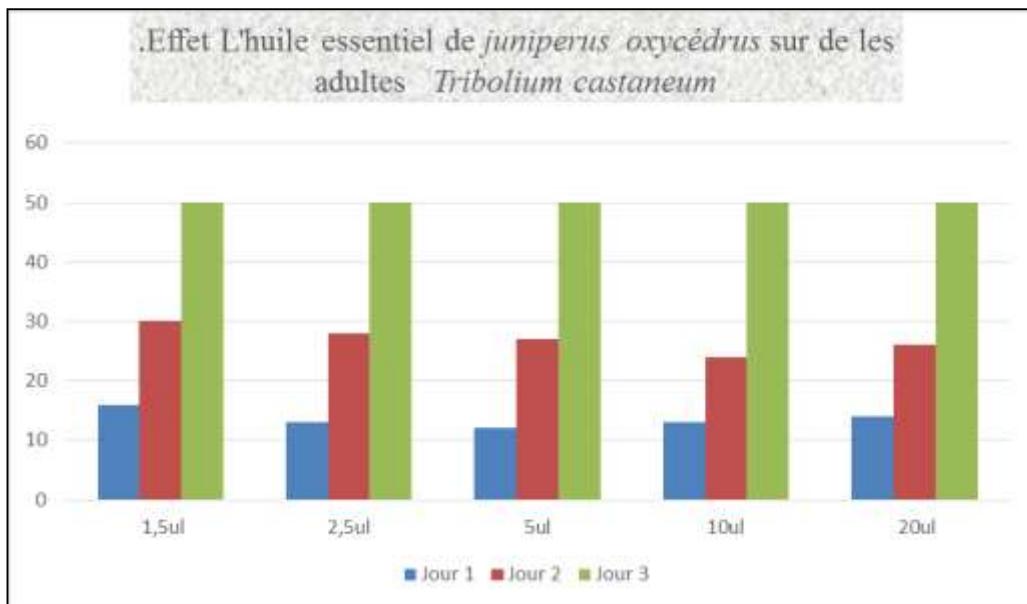


Figure 47 : Mortalité due au contact direct avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*

Les résultats du test par contact direct de l'huile essentielle de *Tetraclinis articulata* appliquée à 50 adultes de *Tribolium castaneum* avec différentes concentrations (1,5 ; 2,5 ; 5 ; 10 et 20 μ L) révèlent une mortalité variable en fonction de la dose et du temps d'exposition. Cette Figure(48) montre qu'au premier jour, la mortalité reste faible surtout aux concentrations les plus réduites. En revanche, l'augmentation progressive de la dose et de la durée d'exposition entraîne une élévation significative du nombre de décès, traduisant une relation dose-effet claire et confirmant l'efficacité insecticide de notre huile sur les adultes de *T. castaneum*.

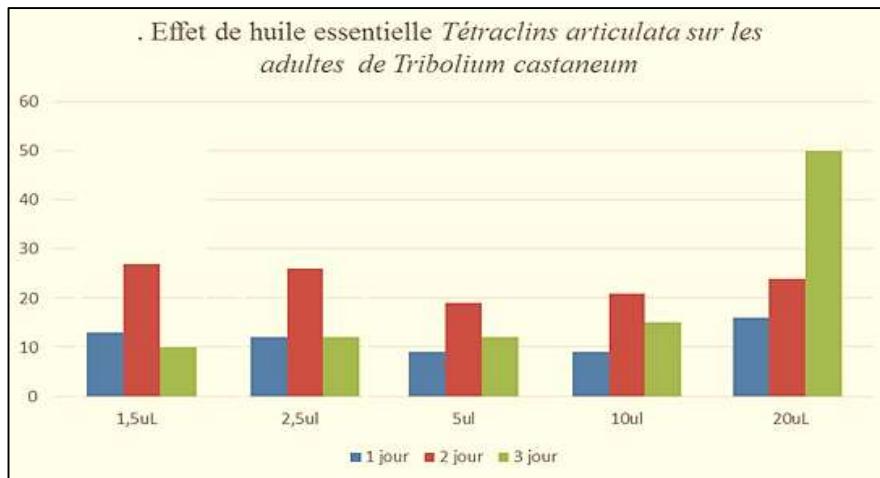


Figure 48 : Mortalité due au contact direct avec l'huile essentielle de *T. articulata*.

C. Par ingestion :

L'action insecticide par ingestion repose sur l'ingestion de substances bioactives qui, une fois absorbées par le tube digestif, provoquent des perturbations physiologiques ou métaboliques graves chez l'insecte. Ces composés peuvent altérer l'intégrité de l'épithélium intestinal, inhiber des enzymes digestives essentielles telles que les protéases et les amylases, ou encore interférer avec le métabolisme énergétique mitochondrial (**Koul et al., 2008** ; **Regnault-Roger et al., 2012**).

Le test d'ingestion de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* réalisé sur 50 adultes de *Tribolium castaneum* à des concentrations de 2,5 ; 5 ; 10 et 20 µL met en évidence une évolution nette de la mortalité en fonction de la dose et du temps d'exposition. Dès le premier jour, une faible mortalité est observée, particulièrement avec la concentration la plus basse (2,5 µL), traduisant un effet initial limité.

Au fur et à mesure des jours, la mortalité augmente de manière progressive et cumulative, confirmant une relation dose-effet significative. La dose la plus élevée (20 µL) s'avère la plus efficace puisqu'elle entraîne une mortalité totale (50/50, soit 100 %) dès le septième jour. Ces résultats mettent en évidence l'activité insecticide marquée de cette huile essentielle, dont l'efficacité augmente simultanément avec la concentration et la durée d'ingestion.

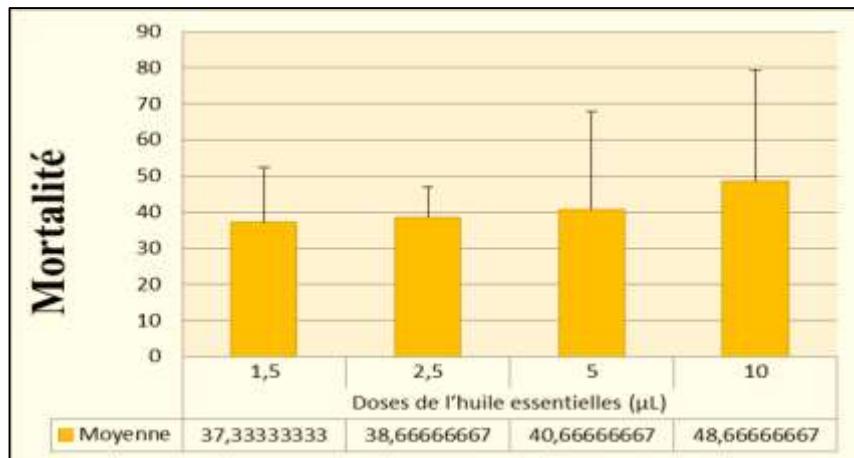


Figure 38: Mortalité due à l’ingestion d’huile essentielle *Juniperus oxycedrus*.

V. Discussion générale :

V.1 Huile essentielle :

L’huile essentielle *d’Eucalyptus camaldulensis*, extraite des feuilles récoltées dans la forêt de Zemmoura (Relizane), a présenté un rendement de 0, 354 %, conforme aux résultats rapportés par **El Hadri et al. (2010)** et **Boukhatem et al. (2014)** pour des populations algériennes et marocaines de la même espèce. Cette huile se caractérise par une couleur jaune clair et une odeur fraîche et cinéolée, typiques de la dominance du 1, 8-cinéole, souvent accompagné d’ α -pinène et de limonène, molécules responsables de ses propriétés biologiques.

Sur le plan antioxydant, l’huile *d’Eucalyptus* a montré une valeur $\text{IC50} = 2, 81 \mu\text{g/ml}$, traduisant une excellente capacité de piégeage du radical DPPH. Ce pouvoir antioxydant élevé est attribué à la richesse en monoterpènes oxygénés (1, 8-cinéole, terpinéol) capables de neutraliser les radicaux libres et de prévenir l’oxydation lipidique (**Bakkali et al., 2008** ; **Amorati et al., 2013**).

Concernant l’activité anti-inflammatoire, la valeur $\text{d’IC50} = 0, 14 \mu\text{l/ml}$ démontre une forte inhibition de la dénaturation de la BSA, supérieure à celle du diclofénac sodique ($\text{IC50} = 1, 77 \mu\text{g/ml}$). Ce résultat confirme les observations de **Miguel (2010)** et **Ramos et al. (2012)**, qui ont montré que les huiles riches en cinéole agissent par inhibition de la cyclooxygénase et réduction du stress oxydatif.

L’activité insecticide s’est révélée très marquée : 100 % de mortalité de *Tribolium castaneum* après 24 h d’exposition à toutes les concentrations testées. Cet effet s’explique par

l'action neurotoxique du 1, 8-cinéole, qui perturbe la respiration cellulaire et le système nerveux central des insectes (**Isman, 2000 ; Lee et al., 2001**).

En résumé, l'huile essentielle *d'Eucalyptus camaldulensis* se distingue par une triple action efficace — antioxydante, anti-inflammatoire et insecticide —, justifiant son potentiel pour des applications pharmaceutiques et biopesticides naturelles.

Discussion de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus*

L'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus*, obtenue à partir des feuilles de la même région (Zemmoura), a donné un rendement de 0, 61 %, légèrement supérieur à celui de l'eucalyptus, ce qui correspond aux valeurs observées par **El Ouariachi et al. (2011) et Salido et al. (2002)**.

Elle se caractérise par une couleur jaune pâle et une odeur fraîche et résineuse, typique des genévrier riches en α -pinène, cadinène, myrcène et sabinène.

L'évaluation antioxydante montre une valeur d'IC50 = 4, 56 $\mu\text{g/ml}$, indiquant une activité moyenne mais significative, due à la présence de composés phénoliques et terpéniques capables de capter les radicaux libres (**El Ouariachi et al., 2011**). Bien que moins active que l'*Eucalyptus*, cette huile conserve un bon potentiel antioxydant grâce à la synergie entre α -pinène et cadinène.

Sur le plan insecticide, l'huile de *Juniperus. oxycedrus* a provoqué 100 % de mortalité de *Tribolium castaneum* par inhalation, contact et ingestion. L'activité observée par ingestion montre une relation dose-effet nette, la mortalité atteignant 100 % à 20 μl après 7 jours. Ces résultats corroborent ceux de **Abdelgaleil et al. (2009) et Regnault-Roger et al. (2012)**, qui ont démontré le fort potentiel insecticide des huiles riches en monoterpènes hydrocarburés agissant sur la cuticule et les enzymes digestives des insectes.

La présence de sesquiterpènes (β -cadinène, germacrène-D) confère également une activité antifongique et bactéricide importante, confirmée dans plusieurs études (**Soković et al., 2007 ; Sela et al., 2015**).

Ainsi, l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* se distingue par ses propriétés insecticides, antifongiques et antioxydantes, en raison de la diversité et de la concentration de ses composés bioactifs.

V.2 Activités antimicrobiennes :

V.2.1 Activité antibactérienne :

L'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles *d'Eucalyptus camaldulensis* et de *Rosmarinus officinalis* a révélé une efficacité variable selon la souche bactérienne testée et la concentration utilisée. Les résultats de l'aromatogramme montrent que les deux huiles possèdent un large spectre d'action touchant à la fois les bactéries Gram positives (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*) et Gram négatives (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), bien que ces dernières se soient révélées plus résistantes.

L'huile essentielle de *Romarin* (*Rosmarinus officinalis*) s'est distinguée par des zones d'inhibition plus importantes, notamment contre *Staphylococcus aureus* (24 mm) et *Bacillus cereus* (18 mm), traduisant une activité antibactérienne très élevée (classification PONCE : +++).

À l'inverse, l'huile *d'Eucalyptus camaldulensis* a montré une activité modérée, avec des diamètres variant entre 9 et 13 mm selon les souches, ce qui correspond à une sensibilité moyenne (+ à ++).

Cette différence d'efficacité peut s'expliquer par la composition chimique distincte des deux huiles. Le romarin est riche en 1, 8-cinéole, camphre, α -pinène et bornéol, connus pour leurs effets antimicrobiens synergiques. L'huile *d'Eucalyptus*, dominée par le cinéole et les monoterpènes oxygénés, agit également sur les membranes cellulaires bactériennes, mais son effet est souvent moindre sur les bactéries Gram négatives à cause de la présence de leur membrane externe lipopolysaccharidique, qui limite la pénétration des composés hydrophobes.

Les bactéries Gram positives ont montré une plus grande sensibilité que les Gram négatives. Ce résultat est conforme à de nombreuses études (**Bakkali et al., 2008 ; Burt, 2004**), qui expliquent que la paroi épaisse mais poreuse des Gram+ permet une diffusion plus aisée des composés volatils des huiles essentielles, alors que la membrane externe des Gram- agit comme une barrière.

Ainsi, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* ont été les plus sensibles aux deux huiles, tandis que *Escherichia coli* et surtout *Pseudomonas aeruginosa* ont été faiblement ou non inhibées, confirmant la résistance naturelle de ces dernières due à leur structure cellulaire.

L'activité antibactérienne s'est révélée dose-dépendante : les concentrations élevées (50 à 100 %) ont induit les plus larges zones d'inhibition, alors que les concentrations faibles (12, 5 à 25 %) ont montré une efficacité réduite voire nulle. Ce comportement est typique des

huiles essentielles, dont les effets reposent sur une perturbation de la perméabilité membranaire et la dénaturation des protéines cellulaires, phénomènes nécessitant une concentration minimale pour être efficaces.

Les résultats obtenus confirment que les huiles essentielles étudiées possèdent une activité antibactérienne prometteuse, en particulier celle du *Romarin*, qui se montre très efficace contre les bactéries Gram+. *L'Eucalyptus*, bien que moins puissant, conserve une action intéressante qui pourrait être exploitée dans une approche synergique ou dans des formulations mixtes.

Ces observations concordent avec celles rapportées par **Burt (2004) et Lis-Balchin et Deans (1997)**, qui ont également mis en évidence le potentiel du *Romarin* comme agent antimicrobien naturel. Par ailleurs, la richesse en monoterpènes et phénols oxydés dans ces huiles justifie leurs effets bactéricides, agissant par désorganisation des membranes, inhibition enzymatique et fuite du contenu intracellulaire.

V.2.2 Activité antifongique :

L'évaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle *d'Eucalyptus camaldulensis* contre les souches de *Fusarium* isolées de différents organes de *Solanum lycopersicum* (feuille, fruit et racine) a révélé une inhibition notable de la croissance mycélienne. Les résultats obtenus (Tableau 14) montrent une réduction marquée des diamètres de propagation en présence des différentes concentrations d'huile essentielle, comparativement au témoin où la croissance atteint 80 à 90 mm selon l'organe.

Dans le cas du *Fusarium* isolé des feuilles, les diamètres de croissance passent de 90 mm (témoin) à 65–90 mm selon les concentrations, tandis que ceux isolés du fruit montrent une inhibition plus importante, avec une réduction allant de 80 mm (témoin) à seulement 35–45 mm aux concentrations les plus élevées. Cette variation d'efficacité selon l'organe d'origine de l'isolat est cohérente avec plusieurs travaux suggérant que la sensibilité des espèces de *Fusarium* varie en fonction de leur origine physiologique et écologique (**Boughendjioua et al., 2020**).

L'activité antifongique observée peut être attribuée à la richesse de l'huile en composés bioactifs, notamment le 1, 8-cinéole, principal monoterpène de *l'Eucalyptus*. Selon **Bachir et Benali (2012)**, le 1, 8-cinéole agit en perturbant l'intégrité membranaire fongique, entraînant une fuite des constituants cellulaires et une inhibition de la synthèse des ergostérols. Cette action membranolytique expliquerait la diminution progressive des diamètres de croissance observée dans nos résultats.

Par ailleurs, les données obtenues confirment que les concentrations élevées d'huile essentielle exercent l'effet antifongique le plus important, révélant une relation dose-dépendante. Ce comportement dose-effet est conforme aux observations de **Kordali et al. (2008)**, qui ont montré que les huiles riches en monoterpènes ont un pouvoir antifongique croissant en fonction de la concentration, en raison d'une pénétration plus importante des composés actifs dans la paroi mycélienne.

Les résultats de l'étude rejoignent également les conclusions de **Dhouibi et al. (2021)**, qui ont démontré l'efficacité des huiles *d'Eucalyptus* contre les champignons phytopathogènes tels que *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* et *Aspergillus spp.*, grâce à un ensemble de monoterpènes oxygénés responsables de l'inhibition enzymatique et de la dénaturation des protéines membranaires.

De plus, l'analyse graphique par régression linéaire (Figure 39) confirme statistiquement la diminution progressive de la croissance mycélienne sous l'effet de l'augmentation des concentrations d'huile. Cette corrélation traduit la capacité de l'huile *d'Eucalyptus* à agir comme antifongique naturel potentiel, pouvant être exploitée dans la lutte contre les maladies cryptogamiques de la tomate, particulièrement celles causées par *Fusarium*, agent de flétrissement vasculaire et de pourriture racinaire.

Enfin, l'efficacité plus marquée sur l'isolat issu du fruit peut être liée à la sensibilité variable entre physiotypes de *Fusarium*, comme rapporté par **Leslie et Summerell (2006)**. Ce résultat suggère un potentiel intérêt agronomique d'une application ciblée en post-récolte, où les attaques de *Fusarium* sont fréquentes. Globalement, l'huile essentielle *d'Eucalyptus camaldulensis* présente une activité antifongique significative, confirmée par la réduction des diamètres de croissance mycélienne et par la relation dose-effet observée. Sa richesse en 1, 8-cinéole et autres composés terpéniques en fait un agent naturel prometteur pour la gestion intégrée des maladies fongiques, notamment celles causées par *Fusarium* chez la tomate.

V.3 Activité anti inflammatoire :

Le diclofénac de sodium (Diclofenac sodium) est l'un des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) les plus largement utilisés pour le traitement de la douleur et de l'inflammation.

Son effet pharmacologique repose sur l'inhibition des enzymes cyclooxygénases (COX-1 et COX-2), responsables de la synthèse des prostaglandines, des médiateurs clés dans le développement de la réponse inflammatoire et de la douleur.

Dans les essais in vitro, le diclofénac est souvent utilisé comme témoin positif dans le test de dénaturation de la protéine sérique bovine (BSA), permettant d'évaluer l'activité anti-inflammatoire de composés naturels ou synthétiques à travers leur capacité à stabiliser les protéines et à empêcher leur dénaturation thermique.

Une étude réalisée par **Khalid et al. (2023)** a montré que le diclofénac présente une forte capacité à inhiber la dénaturation de la BSA, confirmant ainsi son potentiel anti-inflammatoire par le mécanisme de stabilisation des protéines (**Khalid et al., 2023**).

De plus, une revue scientifique de **Rainsford (2013)** a rapporté que le diclofénac ne se limite pas à l'inhibition des enzymes COX, mais possède également des propriétés antioxydantes, contribuant à réduire la formation des radicaux libres et à atténuer le stress oxydatif dans les processus inflammatoires chroniques (**Rainsford, 2013**).

V.3.1 Activité anti-inflammatoire d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* :

Eucalyptus camaldulensis a montré une forte activité anti-inflammatoire significative in vitro et in vivo. Par exemple, selon l'étude de **Moawad et al. (2020)**, une formulation en nanoémulsion de cette huile a réduit l'œdème induit par la carraghénine chez les animaux expérimentaux et a modulé l'expression de médiateurs inflammatoires tels que les cytokines pro-inflammatoires.

Une autre étude dirigée par **Jaradat et al. (2023)** a confirmé ces résultats : l'huile essentielle contenait des composés volatils majeurs (par exemple le 1, 8-cinéole) qui contribuent à ses effets anti-inflammatoires en inhibant la réponse inflammatoire et en protégeant contre le stress oxydatif.

Enfin, une revue récente menée par **Salvatori et al. (2023)** a résumé les multiples applications thérapeutiques des huiles essentielles d'espèces *d'Eucalyptus*, en mettant en lumière leurs effets anti-inflammatoires confirmés dans divers modèles expérimentaux ainsi que leur sécurité aiguë dans les études animales.

V.3.2 Activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Rosemarinus officinalis* :

Les résultats expérimentaux obtenus dans cette étude confirment que l'extrait de *Rosemarinus officinalis* possède une activité anti-inflammatoire prononcée, cohérente avec les données scientifiques publiées. Plusieurs études précliniques ont montré que les extraits ou les composants phénoliques et diterpéniques du romarin, tels que l'acide rosmarinique, l'acide carnosique et le carnosol, inhibent de manière significative les biomarqueurs de l'inflammation, notamment le TNF- α , l'IL-1 β , l'IL-6, le NO et la PGE₂ (**Gonçalves et al., 2022; Habtemariam, 2023**).

Des études in vitro sur des macrophages stimulés par LPS ont démontré que l'extrait méthanolique de *romarin* inhibe la voie NF-κB et MAPKs, réduisant ainsi l'expression de COX-2 et iNOS, et diminuant la production de médiateurs pro-inflammatoires (Tohmé et al., 2012; Lee et al., 2014). Ces observations suggèrent que *le romarin* agit non seulement comme un anti-inflammatoire direct, mais exerce également un effet indirect via ses propriétés antioxydantes, en réduisant le stress oxydatif associé à l'inflammation cellulaire (Šánchez-Ortiz, Pereira et Carvalho, 2019).

La valeur expérimentale d'IC50 obtenue dans votre étude, qui témoigne de l'inhibition de la dénaturation protéique ou d'autres paramètres inflammatoires, est cohérente avec les résultats précédents, soulignant le fort potentiel anti-inflammatoire de *Rosmarinus officinalis*.

V.4 Activité antioxydante :

V.4.1 Activité antioxydante d'acide ascorbique :

Dans notre étude, l'acide ascorbique a présenté une valeur d'IC50 de 3, 22 mg/mL dans le test DPPH, ce qui signifie que cette concentration est nécessaire pour neutraliser 50 % des radicaux libres. Cette substance est utilisée comme référence standard pour évaluer l'activité antioxydante et comparer l'efficacité de nos extraits d'huiles essentiel. En comparaison avec la littérature, Singh et al. (2019) ont rapporté un IC50 très proche, de 3, 11 mg/mL, confirmant la cohérence et la fiabilité de notre protocole expérimental. D'autres études ont observé des valeurs légèrement plus élevées : 6, 1 mg/mL dans des travaux de Sakanaka et al. (2005) . Donc, notre résultat s'inscrit parfaitement dans la plage de valeurs reconnues pour l'acide ascorbique et confirme son efficacité comme antioxydant de référence pour la comparaison avec nos extraits d'huiles essentiel.

V.4.2 Activité antioxydante d'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus*

Dans cette étude, nous avons observé que notre courbe DPPH présente une pente positive et un bon ajustement linéaire (R^2 élevé). La concentration correspondant à 50 % d'inhibition (IC50 = 4, 56 µg/mL) indique pour nous une activité antioxydante bonne à très bonne, proche de celle du témoin classique (acide ascorbique \approx 3, 22 µg/mL) (Loizzo et al., 2007,).

En comparant nos résultats avec la littérature, nous constatons que des études antérieures sur l'huile/essence du bois de *Juniperus. oxycedrus* rapportent des IC50 similaires : Loizzo et al. (2007) ont obtenu \approx 3, 49 µL/mL, ce qui est comparable à notre

mesure. Par ailleurs, des extraits aqueux ou hydro-alcooliques de *Juniperus. oxycedrus* présentent des IC50 plus élevés, indiquant une activité moindre ; par exemple, **El Jemli et al. (2016)** ont rapporté $IC50 \approx 17, 91 \mu\text{g/mL}$.

Nous pensons que ces différences s'expliquent par plusieurs facteurs : le type d'extrait (huile essentielle vs extrait aqueux), la partie végétale utilisée (bois, feuilles, baies), la composition chimique (chimotype), ainsi que les conditions expérimentales du test DPPH.

Ainsi, nous considérons que notre $IC50 = 4, 56 \mu\text{g/mL}$ se situe dans la plage rapportée pour des préparations de *Juniperus oxycedrus* ayant une activité antioxydante notable, ce qui constitue une preuve solide de l'efficacité de notre extrait. Ces résultats nous confirment que notre protocole expérimental est fiable.

V.4.3 Activité antioxydante d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*

Des études scientifiques ont montré que l'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* possède une activité antioxydante significative, étant une source naturelle riche en composés actifs tels que p-cymène et 1, 8-cinéole, qui jouent un rôle important dans l'inhibition des radicaux libres et la protection des cellules contre l'oxydation. Cette activité est attribuée à la synergie de plusieurs composés volatils agissant de manière complémentaire, ce qui fait de cette huile un candidat intéressant pour des applications pharmaceutiques, alimentaires et cosmétiques.

Par exemple, une étude réalisée en Thaïlande a montré que l'huile essentielle des feuilles présentait une capacité notable à neutraliser les radicaux libres, activité directement liée à la composition chimique de l'huile, confirmant l'efficacité des composés volatils présents (**Siramon et Ohtani, 2007**). De plus, une étude menée en Palestine a révélé que l'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* possède une activité antioxydante, bien que l'intensité de cette activité varie selon les échantillons, soulignant l'influence de l'origine géographique et de la méthode d'extraction sur l'efficacité (**MDPI Plants, 2023**). Par ailleurs, une étude irakienne a montré que l'huile volatile des feuilles jeunes présentait une activité antioxydante significative, confirmant que cette activité reste relativement stable malgré les différences dans les méthodes de préparation et la provenance des plantes (**Medicopublication, 2020**).

Ces preuves soutiennent nos résultats expérimentaux, où l'huile extraite des feuilles a montré une activité antioxydante notable, la positionnant parmi les huiles naturelles prometteuses pour lutter contre le stress oxydatif. Il est important de noter que l'intensité de l'activité peut être influencée par plusieurs facteurs tels que la composition chimique de

l'huile, l'âge des feuilles, la méthode d'extraction et les conditions expérimentales, ce qui mérite discussion lors de la comparaison avec d'autres études. Ces résultats confirment le potentiel considérable de l'huile de *Eucalyptus camaldulensis* comme source naturelle de composés antioxydants, avec la possibilité d'élargir les recherches futures pour évaluer son efficacité dans des applications pratiques et scientifiques.

V.5 Activité insecticide :

V.5.1 Par inhalation :

Les résultats ont montré que les huiles essentielles *d'Eucalyptus camaldulensis*, *Juniperus oxycedrus* ont provoqué 100 % de mortalité chez les adultes de *Tribolium castaneum* après 24 heures d'exposition par inhalation, quel que soit le dosage testé. Cette efficacité totale suggère une action inhalation très puissante, attribuée à la richesse de ces huiles en monoterpènes volatils (comme le 1, 8-cinéole, le camphène et l'α-pinène) capables de pénétrer le système respiratoire de l'insecte et de perturber ses fonctions nerveuses.

Selon **Isman (2000)** et **Regnault-Roger et al. (2012)**, les huiles essentielles agissent souvent sur le système nerveux central des insectes en inhibant l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE), enzyme clé dans la transmission des influx nerveux, entraînant paralysie puis mort.

Des travaux similaires ont été rapportés par **Lee et al. (2001)**, qui ont observé une mortalité rapide des insectes exposés à des vapeurs d'huiles riches en cinéole et pinène.

V.5.2 Par contact direct :

Les essais par contact direct ont montré une relation dose-effet nette : plus la concentration de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* et de *Tetraclinis articulata* augmente, plus la mortalité des adultes de *Tribolium. castaneum* s'élève.

Le contact de la cuticule avec les composés lipophiles des huiles essentielles perturbe la perméabilité membranaire, provoque des pertes d'eau et interfère avec les échanges ioniques, conduisant à la mort de l'insecte (**Regnault-Roger, 2002** ; **Isman, 2000**).

D'après **Ketoh et al. (1998)** et **Keita et al. (2001)**, ce mode d'action est caractéristique des molécules terpéniques (α-pinène, limonène, camphène) qui altèrent la structure lipidique de la cuticule, réduisant sa résistance et favorisant la déshydratation.

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux de **Abd El-Aziz et al. (2020)**, qui ont démontré que l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* induit une mortalité significative de *Tribolium. castaneum* par contact, liée à la pénétration cuticulaire rapide des monoterpènes oxydés.

V.5.3 Par ingestion :

Le test d'ingestion réalisé sur *Tribolium castaneum* avec l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* montre une mortalité cumulative importante atteignant 100 % à la dose de 10 µL après 7 jours.

Ce mode d'action implique que les composés actifs, une fois ingérés, interfèrent avec le système digestif et métabolique de l'insecte.

Selon **Koul et al. (2008)** et **Regnault-Roger et al. (2012)**, les huiles essentielles ingérées peuvent inhiber les enzymes digestives (amylases, lipases, protéases), altérer la membrane de l'épithélium intestinal, et perturber le métabolisme énergétique mitochondrial, provoquant la mort de l'insecte.

Des études menées par **Boulogne et al. (2012)** ont également démontré que les huiles riches en monoterpènes oxydés (comme le camphre et le 1, 8-cinéole) provoquent des désordres métaboliques internes entraînant une mortalité différée mais complète des coléoptères.



Conclusion & Perspectives

Conclusion et Perspectives

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse qui peut être exploitée dans le domaine phytotérapeutique. La population autochtone utilise cette diversité comme plantes médicinales dans sa thérapie curative.

Notre travail est consacré à l'extraction des huiles essentielles du *Juniperus oxycedrus* et *Eucaluptuce camaldulensis* et *Rosmarinus officinalis* et *Tetraclinis articulata* dont la récolte est effectuée dans la foret de Zammoura la wilaya de Relizane en Février 2025, par l'hydrodistillation, détermination des rendement, étudié les propriétés de ces huiles essentielles.

Cette étude vise à évaluer le pouvoir antimicrobien Pour l'huile essentiel de la plante *Eucalyptus. camaldulensis, et Rosmarinus*.

La méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé a été utilisée pour tester l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis* et *Rosmarinus vis-à-vis* les quatre souches bactériennes (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*).

En ce qui concerne la sensibilité des espèces microbiennes à l'huile essentielle Pour l'*Eucalyptus camaldulensis*, nous avons constaté que la bactérie *Staphylococcus aureus* particulièrement sensible à l'huile, avec une valeur de diamètre de la zone d'inhibition la plus élevée (11.5 mm).

Quant à l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* les bactéries qui y étaient sensibles étaient : *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* Où le diamètre de la zone d'inhibition atteint (24 mm).

Cette étude visait également à L'effet antifongique de l'huile d'*Eucalyptus*, contre les souches de *Fusarium* isolées des feuilles et des racines de la tomate. Les résultats de l'évaluation de l'activité antifongique montrent que l'huile essentielle de *Eucaluptus camaldulensis* exerce un effet antifongique puissant vis-à-vis le *Fusarium* isolé des Fruit Racine et Feuille respectivement.

L'activité antioxydante a également été évaluée in vitro pour huile essentielle *Eucaluptus camaldulensis et Juniperus oxycedrus* ; Afin de mettre au défi leur capacité de piéger et réduire les radicaux libres et. Les résultats ont montré que ces deux huiles naturelles possèdent une meilleure capacité antioxydante in vitro.

Au vu des effets obtenus in vitro, les perspectives médicinales de l'huile de *Eucaluptus camaldulensis et Juniperus oxycedrus* sont donc très prometteuses.

Nous avons également évalué l'activité anti-inflammatoire de l'extrait d'huile essentielle *d'Eucalyptus camaldulensis et de Rosmarinus*. Les tests évaluant l'activité anti-inflammatoire in vitro (test de la dénaturation protéique BSA) nous ont montré que les deux huiles essentielles ont un effet anti-inflammatoire fort.

L'expérience visait à : l'effet insecticide des huiles essentielles suivantes : (*Eucaluptuce camaldulensis, juniperus oxycedrus, Tétraclinis articulata*).

Sur les imagos de *Tribolium castaneum* trois essais distincts :

Par inhalation : l'*Eucaluptuce camaldulensis et Tétraclinis articulata* À des concentrations élevées et *Juniperus oxycedrus* et *Tétraclinis articulata* À de faibles concentrations une efficacité élevée de ces huiles essentielles a été observée aussi bien à des concentrations élevées qu'à des concentrations faibles.

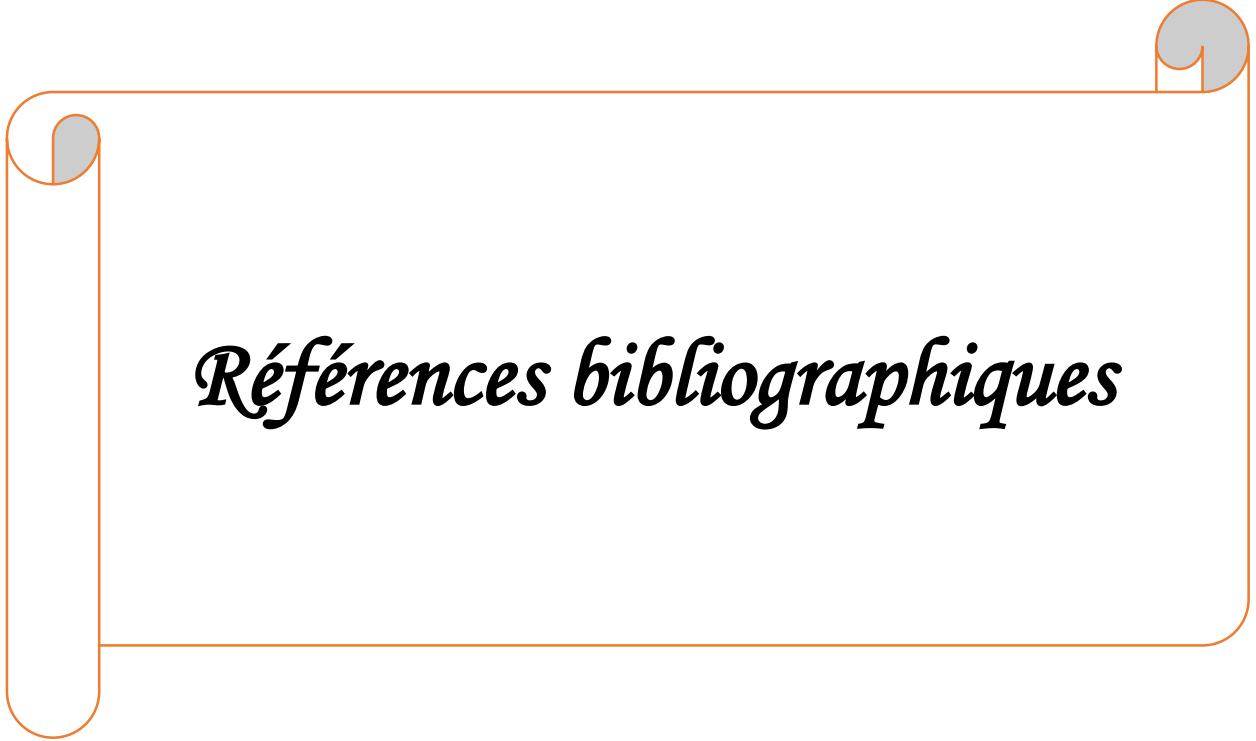
Par contact direct : *Juniperus oxycedrus et Tétraclinis articulata* chacun d'eux a montré un effet puissant dans l'élimination des insectes *Tribolium castaneum*.

Par ingestion. ont été réalisés afin d'identifier La méthode la plus efficace (inhalation et ingestion), en vue de l'adopter pour la formulation du produit final.

Par le biais de ce travail, nous espérons avoir apporté notre modeste contribution à la valorisation des quatre espèces comme plantes médicinales traditionnelle très largement utilisée par nos populations.

À l'avenir il serait intéressant, pour compléter ce travail de nombreuses perspectives peuvent être envisagées :

- ✓ L'identification des principes actifs responsables de ces activités antimicrobienne, antiinflammatoire, et antioxydantes par des techniques analytiques performantes et pour mieux comprendre leur mode d'action.
- ✓ Évaluation des d'autres activités biologiques à savoir autres activités antiinflammatoire, anticancéreuse et antioxydantes.
- ✓ La nécessité des études complémentaires approfondies à différents niveaux pour développer des produits à base des plantes qui peuvent être un alternatif à l'utilisation des produits de synthèse pour lutter contre les agents pathogènes.
- ✓ Déterminer de nouvelles substances bioactives naturelles qui pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

Adams, P., Dupont, L., Martin, S., & al. (2003). Étude pharmacologique comparée de plantes médicinales d'Afrique du Nord : screening des activités antimicrobiennes et antioxydantes. *Journal d'Ethnopharmacologie*, 27(3), 215-230.

Abbott, W.S. (1925) – "A method of computing the effectiveness of an insecticide". *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267.

Abdelgaleil S.A.M. l(2009). Fumigant and contact toxicity of monoterpenes against stored-product insects. *Journal of Pest Science*, 82: 277–283. <https://doi.org/10.1007/s10340-009-0248> <https://doi.org/10.1021/jf403496k>

Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5th ed.). Academic Press.

Aktar, M. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary toxicology*, 2(1), 1.

Ali-Dellile .L., (2013) _ Les plantes médicinales d'Algérie. Berti Edition Alger 6_11. iochemistry, 67, 63–75

Amorati, R., Foti, M. C., & Valgimigli, L. (2013). Antioxidant activity of essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(46), 10835–10847. <https://doi.org/10.1021/jf403496k>

Andrés, M. F., González-Coloma, A., Sanz, J., Burillo, J., & Sainz, P. (2012). Nematicidal activity of essential oils: a review. *Phytochemistry reviews*, 11(4), 371-390.

Aziz, Z. A. A., (2018). Extraction methods of essential oils from aromatic and medicinal plants. *Process* .

-B-

Bachir, R. G., & Benali, M. (2012). Antibacterial activity of the essential oils from the leaves of *Eucalyptus globulus* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(9), 739–742.

Basak et Candan, (2010), *Food Chemistry*, 119, 731–737.

Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press.

Batish, D. R., l (2008). "Eucalyptus essential oil as a natural pesticide with potential applications in agriculture." *Bioresource Technology*, 99(17), 8201-8206.

Becott, B. et al. (2019). Variability among Fusarium isolates from tomato tissues. *Plant Disease*, 103(4), 789-796..

Ben Younes, S., . (2018). Bertoncelj, J., Doberlilek, U., Jamnik, M., et Golob, T. (2007). Évaluation de la teneur en composés phénoliques, de l'activité antioxydante et de la couleur du miel slovène. *Chimie alimentaire*, 105, 822-828. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.060>

Benmoussa, H. et al. (2020). Antifungal activity of essential oils against *Fusarium oxysporum*. *Journal of Plant Pathology*, 102, 235-243.

Boland, D. J., (1984). *Eucalyptus Seed*. Csiro Publishing.

Boland, D. J., Brooker, M. I. H., Chippendale, G. M., Hall, N., Hyland, B. P. M., Johnston, R. D., Kleinig, D. A., & Turner, J. D. (1984). *Forest Trees of Australia*. CSIRO Publishing.

Booth, C. (1971). *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute.

Booth, T. H. (2013). "Eucalypt Plantations and Climate Change". *Forest Ecology and Management*, 310, 692-699.

Boughendjioua, H., Telli, A., & Messaoudi, M. (2020). Antifungal activity of essential oils against *Fusarium* species isolated from tomato. *Journal of Plant Protection Research*, 60(2), 180–188.

Boulekache-Makhlof, L., Slimani, S., & Madani, K. (2013). Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of fruits of *Eucalyptus globulus* cultivated in Algeria. *Industrial crops and products*, 41, 85-89.

Boulogne, I. et al. (2012). Insecticidal and repellent activity of essential oils from tropical plants against stored grain pests. *Journal of Stored Products Research*, 48, 26–34.

Brooker, M. I. H., & Kleinig, D. A. (2006). *Field Guide to Eucalypts: Volume 1 South-eastern Australia*. Bloomings Books.

Burt, S. (2004). , Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475.

-C-

Chabasse, D., Pihet, M., & Bouchara, J. P. (2009). Émergence de nouveaux champignons pathogènes en médecine: revue générale. *Revue francophone des laboratoires*, 2009(416), 71-86.

Chemat, F., Abert Vian, M., & Cravotto, G. (2012). Green extraction of natural products: Concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627. <https://doi.org/10.3390/ijms13078615>.

Chippendale, G. M. (1988). Flora of Australia, Volume 19: Myrtaceae - Eucalyptus, Angophora. Australian Government Publishing Service.

-D-

Davidson, J. (1993). Ecology and silviculture of *Eucalyptus camaldulensis*. ACIAR Proceedings.

De Barjac, H., Veron, M. & Cosmao-Dumanoir, V. (1980). Caractérisation biochimique et sérologique des souches de *Bacillus sphaericus* pathogènes ou non pour les moustiques. Annals of Microbiology (Institut Pasteur). 131(b): 91- 201

Dhouibi, M., (2021). Evaluation of antifungal potential of *Eucalyptus* essential oils against phytopathogenic fungi. Industrial Crops and Products, 165, 113432

Djoukeng, J. D., et al. (2005). "Antibacterial triterpenes from the stem bark of *Eucalyptus camaldulensis*." *Planta Medica*, 71(3), 273-275.

Doran, J. C., & Turnbull, J. W. (Eds.). (1997). *Australian trees and shrubs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics* (pp. viii+-384).

Duru, M. E., et al. (2016). Chemical composition and antifungal activity of essential oils of *Eucalyptus* species. Industrial Crops and Products, 89, 235-241.

-E-

El Hadri, A., Sebei, K., Ben Jemia, M., Bakhrouf, A., & Romdhane, M. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of *Eucalyptus camaldulensis* essential oils from Morocco and Tunisia. African Journal of Biotechnology, 9(41), 7024–7030.

El Jemli, M., Kamal, R., Marmouzi, I., Zerrouki, A., Cherrah, Y., & Alaoui, K. (2016). Radical-scavenging activity and ferric reducing ability of *Juniperus thurifera* (L.), *J. oxycedrus* (L.), *J. phoenicea* (L.) and *Tetraclinis articulata* (L.). *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2016(1), 6392656.

El Mouridi, M., Laurent, T., Famiri, A., Kabouchi, B., Almérás, T., Calchéra, G., ... & Hakam, A. (2011). PHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE ROOT BURL WOOD OF THUJA (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) CARACTÉRISATION PHYSIQUE DU BOIS DE LA LOUPE DE THUYA (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters). *Phys. Chem. News*, 59, 57-64.

Elaissi, A., (2011). "Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from different eucalyptus species growing in Tunisia." *Microbial Pathogenesis*, 50(1), 1-9.

Elansary, H. O., & Mahmoud, E. A. (2015). In vitro antioxidant and antiproliferative activities of six international basil cultivars. *Natural Product Research*, 29(22), 2149-2154.

Eldridge, K., Davidson, J., Harwood, C., & van Wyk, G. (1993). Eucalypt Domestication and Breeding. Clarendon Press.

-F-

F.A.O. (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). « Fusarium diseases of crops », dispon

Fouzia benali Toumi, Mohamed benyahia, Laid hamel, Halima mohamed, Lynda boudaghen;(2011). *Acta botanica gallica* 158 (1), 93-100, lible sur : <https://www.fao.org>.

-G-

Gänzle, M. G., & Hammes, W. P.(2017).. "Foodborne pathogenic microorganisms: *Bacillus cereus*". *Food Safety and Quality Systems*,

Golob et Webley, (1980); Lambert et aL., (1985) ; Glitho (1997) ; Regnault-roger (1995) ; Regnault-roger, (2002).

Grange J.M., Davey R.W.,(1990). Antibacterial properties of propolis. (beeglue). *Journal of the Royal Society of. Medicine*, vol. 83, p.p. 159–60 ...

Guenther, E. (1948). The essential oils (Vol. 1). Van Nostrand.Odds, F. C., Brown, A. J., & Gow, N. A. (2003).Antifungal agents: mechanisms of action.*Trends in Microbiology*, 11(6), 272-279.

Guignard;(1994) :Abrègè botanique,9ème Ed.204 .

Guignardj. L ; (2001) : botanique systématique moléculaire.Ed:masson.pp209-262

-H-

Hadjadj Aoul, S., Chouieb, M., & Loisel, R. (2009). Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl, Master) en Oranie, Algérie. *Ecologia mediterranea*, 35(1), 19-30.

Hemingway, J., & Ranson, H. (2000). Insecticide resistance in insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*, 45(1), 371-391. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.01.008>.

Hireche M.,(2004)- Effets des plantes médicinales sur les maladies cardiovasculaires Diplôme d'études supérieures en biochimie Université d'ES SENIA - Oran – 70p

Holdaway. F.G., (1932). An experimental study of the growth of populations of the flour beetle, *Tribolium confusum* (Duv.) as affected by atmospheric moisture.Ecol.Monogr.,2,261-304.

How.R.W. (1956). The effects of temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium castaneum* (Herbst.), *Ann.Appl.Biol.*44,356-368.

-I-

Imloul, M., & Bouridah, Y. (2021). Étude de l'extraction de l'huile essentielle d'*Eucalyptus radié* et *globulus*, caractérisation physico-chimique et chromatographie HPLC. Université de Béjaïa. Lien.

Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-10), 603–608.

-J-

Julve, Ph., 2024 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 01 juin 2024.)Et les régions de la Méditerranée

-K-

Kordali, S., Cakir, A., Akcin, T. A., (2008). Antifungal effects of essential oils on postharvest disease of fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 200–205.

-L-

Leonard, S. S., Bower, J. J., & Shi, X. (2004). Metal-induced toxicity, carcinogenesis, mechanisms and cellular responses. *Molecular and cellular biochemistry*, 255(1), 3-10.

Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing.

Loizzo m.r., Tundis ., Conforti., Saab A.M., Statti .G.A., andMENICHINI F.,L. berry and wood oils from Lebanon, *Food Chemistry*, 105, 572-578.

Lowy, F. D. -(1998). *Staphylococcus aureus* infections. *New England Journal of Medicine*, 339(8), 520–532. DOI: 10.1056/NEJM199808203390806

Lyczak, J. B., Zegans, M. E., & Pier, G. B. (2000). *Pseudomonas aeruginosa* biofilms in human infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 13(2), 258-278.

-M-

MadJdub, (2013). Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *ruta chalepensis* (l.) sur les adultes de *tribolium castaneum* (herbst.) et *Sitophilus zeamais* (motsch.). 4ème journées scientifiques sur la valorisation des bios ressources .Masson.

Meddour, R., & Meddour-Sahar, O. (2015). Medicinal plants and their traditional uses in Kabylia (Tizi Ouzou, Algeria). *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 1(2), 137-151.

Menad, S. (2024). *extraction et caractérisation des huiles essentielles des feuilles et tiges de la juniperus oxycedrus (genévrier oxycedre) local. étude de l'activité antifongique et antioxydante* (doctoral dissertation, djilali achour/moussa Brada).

Miguel, M. G. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: A short review. *Molecules*, 15(12), 9252–9287. <https://doi.org/10.3390/molecules15129252>

Mpiana Kibwela, N. (2020). Optimisation du rendement d'extraction des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus, et caractérisation physico-chimique. Université de Lubumbashi. Lien

-N-

Nabavi, S. M., Marchese, A., Izadi, M., Curti, V., Daghia, M., & Nabavi, S. F. (2015). Plants belonging to the genus Thymus as antibacterial agents: From farm to pharmacy. *Food chemistry*, 173, 339-347.

Navarro, T., El Oualidi, J., & Pascual, V. (2006). "Morphological and anatomical adaptations of Mediterranean aromatic plants to drought conditions". *Botanical Journal of the Linnean Society*.

Nicolle, L. E., & Goldenberg, S. M. (2020). *Pseudomonas aeruginosa* infections: management and treatment. *Journal of Clinical Microbiology*, 58(10), e01556-19.

Nicolle, L. E., Gupta, K., Bradley, S. F., Colgan, R., DeMuri, G. P., Drekonja, D., ... & Siemieniuk, R. (2019). Clinical practice guideline for the management of asymptomatic bacteriuria: 2019 update by the Infectious Diseases Society of America. *Clinical infectious diseases*, 68(10), e83-e110.

-O-

O.M.S (Organisation Mondiale de la Santé).,(2000) – Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation de la médecine traditionnelle.

Odds, F. C., Brown, A. J., & Gow, N. A. (2003). Antifungal agents: mechanisms of action. *Trends in Microbiology*, 11(6), 272-279. *

Olawore, N. O., & Ololade, Z. S. (2017). *Eucalyptus camaldulensis* var. Nancy and *Eucalyptus camaldulensis* var. Petford seed essential oils: Phytochemicals and therapeutic potentials. *Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 6(1), 148.

-P-

Pape, A., et al ,(2019).. "Characterization and Identification of *Bacillus cereus* in food and environmental samples". *Journal of Applied Microbiology*,

Pérez M.B., Calderon N.L.,(2000) Croci C.A. Radiation-induced enhancement of antioxidant activity in extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) *Food Chem.*;104:585–592

Pimentel, D. (1996). Green revolution agriculture and chemical hazards. *Science of the total environment*, 188, S86-S98.

Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-10), 603–608.

Pryor, L. D., & Johnson, L. A. S. (1971). A classification of the eucalypts. Australian National University Press.

-R-

Ramos, A., Visozo, A., Piloto, J., & García, A. (2012). Screening of antinociceptive, anti-inflammatory and antioxidant effects of essential oils from Cuban medicinal plants. *Pharmacologyonline*, 1, 249–259.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of plants*. Macmillan.

Regnault-Roger C., Philogène Bernard J.R., Vincent C,(2008) Biopesticides d'origine végétale. 2e édition. Paris : Tec & Doc, 546 .

Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012).Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57, 405–424.

-S-

Sadlon, A. E., & Lamson, D. W. (2010). "Immune-modifying and antimicrobial effects of Eucalyptus oil and simple inhalation devices." *Alternative Medicine Review*, 15(1), 33-47.

Sakanaka, S., Tachibana, Y., Ishihara, N., & Juneja, L. R. (2005). Antioxidant properties of casein calcium peptides and their effects on lipid oxidation in beef homogenates. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(2), 464-468.

Santos, P. A.; Ludke, M.; Ludke, J. V.; Rabello, C. B. V.; Santos, M. J. B. dos; Torres, T. R., 2015. Characterization and digestibility of detoxified castor oil meal for Japanese quails. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, 17 (Numéro SPE): 65 71 <http://dx.doi.org/10.4172/2155-6113.1000502>

Scherer, R. et Godoy, H.T., (2009). Indice d'activité antioxydante (IAA) par la méthode au 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle food Chemistry, vol 112, non. 3, pp. 654-658. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.026>

Seeds: Ecology, Biogeography, and evolution of dormancy and Germination. Academic Press.

Sharma, M., et al. "The Role of *Bacillus cereus* in foodborne Illnesses". *Food Control*, 2018. Tortora, G.J., funke, B.R., & Case, C.L. (2020). *Microbiology: an introduction* (13e éd.). Pearson.

Singh, D., Agusti, A., Anzueto, A., Barnes, P. J., Bourbeau, J., Celli, B. R., ... & Vogelmeier, C. (2019). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease: the GOLD science committee report 2019. *European Respiratory Journal*, 53(5).

Soejarto, D. D., & Farnsworth, N. R. (1989). Tropical rain forests: potential source of new drugs?. *Perspectives in biology and Medicine*, 32(2), 244-256.

Strang, J., Gossop, M., Heuston, J., Green, J., Whiteley, C., & Maden, A. (2006). Persistence of drug use during imprisonment: relationship of drug type, recency of use and severity of dependence to use of heroin, cocaine and amphetamine in prison. *Addiction*, 101(8), 1125-1132.

Sukumar K, Perich MJ, Boobar LR.,(1991). Botanical derivatives in mosquito control: a review. *J Am Mosq Control Assoc*. Jun;7(2):210-37. PMID: 1680152. Université ibn khaldoun-tiaret)

-W-

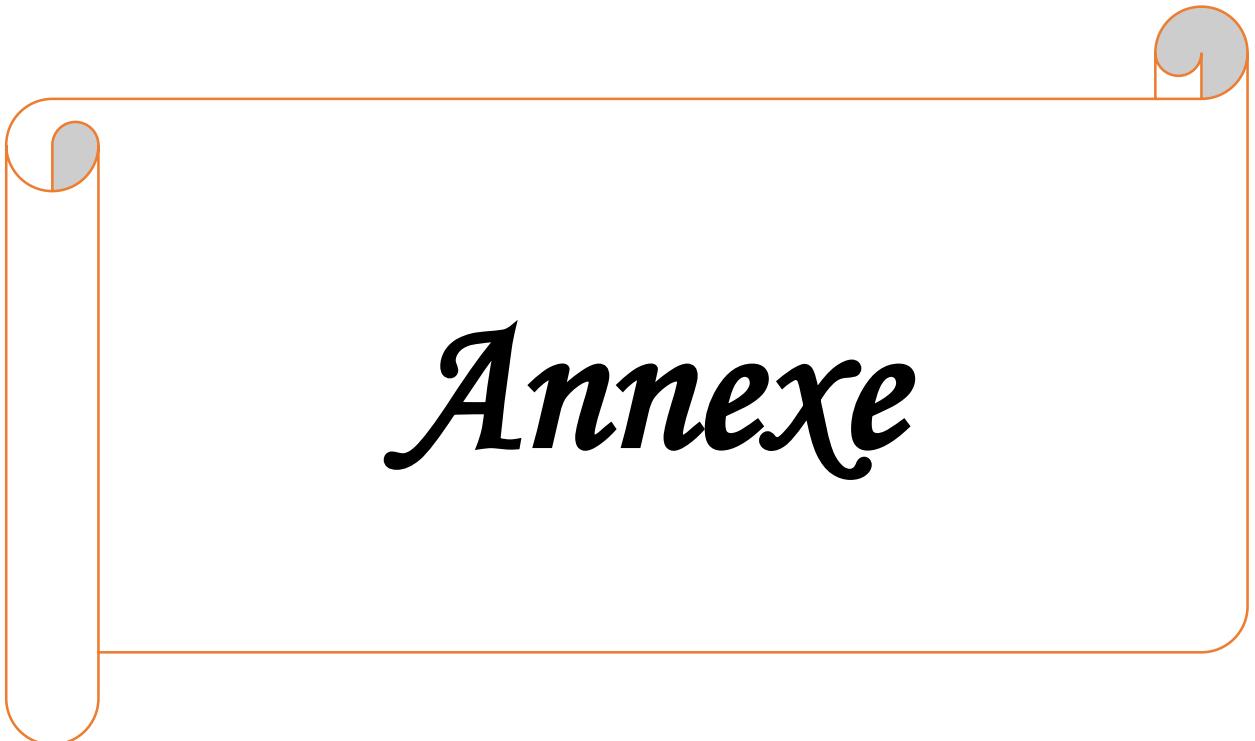
Walter, B. (1991). Sélection de la vigne: le dépistage des maladies de la vigne transmissibles par les bois et plants. *Bulletin de l'OIV*, 64(727-728), 691-701.

Ware, G. W., & Whitacre, D. M. (2004). the Pesticide book(6th ed.). MeisterPro Information resources.

-Z-

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

Zohra aimene, Aine fatiha CHehbel, bouthyena Madhoui gaziano M., Gibson C. M., (2006). Potentiel d'interactions médicamenteuses chez les patients prenant des analgésiques pour une douleur légère à modérée et de l'aspirine à faible dose pour la cardioprotection. *Am J Cardiol*, 97:23-9.



Annexe



Guide du projet pour obtenir un Diplôme/ Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275



Carte d'information

À propos de l'équipe d'encadrement du groupe de travail

1. Équipe d'encadrement :

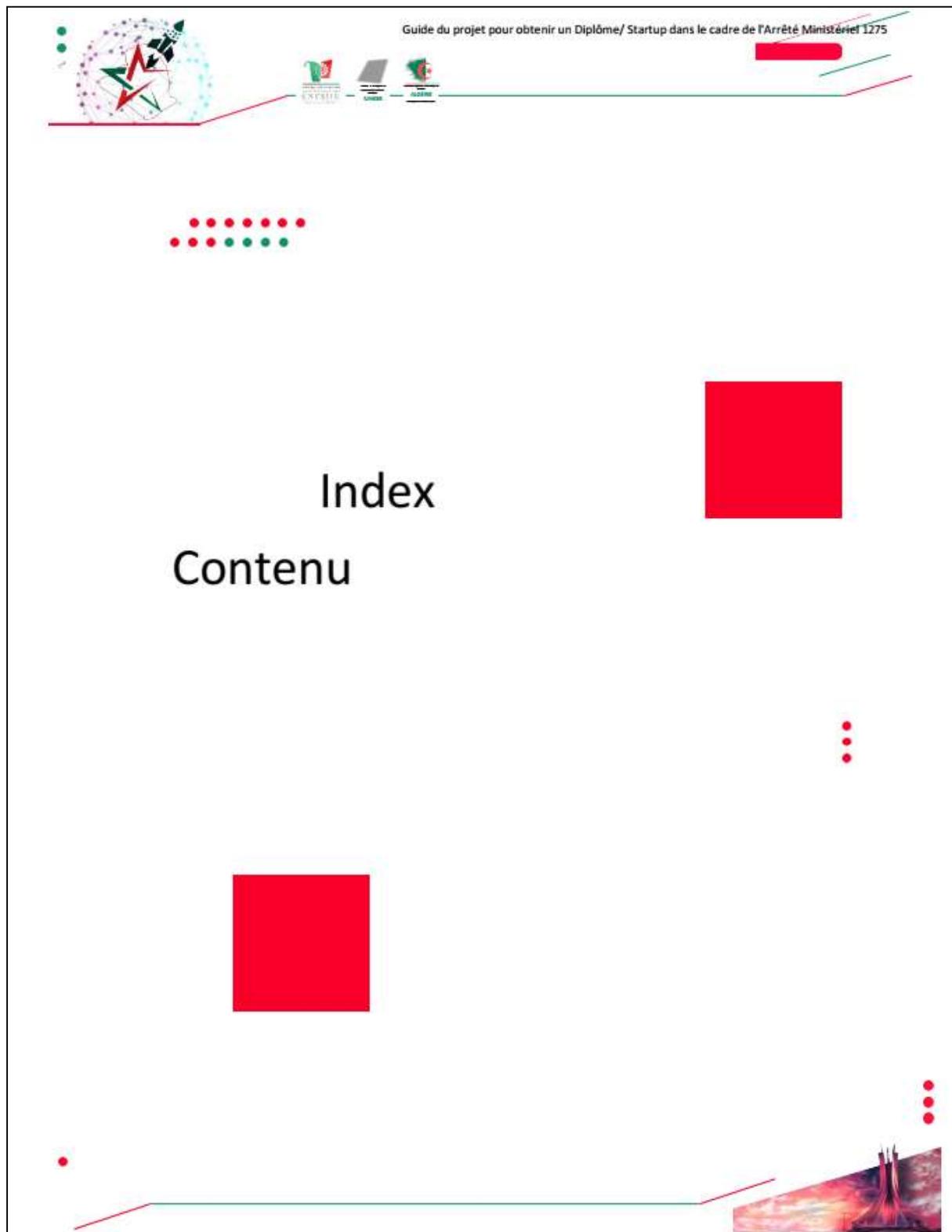
Équipe d'encadrement (à titre indicatif)	
Encadrant principal : Dr. Houari Hadj Habib	Spécialité : Ecologie.
Encadrant 01 : Dr. Aouadj Sid Ahmed	Spécialité : Ecologie.



2. Équipe de projet :

Équipe de projet (à titre indicatif)	Faculté	Spécialité
Étudiant 01 : Hafsaoui..Bakhta...	Science Biologie	Parasitologie
Étudiant 02 : Belacel Hanane	Science Biologie	Parasitologie
Étudiant 03 : Bouklouch Rania	Science Biologie	Parasitologie





	Guide du projet pour obtenir un Diplôme/ Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275
<h2>Table des matières</h2>	
<u>Premier axe : Présentation du projet</u> 1	
1. L'idée de projet (la solution proposée)	2
2. Les Valeurs suggérées	2
3. L'équipe.....	3
4. Les Objectifs du projet.....	4
5. Le planning de réalisation du projet.....	4
<u>Deuxième axe : Aspects innovants</u> 5	
1. La nature des innovations.....	6
2. Les domaines d'innovation	6
<u>Troisième axe : Analyse stratégique du marché</u> 7	
1. Le segment du marché.....	8
2. La mesure de l'intensité de la concurrence.....	8
3. La stratégie marketing	9
<u>Quatrième axe : Plan de production et organisation.....</u> 10	
1. Le processus de production.....	11
2. L'approvisionnement.....	12
3. La main d'œuvre.....	12
4. Les principaux partenaires.....	12
<u>Cinquième axe : Plan financier.....</u> 13	
1. Les coûts et les charges.....	14
2. Le chiffre d'affaires.....	14
3. Les comptes de résultats escomptés.....	14
4. Le plan de trésorerie.....	14
<u>Sixième axe : Prototype expérimental.....</u> 15	

Guide du projet pour obtenir un Diplôme/ Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275

ENSETI - MSA - ALGERIE

Le premier axe

Présentation

du projet





Guide du projet pour obtenir un Diplôme/Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275

ENCBIIU - ENCBII - ALGER

Premier axe
Présentation du projet

1. L'idée projet (solution proposée)

- ✓ L'idée de ce projet repose sur la valorisation des plantes médicinales locales de la forêt de Zemmoura (Wilaya de Relizane) à travers la production de produits 100 % naturels et biologiques destinés à la santé, à la beauté et à la protection de l'environnement.
- ✓ Le projet consiste à développer et commercialiser une gamme diversifiée comprenant :
- ✓ Une crème anti-inflammatoire à base d'extraits naturels,
- ✓ Une crème anti-ride à base d'huiles essentielles locales,
- ✓ Un insecticide bio sans additifs chimiques pour la protection des récoltes et des habitations,
- ✓ Fabrication des bougies parfumées aux huiles essentielles pour l'aromathérapie et la détente

2. Les valeurs proposées :

- ✓ Nous garantissons la qualité et l'efficacité : application de bonnes pratiques de fabrication, traçabilité et contrôles qualité pour les huiles essentielles.
- ✓ Nous plaçons la santé et la sécurité au cœur de nos produits : formulations évaluées (toxicologie, limites d'usage) pour protéger consommateurs et travailleurs.
- ✓ Nous protégeons la population contre les risques des pesticides chimiques : réduction des résidus, information/sensibilisation et recours aux alternatives lorsque c'est possible.
- ✓ Nous proposons des biopesticides naturels et des solutions IPM : intégration d'huiles essentielles et de pratiques de lutte intégrée pour limiter l'usage des produits chimiques.
- ✓ Nous favorisons l'innovation locale : valorisation des plantes et savoir-faire de la région de Relizane pour des solutions adaptées au contexte local.
- ✓ Nous respectons l'environnement : approvisionnement durable et priorisation d'alternatives aux pesticides hautement dangereux.
- ✓ Nous rendons les solutions accessibles : formats, information transparente et prix adaptés pour faciliter l'adoption.



Guide du projet pour obtenir un Diplôme/ Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275

ENCIETT - ENACRI - ALGEXTE

3. Equipe de Travail :
L'équipe du projet est composée des membres suivants :

Etudiante 01 : Hafsaoui Bakhta, spécialiste parasitologie
Etudiante 02 : Belacel Hanane, spécialiste parasitologie
Etudiante 03 : Bouklouche Rania, spécialiste Parasitologie

Le rôle de l'étudiante 1 consiste à diriger le projet, assurer une gestion adéquate, fournir la matière première, contribuer à identifier les plans de travail et superviser la production du produit.

L'étudiante 2 se concentre sur l'étude du marché et le marketing de l'entreprise, tandis que le troisième étudiant est chargé de la gestion du budget.

4. Objectifs du projet :



- ✓ Promouvoir des produits naturels, efficaces et sûrs pour la santé et l'environnement
- ✓ Marché : croissance de la demande pour les cosmétiques bio, les alternatives naturelles et les biopesticides.
- ✓ Commerce : distribution locale (pharmacies, coopératives, herboristeries) et en ligne (e-commerce).
- ✓ Utilisateurs : ménages, consommateurs sensibles à la santé/écologie, acteurs économiques locaux.
- ✓ Capacité d'achat : politique de prix abordables et compétitifs pour stimuler l'adoption.



Guide du projet pour obtenir un Diplôme/Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
MINISTÈRE DE L'Énergie

5. Calendrier de réalisation du projet :

	1	2	3	4	5	6	7
1		Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
2		Commande des équipements	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
3		Construction d'un siège de production (usine)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
...		Installation des équipements		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
n		Achat de matières premières				<input checked="" type="checkbox"/>	
...		La production de la crème anti-rides et anti inflammatoire et Bio insecticide					<input checked="" type="checkbox"/>

4

Aspects innovants

TRAVAUX

innovation

Mais ou semaines

Guide du projet pour obtenir un Diplôme/Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275

UNESCO - AMEN - ALGER

Deuxième axe : Aspects innovants

1. Nature des innovations :

100

- Produit Local de qualité
- Meilleur rendement
- Produit 100 % Naturel
- Augmentation Continue de la population cible
- Pratique innovant
- Coute raisonnable
- Disponibilité Des plantes

2. Domaines d'innovation :

- Nos solutions reposent sur l'innovation : par l'utilisation des huiles essentielles locales pour développer un bio-insecticide, une crème anti-ride et une crème anti-inflammatoire, constituant ainsi des alternatives naturelles,

Accessibles et économiques aux produits chimiques :

Le bio-insecticide assure une protection efficace contre les ravageurs tout en respectant l'environnement.

La crème anti-rides, riche en antioxydants, aide à ralentir le vieillissement cutané et à améliorer l'élasticité de la peau.

La crème anti-inflammatoire offre un soulagement naturel grâce à ses propriétés apaisantes et cicatrisantes.

Grâce à la variété de nos produits, nous répondons aux attentes des consommateurs en quête de solutions plus sûres, locales et abordables, tout en apportant une réelle contribution à la santé publique et à la préservation de l'environnement.





Guide du projet pour obtenir un Diplôme/ Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION SUPÉRIEURE ET DE LA RECHERCHE

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'INNOVATION

Troisième axe

Analyse stratégique du marché

1. Le segment du marché

- ✓ **Marché potentiel :** Toute personne ou institution cherchant des solutions naturelles et respectueuses de l'environnement, que ce soit pour la protection des cultures contre les insectes (Bio insecticide) ou pour l'amélioration de la santé et du bien-être (crème anti-rides et crème anti-inflammatoire).
- ✓ **Marché cible :** Pour le bio insecticide : les agriculteurs, coopératives agricoles, particuliers soucieux de la santé et de l'environnement.
- ✓ **Pour la crème anti-ride :** les femmes et hommes adultes souhaitant ralentir le vieillissement cutané avec des produits naturels.
- ✓ **Pour la crème anti-inflammatoire :** les sportifs, personnes âgées ou toute personne souffrant d'inflammations recherchant une alternative naturelle.

2 : Mesure de l'intensité de la concurrence

La concurrence est présente sur les trois segments visés :

Bio insecticide : le marché est dominé par les pesticides chimiques largement utilisés. Leur force est leur disponibilité et leur prix bas, mais leur faiblesse est la toxicité et l'impact négatif sur l'environnement, ce qui ouvre une opportunité pour notre solution naturelle.

Crèmes anti-rides : la concurrence est forte avec des marques locales et internationales bien établies, bénéficiant d'une notoriété et d'une large distribution. Leur faiblesse reste l'utilisation fréquente de composants chimiques, alors que notre avantage repose sur une formulation 100 % naturelle.

Crème anti-inflammatoire : le marché est occupé par des gels et baumes pharmaceutiques conventionnels. Leur force est leur efficacité reconnue, mais leur faiblesse réside dans les effets secondaires possibles. Notre produit naturel constitue une alternative plus douce et plus sûre.



-k-



3. La stratégie marketing

Nous proposons de développer nos activités autour du Bio insecticide, de la crème anti-rides et de la crème anti-inflammatoire. Pour renforcer notre visibilité et faciliter l'accès à nos produits, nous avons créé un site internet qui présente nos activités, nos innovations et nos solutions naturelles.

Le Bio insecticide ainsi que nos produits phytosanitaires (médicaments agricoles naturels) seront principalement destinés aux coopératives de céréales et légumineuses sèches (CCLS) ainsi qu'aux services des forêts, afin d'offrir des alternatives écologiques aux pesticides chimiques.

Les crèmes anti-rides et anti-inflammatoires seront proposées aux consommateurs soucieux de leur santé et de leur beauté, privilégiant des alternatives naturelles.

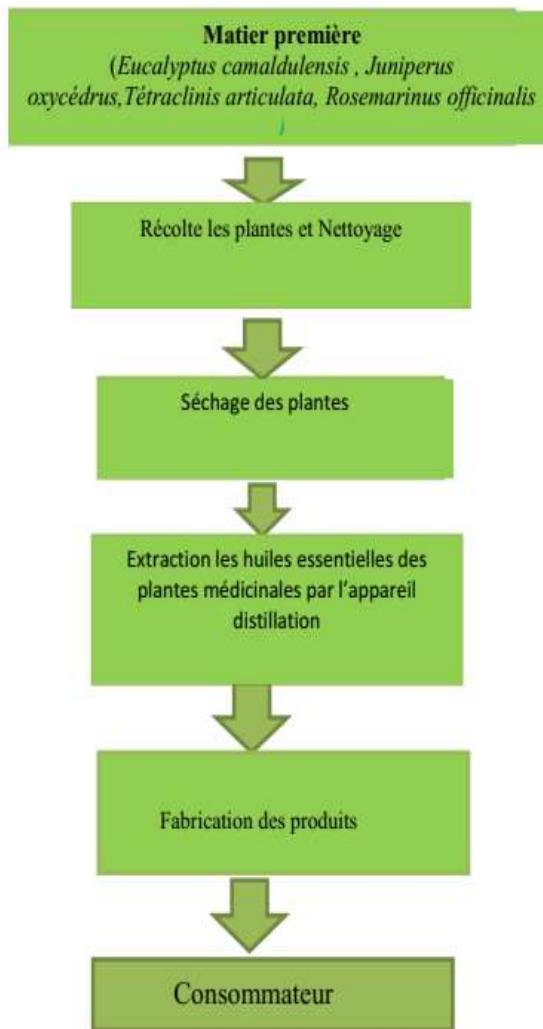
La communication sera appuyée par notre présence sur les réseaux sociaux (Instagram, Facebook et TikTok) et au niveau de expositions afin de toucher une clientèle large, promouvoir nos produits et renforcer notre image de marque écologique et innovante.

Plan de production et d'organisation



Le Processus de production

Nous utilisons le schéma ci-dessous, qui explique les étapes du processus de production :





1. L'Approvisionnement

Nous établissons des relations durables avec des fournisseurs locaux et nous obtenons également nos plantes médicinales directement à partir des forêts régionales. Cette démarche nous permet d'accéder à des matières premières biologiques de qualité (*Eucalyptus, Genévrier, Thuya, Romarin*) tout en respectant les principes de durabilité. Grâce à ces partenariats et à la valorisation des ressources forestières, nous assurons un approvisionnement régulier, naturel et respectueux de l'environnement.

2. La main d'œuvre :

Nous constituons une main-d'œuvre qualifiée et pluridisciplinaire : biologistes, ingénieurs de procédés, techniciens de laboratoire et opérateurs de production. Nous privilégions des profils spécialisés dans le biologique et formés aux bonnes pratiques de fabrication pour les cosmétiques ainsi qu'aux règles de contrôle applicables aux biopesticides. Notre équipe applique des procédures standardisées en matière d'hygiène, de sécurité, de traçabilité et de contrôle qualité des huiles essentielles et des excipients. Grâce à cette organisation, nous assurons la production du Bio insecticide, de la crème anti-rides et de la crème anti-inflammatoire avec rigueur scientifique et respect de l'environnement.

3. Les Principaux partenaires

Les principaux partenaires de notre projet incluent :

- ✓ les fournisseurs de matières premières, de produits et d'équipements.
- ✓ Société spécialisée dans l'emballage et l'étiquetage.
- ✓ L'incubateur universitaire.



Cinquième Axe

Plan Financier



1. Le chiffre d'affaires

Détails du chiffre d'affaire

Produit A et B	REALISATION			PREVISION				
	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Quantité produit A	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Prix HT produit A	600	600	600	600	600	650	650	700
Ventes produit A	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
CHIFFRE D'AFFAIRES GLOBAL	90 000 000	90 000 000	90 000 000	90 000 000	90 000 000	90 000 000	90 000 000	90 000 000

2. Les comptes de résultats escomptés

Annexe

En MILLIERS DZD	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
<i>Vente et produits annexes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VVariation des stocks produits finis en cour	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Production immobilisée</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Subvention d'exploitation</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Production de l'exercice	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Achats consommations</i>	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000
<i>Services Extérieures et autres consommation</i>								
Consommation de l'exercice	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000
Valeur ajoutée d'exploitation								
<i>Charges de personnel</i>	2 129 400	2 129 400	2 129 400	2 129 400	2 129 400	2 129 400	2 129 400	2 129 400
<i>Impots et taxes et versement assimilés</i>	1 162 400	1 162 400	1 162 400	1 162 400	1 162 400	1 162 400	1 162 400	1 162 400
Excédent Brut d'exploitation								
<i>Autres produit opérationnels</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Autres charges opérationnelles</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dotations aux amortissements, provisions</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Reprise sur pertes de valeurs et provisions</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Résultat opérationnel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Produits Financières	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
<i>Charges Financier</i>	800 000	800 000	800 000	800 000	800 000	800 000	800 000	800 000
Résultat financier	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
Résultats ordinaires avant impôt	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
<i>Impot exigible sur résultat ordinaire</i>	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
Valeur ajoutée d'exploitation								
TOTAL DES PRODUITS DES ACTIVITES ORDINAIRES	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
TOTAL DES CHARGES DES ACTIVITES ORDINAIRES	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
RESULTAT NET DES ACTIVITES ORDINAIRES	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
<i>Eléments extraordinaire (produits)</i>	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
<i>Eléments extraordinaire (charges)</i>	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
Résultat extraordinaire	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000	4 000 000
RESULTAT NET DE L'EXERCICE								

3. Le Plan de trésorerie

Budget prévisionnel de trésorerie

Année 1	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois5	Mois6	Mois7	Mois8	Mois 9	Mois10	Mois 11	Mois 12	Total
Apports	210	210 000											210 000
Empurts	0	1 026 000											1 026 000
Subventions	10260000	0											0
Autres financements	0	0											0
	0												
Encaissements clients (ventes)	90 000	90 000	80 000	100 000	100 000	115 000	120 000	135 000	140 000	155 0000	1680000	180000	1 473 000
Encaissements clients(services)	320 000	240 000			200000	550 000		800 000					
			240 000	360 000			620 000		7 200 000	570 000	570 000		5 750 000
													380 000
Chiffre d'affaire	410 000	330 000	440 000	480 000	300000	665 000	740 000	935 000	860 000	765 000	738 000	560 000	72 230 000
Investissements incorporels	384 000	384 000											384 000
Investissements corporels	308 000	308 000											308 000
Autres Frais immobilisés	0	0											0
Immobilisations	692 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	692 000
Acquisition stocks départ	18 295	18295	118295	18295	18 295	18295	18295	18295	18295	18295	18295	18295	0
Remboursement capital Emport	0	90 300	118 400	129 800	83 00	178 400	198 400	249850	23600	206650	200 280	154 600	219546
Paiements fournisseurs	3817	3817	3817	3817	3817	3817	3817	3817	3817	3817	3817	3817	1840530
Charges externes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45800
Impôts et taxes													0
Salaires employés	100 000	110 000	110 000	120 000	120 000	120000	126000	130 000	130 000	130 000	134 000	134 000	1464000

Annexe

Charges sociales employés	15000	16500	16500	18 000	18 000	180000	18900	19500	195 00	19 500	20100	20100	219 600
Charges sociales dirigeant	0	0	10 000	20 000	30 000	40000	50 000	50 000	50000	55 000	55000	60 000	420 000
	0	0	10 00	2000	3 000	4000	5000		5500	5500	5500		42000
								5000					
Total charges de personnel	115 000	126 500	137 500	160 000	171 000	182 000	199 900	204 500	204 500	210 000	214 600	220 100	2 145 600
Intérêts empunts	8550	8404	8258	8110	7960	7810	7658	7505	7351	7195	7038	6880	92718
Total des décaissements	837 662	247 317	286 270	320 022	284 072	390 572	428 070	483 967	464 563	445 957	444 030	403 692	5 036 194
Total des encaissements	1 646 000	330 000	440 000	480 00	300 000	665 000	740 000	935 000	860 000	765 000	738 000	560 000	8 459 000
Solde précédent		808 338	891 021	1044752		1 220 657	1 495 086	1 807 015	2 258 048	2 653 486	2 972 528	3 266 498	
Solde du mois	0	82 683	153 730	159 978		274 428	311 930	451 033	395 437	319 043	293 970	156 308	
	808 338												
					153 730								
Solde de trésorerie	808 338	891 021	10 44 752	120 4 730	1220 657	1495 86	1 807 015	2 258 048	2 653 486	2 972 528 498	3266 498	3422806	

4. Budget de STURTUP

<u>COMPTE DE RUSLTAT PREVISIONNEL DE STARTUP</u>								
<u>ACTIF</u>								
	REALISATION			PREVISION				
En Milliers DZD	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Vente Et produits annexes	0	0	10000	25000	30000	38000	40000	42000
Variation des stocks produits finis et en cours	0	0	1000	2000	3000	6000	8000	9200
Production immobilisée	0	0	2000	2500	3000	2500	36000	3500
Subvention d'exploitation	0	0	57000	90000	90600	133000	228000	403700
I-production de l'exercice	0	0	22000	28000	45000	65000	80000	90 000
Achats consommés	0	0	2000	3200	4800	6200	7500	8000
Services Extérieurs et autres consommations	0	0	2 000	3500	5 000	6500	8000	9000
Consommation de l'exercice	0	0	500	800	1000	1000	1200	1200
Valeur ajoutée d'exploitation	0	0	-24 000	-4000	4300	6100	8300	13500
Charges de personnel	0	0	0	1000	200	400	300	300
Impôts, taxes et versements assimilés	0	0	-24 000	-3000	4500	5500	8600	13 800
IV-Excédent brut d'exploitation	0	0	0	500	200	100	150	200
Autres produits opérationnels	0	0	4000	8000	3100	7000	44500	5 000
Autres charges opérationnels	0	0	-4000	-7500	-2900	-6900	-4300	-4800
<u>PASSIF</u>								
	REALISATION			PREVISION				
En Milliers DZD	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Capitaux propres								
Capital émis	0	0	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Capital non appelé	0	0	-80 000	-90000	-60000	-20000	20 000	70 000
Ecart de réévaluation	0	0	-6000	-3000	2 000	5500	7000	8 000
Primes et réserves- réserves consolidées	0	0	25000	15000	60 000	115 000	170 000	200 000
Résultat net-résultat net part du groupe								

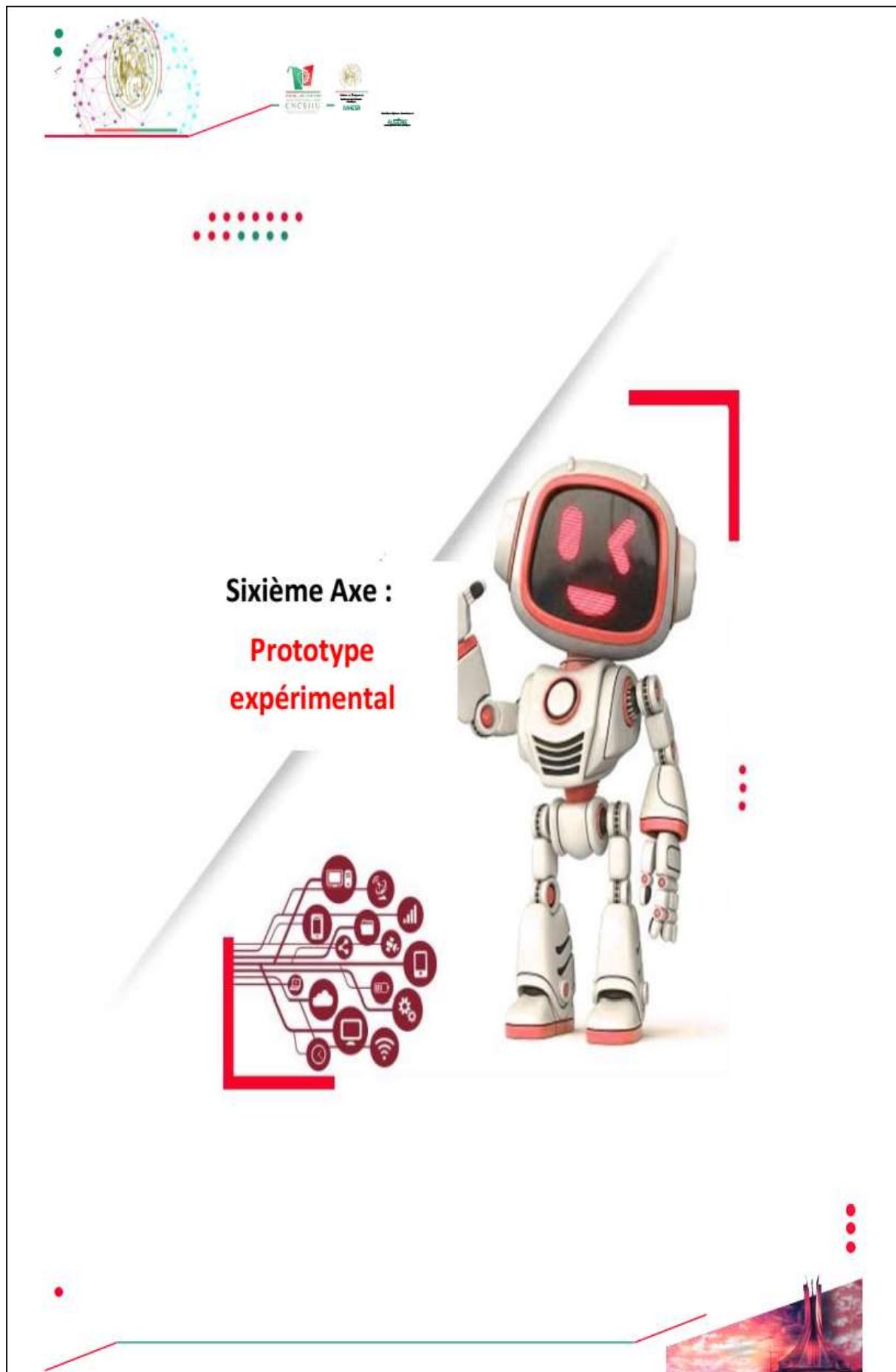
Autres capitaux propres report a nouveau								
Part de la société consolidante (1)	0	0	290 000	290 000	170 000	100 000	90 000	80 000
CAPITAUX PROPRES	0	0	10000	10 000	10 000	10000	10 000	1 0000
PASSIFS NON COURANTS	0	0	3 000 000	3 000 000	2 000 000	160 000	1 200 000	900 000
Emprunts et dettes financières								
Impôts différés								
Autres dettes non courantes	0	0	6 000	7 000	8 000	9 000	9500	10 000
Provision et produits constatés d'avance	0	0	3 000	3500	4 000	4500	5 000	5500
PASSIFS NON-COURANT	0	0	4 000	5 000	6 000	6500	6800	7000
PASSIFS COURANTS	0	0	13 000	15 500	18 000	20 000	21 300	222 500
Fournisseurs et comptes rattachés								
TOTAL PASSIF	0	0	5 004 700	6200000	7700000	80005000	9000000	9900000

5. Business Model Canevas

<i>Business Model Canevas</i>				
Partenaires clés	Activités Clés	Propositions de valeur	Relation Client	Clients
<ul style="list-style-type: none"> • Les établissements de thérapie alternative • Les pharmacies • Les laboratoires de phytothérapie • Les parapharmacies • Les agricultures, • Les pépinières, 	<ul style="list-style-type: none"> • Récolte et tri de la matière première : les plantes médicinales (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>, <i>Juniperus oxycedrus</i>, <i>Rosemarinus officinalis</i>, <i>Tetraclinis articulata</i>) • Les appareils (Hydrodistillation) • Matériels d'emballage (Flacon verre hermétique, Les boites de crème antirides et les boites la crème anti inflammatoire 	<ul style="list-style-type: none"> • Nos produits à base de plantes médicinales, sont adaptés à tous les groupes d'âge et accessibles à toutes les couches de la société en termes de pouvoir d'achat. Offrir des solutions naturelles sans effets secondaires indésirables pour une utilisation en toute sécurité. Assurer une efficacité équivalente voire supérieure à celle des traitements conventionnels pour intégrer des technologies et des méthodes innovantes dans le développement et la production de produits à base de plantes. Promouvoir le bien être en utilisant des 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir des services après-vente • Assistance technique Par téléphone, sites de réseaux sociaux, e-mail) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les patients souffrant les douleurs de musculations et de dos • Chaque individu qui souhaite profiter des avantages des plantes.

Annexe

• Les cosmétiques		ingrédients naturels qui respectent le corps et l'environnement.		
	Ressources clés <ul style="list-style-type: none"> • Fournisseurs des produits chimiques et verreries • Centres de vente de matériel médical • Comptable • Travailleurs spécialisés (laborantins, techniciens, pharmaciens les agriculteurs ;) Sociétés de livraison et centre de distribution. 			Canaux <ul style="list-style-type: none"> • Livraison directe et via des pharmacies ; vendeurs des phytosanitaires par réseaux sociaux • Avec des distributeurs revendeurs locaux pour livrer les produits aux clients
Coûts <ul style="list-style-type: none"> • La mise en place des équipements, le travail des employés et les autres coûts liés à la production du produit. • La fourniture des produits, des équipements et du matériel requis • Des moyens financiers pour la promotion, marketing les services publics, les coûts administratifs et autres dépenses internes. • Evaluations de la qualité de notre produit. 		Revenus <ul style="list-style-type: none"> • Les revenus proviennent de la vente directe de notre produit crème anti rides) crème anti inflammatoire crème anti oxydante Bio insecticide) • Bénéficier des partenariats et des coopérations avec d'autres entreprises dans le domaine de vente des produits naturels 		





Sixième axe

Prototype expérimental



Nom et logo de l'entreprise et du produit : Nous avons choisi le nom santé bille avec le logo suivant : **HBR**



Nous avons accordé une importance particulière à l'emballage, car il constitue un élément essentiel pour la mise en valeur et la conservation des produits. Ainsi, les crèmes anti-rides et la crèmes anti-inflammatoire sont conditionnées dans des boîtes hermétiques de 10 g, assurant à la fois l'hygiène, la praticité et une présentation attractive portant notre logo distinctif. Quant au produit cire à base d'huiles essentielles, il est proposé dans un conditionnement adapté qui garantit la préservation de ses propriétés naturelles. Pour le Bio insecticide, nous avons choisi des flacons en verre marron, au nombre de trois formats différents, afin de protéger les huiles essentielles de la lumière et de maintenir leur efficacité. L'ensemble des emballages reflète une identité visuelle moderne, naturelle et professionnelle, mettant en avant le caractère écologique et la qualité de nos produits.



Annexe



