

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département de Sciences et Technologie



Projet de Fin de Cycle
Pour l'obtention du diplôme de Master en: Chimie
Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Chimie
Spécialité : Chimie Macromoléculaire

Thème

**Etude de l'activité antioxydant de quelques huiles
essentielles de la région de Ain temouchent**

Présenté Par :

Mme FATAH Fatima Zohra

Soutenu le : 23 Jun 2024
Devant le jury

Président	RAMDANI Nassima	MCB	UAT.B.B
Examineur	CHIKHI Ilyes	MCA	UAT.B.B
Examineur	BEGACEM Amel Fatima	MAB	UAT.B.B
Encadrant	MEKHISSI Bekhaled	MCB	UAT.B.B
Co-Encadrant	RAHMANI Khaled	MCB	UAD.B.B

Année Universitaire 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier Allah, Le Tout Puissant et Le Miséricorde dieux, de m'avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme ma formation de Master Chimie Macromoléculaire à l'université Belhadj BOUCHAIB Ain Témouchent.



A mes encadrant

Dr MEKHISSI Bekhaled Et Dr RAHMANI Khaled



Je tiens à remercier,

*les membres de jury **Dr RAMDANI Nassima** et **Dr CHIKHI Ilyes** et **Dr BEGACEM Amel Fatima** professeurs à l'université d'Ain temouchent, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de juger ce travail.*



Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites en participant à la réalisation de mon travail.

Veillez agréer, Cher Professeur, l'expression de ma vive reconnaissance et de ma respectueuse gratitude



A tous mes Amis, particulièrement ceux de ma promotion, avec qui j'ai passé des meilleurs moments bien que mon parcours avec vous ait été court.

A toutes les personnes qui m'ont aimées et respectées tout au long de ma vie d'étudiant.

Merci...



Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous
ceux qui me sont chers*

A ma chère mère

*La lumière de mes jours, flamme de mon cœur, ma
vie et mon bonheur, aucune dédicace ne saurait
exprimer mon respect, mon amour et ma
considération pour les sacrifices que vous avez
consentis pour moi Les mots me manquent pour
exprimer à quel point le temps que nous avons passé
ensemble a été précieux, ton départ laisse un vide, tu
me manque.*

A mon père

*Tu as été le meilleur père que je n'aurais pu espérer.
Tu es parti trop tôt, mais je sais que tu es toujours
avec moi, tu me manque*

A mon cher frère

*A tous les moments d'enfance passés avec toi mon
frère*

A mes chères amies

*Kawter et nadjet ,pour leurs aides et supports
dans les moments difficiles.*

fatima

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة النشاط المضاد للأكسدة للزيوت الأساسية لثلاثة نباتات طبية عطرية: *Satureja calamintha* و *Artemisia absinthium* و *Eucalyptus globilus* حيث تم استخراج الزيوت الأساسية عن طريق التقطير المائي. أظهر النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة DPPH للزيوت المدروسة تأثير مضاد للأكسدة متفاوت (من جيد جدا الى ضعيف جدا) حيث كان نشاط واعد للغاية لزيت *Artemisia absinthium* اذ اننا وجدنا قيمة IC_{50} تساوي 0.46 ملغ / مل و هو ما يعد قريب جدا من حمض الاسكوربيك (مادة مرجعية مضادة للاكسدة) اما فيما يخص زيت *Satureja calamintha* فقد اظهر نشاط مضاد للاكسدة جيد (IC_{50} تساوي 7.8 ملغ / مل) لكن زيت *Eucalyptus globilus* كان له نشاط مضاد للاكسدة ضعيف جدا (IC_{50} تساوي 128.2 ملغ / مل) و هو نشاط بعيد جدا عن مادة BHT و عن حمض الاسكوربيك

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، التقطير المائي، نباتات طبية عطرية ، مضادات الأكسدة.

Résumé

Le travail de ce Master visait l'étude de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de trois plantes médicinales aromatiques : *Satureja calamintha* subsp. *nepeta* (L.) Briq, *Artemisia absinthium* et *Eucalyptus globulus*, l'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation. L'activité antioxydante par les méthodes de DPPH des huiles étudiées a présenté d'effet antioxydant prometteur. L'huile essentielle d'*A. absinthium* a à montrer une excellente activité antioxydant avec une IC_{50} de 0.46 mg/ml, alors que l'HE de *S. calamintha* a montré un pouvoir antioxydant notable avec une IC_{50} de 7.8 mg/ml. L'activité antioxydante la plus faible a été observée pour l'huile essentielle de *E. globulus* avec une IC_{50} de 128.2 mg/ml, qui été largement supérieure à celle du témoin Acide ascorbique ($IC_{50} = 0.12$ mg/ml) et BHT ($IC_{50} = 1.9$ mg/ml).

Mots clés : Huiles essentielles, Plantes médicinales aromatiques, Hydrodistillation, Antioxydante.

Abstract

This work aims to study the antioxidant activities of three medicinal plants: *Satureja calamintha* subsp. *nepeta* (L.) Briq, *Artemisia absinthium*, and *Eucalyptus globulus*. The extraction of essential oils from these plants was done by hydrodistillation and the antioxidant activity was evaluated by the DPPH method. The oils showed a promising antioxidant effect. The essential oil of *A. absinthium* exhibited excellent antioxidant activity with an IC_{50} of 0.46 mg/ml, while it was about 7.8 mg/ml for the essential oil of *S. calamintha*. The lowest antioxidant activity was observed for the essential oil of *E. globulus* with an IC_{50} of 128.2 mg/ml. This value remained still higher than the one of the ascorbic acid ($IC_{50} = 0.12$ mg/ml) and BHT ($IC_{50} = 1.9$ mg/ml).

Keywords: Essential oils, Medicinal plants, Hydrodistillation, Antioxidant.

Liste des abréviations

HE : Huiles essentielles

AFNOR : Association Française de Normalisation : AFNOR, Edition 2000

IC₅₀ : concentration inhibitrice

BHT : l'hydroxytoluène butylé

DPPH : 2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl.

S. *calamintha*: *Satureja calamintha*

A. *absinthium* : *Artemisia absinthium*

E. *globilus* : *Eucalyptus globilus*

nm: nanomètre

°C : Degré Celsius

µg : microgramme

mg/ml : milligramme par millilitre

Liste Des Figures

Figure_01 : Photo de <i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>Nepeta</i>	01
Figure_02 : Carte de répartition géographique de <i>Satureja calamintha</i>	02
Figure_03 : <i>Artemisia absinthium</i>	03
Figure_04 : <i>Eucalyptus globulus</i>	06
Figure_05 : Répartition géographique d' <i>Eucalyptus globulus</i>	07
Figure_06 : Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau	09
Figure_07 : Montage de l'extraction par solvant organique	10
Figure_08 : Hydro distillation assistée par micro-ondes	11
Figure_09 : Schéma de la technique d'extraction par le CO ₂ supercritique	12
Figure_10 : Schéma de la technique d'extraction par hydro distillation	14
Figure_11 : les huiles essentielles	15
Figure_12 : historique et actuelle des huiles essentielles	16
Figure_13 : Teste de qualité des huiles essentielles	18
Figure_14 : Différents composants chimique des huiles essentielles	19
Figure_15 : Activités biologiques des huiles essentielles	20
Figure_16 : Dispositif utilise pour l'extraction des HEs	21
Figure_17 : Séparation des HEs par décantation	22
Figure_18 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH	23
Figure_19 : Coloration des tubes : A) Avant incubation ; B) Après incubation	24
Figure_20 : Résultats d'activité antioxydant par DPPH	25
Figure_21 : Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant par la méthode DPPH d'HE (<i>Satureja calamintha</i>)	26
Figure_22 : Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant par la méthode DPPH d'HE (<i>Artemisia absinthium</i>)	26
Figure_23 : Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant par la méthode DPPH d'HE (<i>Eucalyptus globulus</i>)	27
Figure_24 : Comparaison d'IC ₅₀ d'HE, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode DPPH	28

Liste des Figures

Liste Des Tableaux

Tableau_01 : Classification de <i>Satureja calamintha</i>	01
Tableau_02 : Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Satureja calamintha</i>	03
Tableau_03 : Classification de l'Absinthe	04
Tableau_04 : Composition chimique de l'huile essentielle d' <i>A. absinthium</i>	05
Tableau_05 : Classification botanique de l' <i>Eucalyptus globulus</i>	07
Tableau_06 : Composition chimique de l'huile essentielle d' <i>E. globulus</i>	08
Tableau_07 : Préparation des dilutions (<i>Satureja calamintha</i>)	23
Tableau_08 : Préparation des dilutions (<i>Artemisia absinthium</i>)	24
Tableau_09 : Préparation des dilutions (<i>Eucalyptus globulus</i>)	24
Tableau_10 : Résultat d'extraction	25
Tableau_11 : Résultat d'activité antioxydant par DPPH	27

Table Des Matières

Remerciement	☞
Dédicace	☞
Résumés.....	☞
Liste des abreviations	☞
Liste des tableaux	☞
Liste des figures	☞
Introduction	☞
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique	☞
I. plante 01 : <i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>nepeta</i> (L.) Briq	01
I.1. Description botanique	01
I.2. Noms vernaculaires	01
I.3. Systématique	01
I.4. Habitat et et répartition géographique	02
I.5. Utilisation en médecine traditionnelle	02
I.6. Compositions chimiques (HE)	03
I. plante 02 : <i>Artemisia absinthium</i>	03
I.1. Description botanique	03
I.2. Nomenclature	04
I.3. Systématique	04
I.4. Habitat et et répartition géographique	04
I.5. Utilisation en médecine traditionnelle	05
I.6. Compositions chimiques (HE)	05
I. plante 03 : <i>Eucalyptus globulus</i>	06
I.1. Description botanique	06
I.2. Noms vernaculaires	06
I.3. Systématique	07
I.4. Habitat et et répartition géographique	07
I.5. Utilisation en médecine traditionnelle	08
I.6. Compositions chimiques (HE)	08
Chapitre 02 : Méthodes d'extraction des huiles essentielles	☞
I. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau	09
I.1. Montages	09
I.2. Principe	09
I.3. Avantage et inconvénient	09
2. Extraction par solvant organique	10
2.1. Montages	10
2.2. Principe	10
2.3. Avantage et inconvénient	11




3. Extraction assistée par micro-ondes	11
3.1. Montages	11
3.2. Principe	12
3.3. Avantage et inconvénient	12
4. Extraction par fluide à l'état supercritique	12
4.1. Montages	13
4.2. Principe	13
4.3. Avantage et inconvénient	13
5. Extraction par hydro distillation	14
5.1. Montages	14
5.2. Principe	14
5.3. Avantage et inconvénients	14

Chapitre 03 : Les huiles essentielles 11

1. Généralité sur les huiles essentielles	15
2. Définition	15
3. Utilisation historique et actuelle des huiles essentielles	16
4. Propriétés organoleptiques	17
4.1. La couleur	17
4.2. L'odeur	17
4.3. La saveur	17
5. Propriétés physiques	17
6. Propriétés reconnues des huiles essentielles	18
7. Critères de qualité des huiles essentielles	18
8. Composition chimique	19
9. Activités biologiques	20

Chapitre 04 : Matériel et Méthodes 21

Matériel et méthodes	21
1. Matériel végétal	21
2. Extraction d'huile essentielle (HE)	21
2.1. Principe	21
2.2. Mode opératoire	21
3. Activité antioxydant de l'huile essentielle	22
3.1. Méthode de réduction du radical libre DPPH.....	22
3.2. Mode opératoire	23
3.2.1. Préparation d'une solution de DPPH	23
3.2.2. Préparation d'une solution mère d'HE de concentration 10mg/ml	23
3.2.3. Préparation des dilutions	23
3.2.4. Lecture des résultats d'activité antioxydant	24

Chapitre 05 : Résultats et discussions	
I. Résultats	25
I.1. Résultat d'extraction d'huile essentielle (HE)	25
I.2. Résultats d'activité antioxydant par DPPH	26
2. Discussions	29
Conclusion	
Références bibliographiques	

Introduction générale

I*ntroduction Générale*

Introduction générale

Introduction Générale

Introduction

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Introduction

Les plantes médicinales aromatiques sont utilisées depuis l'antiquité comme conservateurs, colorants, exhausteurs de goût et aromatisants. De plus, ces plantes qui constituent depuis longtemps la base de la médecine traditionnelle dans le monde entier à diverses fins, notamment pour le traitement des maladies infectieuses, ont également fait l'objet d'études, en particulier dans les industries chimique, pharmaceutique et alimentaire, en raison de leur utilisation potentielle pour améliorer la santé. Elles sont devenues « produits industriels » avec de nouveaux concepts comme la phytothérapie, l'aromathérapie, les nutraceutiques, les cosméceutiques élargissant ainsi le champ de leur utilisation. Les nouvelles applications innovantes à valeur ajoutée incluent leur utilisation dans les aliments fonctionnels, l'élevage et la protection des plantes en agriculture (**BENDJABEUR, 2019**).

La plupart de ces plantes sont bien connues et traditionnellement utilisées dans le monde entier. En effet, les huiles essentielles, principes actifs issus du métabolisme secondaire des plantes médicinales, ont été utilisées depuis l'antiquité et sont largement employées de nos jours, pour leurs propriétés biologiques (antimicrobienne, antioxydant, analgésique, anti-inflammatoire, anti-cancérigène, antiparasitaire, anti-insecticide), et leurs applications dans de multiples et diverses industries : alimentation, cosmétique, parfumerie et pharmacie (**Djendli et Bouali, 2022**).

L'attraction des plantes médicinales et aromatiques ne cesse de croître en raison de la demande croissante des consommateurs et de leur intérêt pour ces plantes pour des applications culinaires, médicinales et anthropiques. À mesure que les consommateurs sont de plus en plus informés sur les questions relatives aux aliments, à la santé et à la nutrition, ils prennent également conscience des dangers liés aux conservateurs chimiques utilisés par les industriels alimentaires (**Williams et al., 1999**). En effet, des rapports récents ont révélé que les antioxydants synthétiques tels que le butyl-hydroxy-anisole (BHA), butyl-hydroxy-toluène (BHT) et la tertiary-butyl-hydro-quinone (TBHQ) largement utilisés dans l'industrie alimentaire comme inhibiteurs potentiels de l'oxydation des lipides (**Chen et al., 1992**), peuvent être impliqués dans beaucoup de risques de santé, y compris les lésions du foie, le cancer et la carcinogénèse (**Ito et Hirose, 1987**).

La recherche de substances biologiquement actives a notamment encouragé l'utilisation d'huiles essentielles et de substances volatiles comme antimicrobiens et antioxydants dans les aliments et produits alimentaires. Le fait que les huiles essentielles et les substances volatiles allient leur capacité aromatisante à : être naturelles et biodégradables ; ayant généralement une faible toxicité pour les mammifères ; et être capable de remplir simultanément la fonction de plus d'un de leurs équivalents synthétiques, y ont tous contribué. En outre, les huiles essentielles peuvent être utilisées pour la protection des cultures et contre les insectes nuisibles et les invasions, avec l'avantage de ne pas s'accumuler dans l'environnement et d'exercer une vaste gamme d'activités, ce qui réduit le risque de développement de souches pathogènes résistantes **(BENDJABEUR, 2019)**.

GENERALITES
sur les plantes médicinales



I. plante 01 : *Satureja calamintha* subsp. *nepeta* (L.) Briq

I.1. Description botanique

C'est une petite plante vivace qui ne dépasse pas 40 cm de haut au parfum mentholé. Les tiges sont molles et velues, elles portent des feuilles opposées à pétiole moyen légèrement dentées. Les fleurs, visibles de juillet à octobre, d'un joli rose ou pourpres. Elles sont groupées sur un pédoncule commun par deux ou trois (**Fig.1**). Le fruit est formé de quatre akènes ovales et lisses (**Baba Aissa, 2000**).



Figure_01 : Photo de *Satureja calamintha* subsp. *Nepeta* (site web 01)

I.2. Noms vernaculaires

Nom commun : Sarriette, baume sauvage, pouliot de montagne.

Nom botanique : *Satureja calamintha* subsp. *nepeta* (L.) Briq. Synonyme : *Calamintha nepeta*

Nom vernaculaire : Nabta, ketéya, menta, tourete.

I.3. Systématique

Tableau_01 : Classification de *Satureja calamintha*

Règne	Plantae	Selon Benkhedimallah et Kismoun 2014
Sous règne	Plantes vasculaires	
Embranchement	Magnoliophyta	
Sous Embranchement	Angiospermes	
Classe	Magnoliopsida	
Sous Classe	Gamopétales	
Ordre	Lamiales	
Famille	Lamiaceae	
Genre	<i>Satureja</i>	
Espèce	<i>Satureja calamintha</i> Sub .sp nepeta	

I.4. Habitat et et répartition géographique

Le pouliot de montagne pousse à l'état sauvage en Asie, en Europe, et notamment dans le bassin méditerranéen (**Gruhalbo et al., 1993**).

Satureja calamintha est une espèce de plantes vivaces à fleurs. Originaires d'Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie), Asie tempérée : Ouest asiatique (Turquie), du Caucase (Arménie, Azerbaïdjan, Géorgie, Russie, Cis Caucase, Daghestan) (**Fig.02**). En Europe on la retrouve au Royaume-Uni, en Angleterre, à l'Autriche, la Hongrie, la Suisse, la Moldavie, l'Ukraine, l'Albanie, la Bulgarie, en Grèce, Italie. En Yougoslavie, France, et en Espagne. (**Quezel et Santa, 1963**).



Figure_02 : Carte de répartition géographique de *Satureja calamintha*

On rencontre le genre *Satureja* dans les sous-bois mais aussi sur les terrains incultes, le bord des routes et dans le tell, surtout en montagne, jusqu'à 1500 mètres d'altitude (**Quezel et Santa, 1963**).

I.5. Utilisation en médecine traditionnelle

Satureja calamintha est une excellente plante médicinale utilisée par la population locale sous forme de décoction pour traiter la flatulence, l'indigestion et les infections respiratoires bénignes. Cette espèce constitue un bon remède contre la toux et le rhume, souvent mélangée à d'autres plantes, comme le thym (*Thymus vulgaris*), elle favorise la sudation et fait baisser la fièvre.

Satureja calamintha est une espèce végétale connue par ses propriétés carminatives, toniques, antispasmodiques, sudorifiques et stomachiques (**Lamendin, 2007**).

I.6. Compositions chimiques (HE)

Tableau_02 : Composition chimique de l'huile essentielle de *Satureja calamintha* (d'après Benkhedimallah et Kismoun, 2014)

N° composants	pourcentage (%)	type de composant
03 β -Pinène	3,18	Monoterpène
07 D-limonene	11,01	Terpène
08 trans- β -Ocimene	3,77	Monoterpène
15 D-Menthone	22,09	Monoterpène
16 trans-Menthone	5,05	Monoterpène
19 Pulégone	13,27	Monoterpène
20 Acide chrysanthemique	20,24	Pyréthrine
24 Isophorone	5,12	Phénol
/ Composés minoritaires	16,27	-----
/ Composés identifiés	98,62	-----

2. plante 02 : *Artemisia absinthium*

I.1. Description botanique

A. absinthium (absinthe) est un sous-arbrisseau vivace pouvant atteindre 1 m de haut. La tige, souterraine, est ligneuse, dressée et rameuse dont les feuilles alternes, aromatiques, sont bi- ou tripenniséquées et portent une pubescence dense et soyeuse sur les deux faces. Les feuilles inférieures ont des lobes lancéolés obtus. Les supérieures peuvent devenir entières et linéaires. Les inflorescences sont de petits capitules floraux jaunes, globuleux, disposés en grappes composées, ramifiées. Le fruit est un akène de petite taille, lisse et sans aigrette (**K. Ghédira et Goetz, 2016**).



Figure_03 : *Artemisia absinthium*

Racine : La plante a un rhizome dur. (Labri, 2016).

Tige : les tiges sont ligneuses ; ériger Tige : solide, gris argenté (Labri, 2016).

Feuilles : L'*absinthe* a des feuilles alternes, gris-vert dessus, presque blanches et lisses dessous, d'une longueur totale de 25 cm (Meredfi et Slamani, 2019).

I.2. Nomenclature

Le nom "Artemisia" est dérivé de la déesse Artémis qui avait découvert les effets de la plante, alors que le mot "absinthe" signifie imbuvable à cause du goût très amer de la centrale (Yildiz et al., 2011)

- ✓ **Noms communs** : Elle est connue sous le nom absinthe, grande absinthe, herbe sainte, absinthe suisse, alvine, armoise amère (Ghédira et Goetz, 2016).
- ✓ **Noms vernaculaires** : Chedjret Meriem, chaibet el adjouz, chih quoraçani, degnatech cheik, siba, chiba (LUCIENNE, 2010).

I.3. Systématique

Tableau_03 : Classification de l'Absinthe (Ozenda, 1983)

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Aseridae</i>
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Asteraceae</i>
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia absinthium</i>

I.4. Habitat et répartition géographique

L'absinthe est originaire des régions continentales à climat tempéré d'Europe, d'Asie et d'Afrique du Nord. Naturalisée d'autre part. Elle y pousse sur les terrains incultes et arides, sur les pentes rocheuses, au bord des chemins et des champs (BELAIDI et BOUBENDIRA, 2018).

I.5. Utilisation en médecine traditionnelle

L'absinthe est utilisée depuis l'antiquité pour le traitement des troubles digestifs. Les parties actives de la plante sont toutes très amères. On les emploie en traitement interne soit pures, soit en mélanges, pour stimuler l'appétit, la sécrétion du suc digestif et de la bile, contre les coliques intestinales ainsi que contre les parasites intestinaux (**Iserin, 2001**).

Dans la médecine traditionnelle turque, *Artemisia absinthium* a été utilisée comme antipyrétique, antiseptique, anthelminthique, tonique, diurétique, et pour le traitement des maux de ventre (**Baytop, 1984**).

Au Maroc, les feuilles écrasées et mélangées avec l'huile d'olive chaude sont utilisées en goutte à l'intérieure de l'oreille contre l'otite (**Sijelmassi, 1993**).

En Algérie, elle est employée en usage interne comme remède digestif (**Khebri, 2011**), la macération à froid avec le lait caillé souvent utilisé pour diminuer le taux de glycémie (antidiabétique) (**Belaidi et Boubendira, 2018**).

I.6. Compositions chimiques (HE)

Les principaux constituants chimiques d'HE d'*Artemisia absinthium* sont consignés dans le tableau suivant (**Ghédira et Goetz, 2016**).

Tableau_04: Composition chimique de l'huile essentielle d'*A. absinthium* (Torres et al, 2019)

Classes chimiques	Composée	TR	%
Monoterpène Oxygéné	1,8-cineole	11,625	5,47
	Beta-thujone Camphor	14,006	22,72
	Pinocarvone	15,19	16,71
	Borneol	15,614	0,94
	Terpinene-4-ol Myrtenal	15,814	1,77
	Myrtenol	16,111	0,35
	Piperitone	16,569	0,14
			16,672
Monoterpène esters	Chrysanthenylacetate	18,389	0,69
	1-bornylacetate/L	19,058	0,25
	Bornylacetate		
	Sabinylnacetate	19,264	0,43
	Benzyl bromoacetate	20,065	0,71
Sesquiterpènes	Germacrene-D	24,214	0,27
	Bicyclogermacrene	24,586	0,15
Sesquiterpènes oxygénés	Spathulenol	26,628	0,09

La plante fraîche contient de 0.2 à 0.6 % d'HE. La teneur et la composition chimique de cette huile comme pour toutes les plantes aromatiques, diffèrent selon l'origine de la plante et la saison de récolte et selon le mode d'obtention (**Ait Youssef, 2006**).

3. plante 03 : *Eucalyptus globulus*

1.1. Description botanique

Eucalyptus globulus est un arbre aromatique de 30 à 100m de haut et plus de 1.5m de diamètre, les feuilles jeunes sont opposées, ovales, luisantes et pendantes sur les jeunes rameaux. Les feuilles adultes sont alternes, falciformes, épaisses et coriaces, lancéolées et aiguës, de couleur vert foncé [64]. Les boutons floraux sont blancs. Les fleurs sont blanches solitaires ou groupées par 2 ou 3. Elles possèdent 4 sépales rugueux et cireux, soudés en urne. Les fleurs sont bisexuées et régulières. Le fruit est une capsule loculicide et anguleuse renfermant plusieurs graines. Les graines sont exalbuminées à ovules anatropes Figure_04 (**Chibah et Djouaher, 2018**).



Figure_04 : *Eucalyptus globulus*

1.2. Noms vernaculaires

Eucalyptus globuleux, gommier bleu, eucalyptus bleu, arbre à fièvre, eucalyptus commun, eucalyptus officinal. (**Si Amer et Bendahman, 2021**)

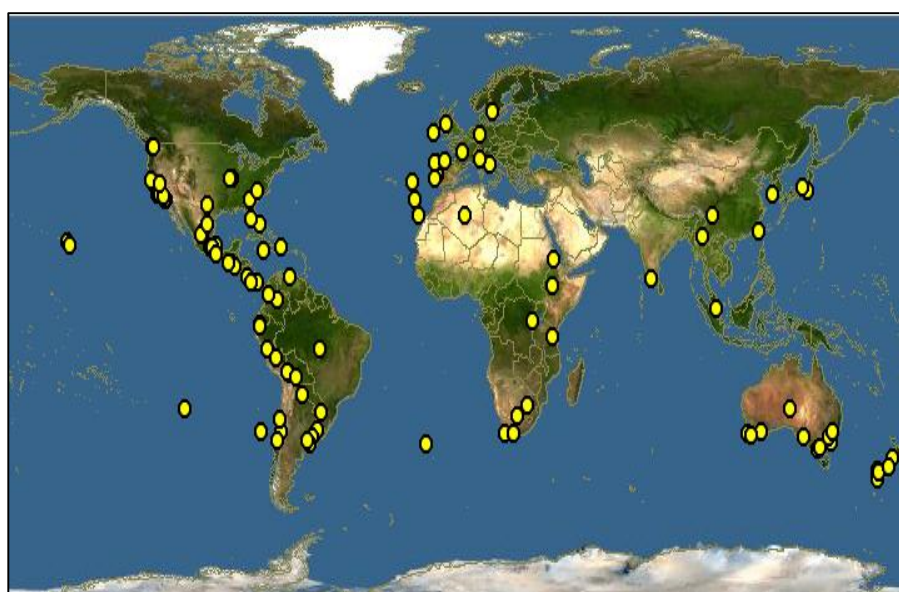
I.3. Systématique

Tableau_05: Classification botanique de l' *Eucalyptus globulus* (Cronquist, 1981).

Règne	Plant
Sous Règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous -Classe	Rosidae
Ordre	Mytales
Familles	Mytacées
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèces	<i>Eucalyptus Globulus.</i>

I.4. Habitat et répartition géographique

Les *Eucalyptus* sont de grands arbres dont certaines espèces peuvent atteindre 100 mètres de hauteur, poussant principalement, en Australie, en Amérique tropicale, région méditerranéenne, l'Afrique subsaharienne, Madagascar, tropicales et tempérées d'Asie, et les îles du Pacifique, notamment de la province de Tasmanie ; l'*Eucalyptus* fut rapidement planté dans les régions subtropicales de l'Asie et du bassin méditerranéen. Possédant une exceptionnelle capacité d'absorber l'eau du sol sur lequel il croît, l'*Eucalyptus* assèche rapidement les marais qu'il colonise. Il élimine ainsi les milieux de reproduction des insectes qui transmettent la malaria, d'où le nom d'« arbre à la fièvre » ou Australien fevertree (Gao et al., 1999).



Figure_05 : Répartition géographique d'*Eucalyptus globulus* (Site web 02)

I.5. Utilisation en médecine traditionnelle

L'organisation mondiale de la santé (OMS) reconnaît l'usage traditionnel des feuilles d'*Eucalyptus*, pour soulager la fièvre et les symptômes de l'asthme.

Pour traiter l'inflammation des voies respiratoires, de la gorge ou des muqueuses de la bouche (voie interne) ainsi que pour soulager les douleurs rhumatismales (voie externe) (**Durvelle, 1893**).

Des essais sur des souris ont cependant permis d'observer que l'*Eucalyptus* exerce une activité antidouleur. On pense généralement que cette activité serait attribuable aux propriétés antioxydants de la plante (**Chibah et Djouaher, 2018**).

I.6. Compositions chimiques (HE)

Selon (**Carnesecchi et al., 2001**), les Principaux composants chimiques d' Huile essentielle d'*Eucalyptus* c'est: Oxydes terpéniques : 1,8-cinéole; monoterpènes : alpha-pinène, limonène, gamma-terpinène, paracymène ; Sesquiterpènes : aromadendrene ; Sesquiterpénols: globulol, lédol.

Tableau_06: Composition chimique de l'huile essentielle d'*E. globulus* (**Harkat-Madouri et al, 2015**)

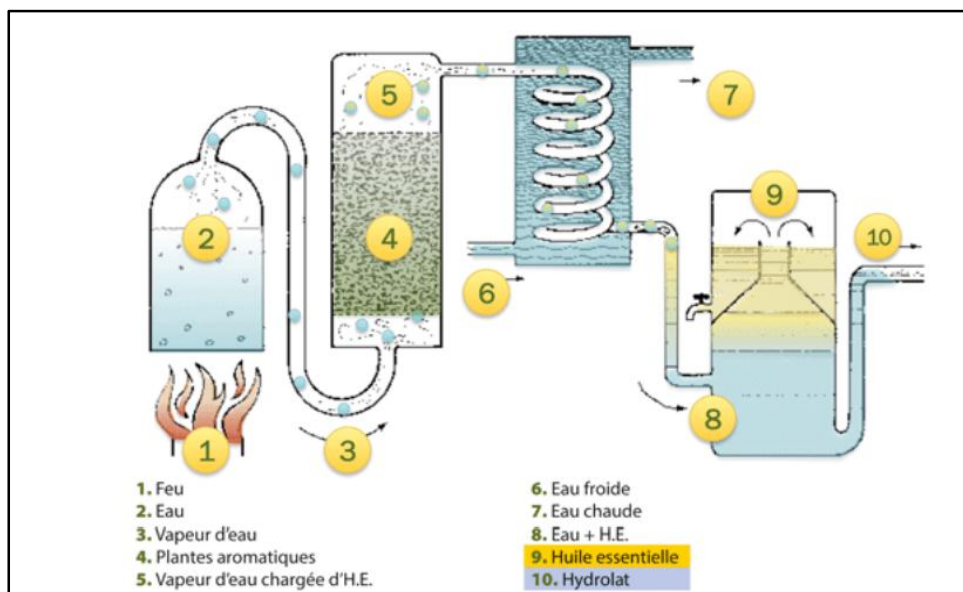
Compounds	Type	KI	Composition (%)		
			HD	HD ^a	SFE ^b
α -pinene	M	920	4.61	-	-
β -pinene	M	1122	0.07	9.25	3.50
<i>o</i> -Ocymene	M	1026	1.83	-	-
Total M	M		6.51	-	-
Isovaleraldehyde	OM	660	10.04	-	-
2-pentanone-4-hydroxy-4- methyl	OM	837	1.69	-	-
1,8-Cineole	OM	1033	55.29	36.68	21.01
Linalool	OM	1096	0.10	-	-
2-pinen-4-ol	OM	1145	0.07	-	-
4-Terpineol	OM	1181	0.70	-	-
L-Pinocarvone	OM	1162	0.10	-	-
α -Terpineol	OM	1196	5.46	-	-
Crypton	OM	1189	3.10	-	-
Cuminal	OM	1243	0.42	-	-
E-Neral	OM	1268	0.63	-	-
Phelandral	OM	1279	0.10	-	-
Piperitone	OM	1255	0.25	-	-
<i>p</i> -cymenol	OM	1297	0.45	-	-
Total OM			78.58	-	-
TOTAL (M+OM)			85.09	-	-
Aromadendrene	S	1462	0.02	6.33	5.30
Allo-Aromadendrene	S	1440	0.04	1.45	1.06
Ledene	S	1490	0.28	-	-
Total S			0.34	-	-
β Caryophyllene-oxide	OS	1551	0.14	-	-
Epiglobulol	OS	1563	0.21	1.00	0.32
Spathulenol	OS	1577	7.44	-	-
Caryophyllene-oxide	OS	1586	1.66	-	-
Globulol	OS	1589	2.96	5.11	1.23
Eudesmol	OS	1626	0.98	0.92	0.47
Total OS			13.39	8.77	2.75
TOTAL (S+OS)			98.82	-	-

**Methodes d'extraction
des huiles essentielles**



I. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

I.1. Montages



Figure_06 : Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau (**Aromathérapie, 2017**)

I.2. Principe

Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse (HA) et une phase organique (HE).

I.3. Avantage et inconvénient

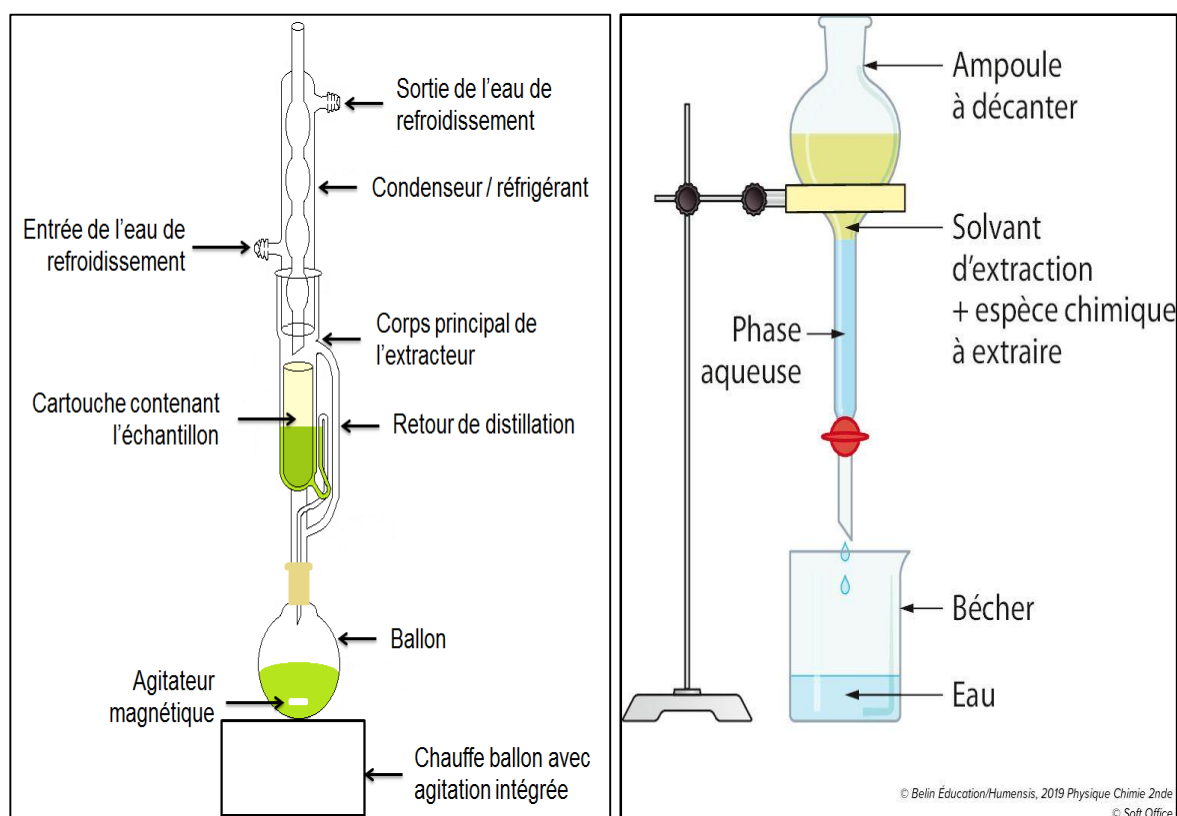
- Le processus de distillation est plus rapide.
- Le parfum de l'HE obtenue est plus délicat
- L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile.
- Il se fait que les notes de tête sont riches en esters Les fractions dites « de tête », fragrances très volatiles dues à des molécules légères, apparaissent en premier. Le plus souvent, une demi-heure permet de recueillir 95 % des molécules volatiles, ce qui suffit aux besoins de l'industrie et de la parfumerie, comme pour le cas de la "lavande".
- L'emploi en aromathérapie impose de prolonger l'opération aussi longtemps qu'il est nécessaire afin de récupérer la totalité des composants aromatiques volatils.

2. Extraction par solvant organique

2.1. Montages

Selon la technique et le solvant utilisés, on peut obtenir :

- Des hydrolysats : extraits par solvant en présence d'eau.
- Des alcoolats : extraits avec de l'éthanol dilué.
- Des teintures ou solutions peu concentrées obtenues à partir de matières premières, traitées avec de l'éthanol ou des mélanges éthanol/eau.
- Des résinoïdes ou extraits éthanoliques concentrés.
- Des oléorésines et des concrètes, qui sont respectivement des extraits à froid et à chaud réalisés à l'aide de divers solvants **(AFNOR, 1992)**.



Figure_07: Montage de l'extraction par solvant organique

2.2. Principe

L'extraction à l'aide de solvants organiques volatils demeure la méthode la plus couramment employée. Actuellement, les solvants les plus utilisés sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. **(TOUATI, 2020)**.

2.3. Avantage et inconvénient

- les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation et cette technique évite l'action hydrolysante de la vapeur d'eau.

- Cette méthode est beaucoup plus utilisée pour les plantes dont les substances aromatiques risqueraient d'être dégradés par la distillation et lorsque le matériel végétal :

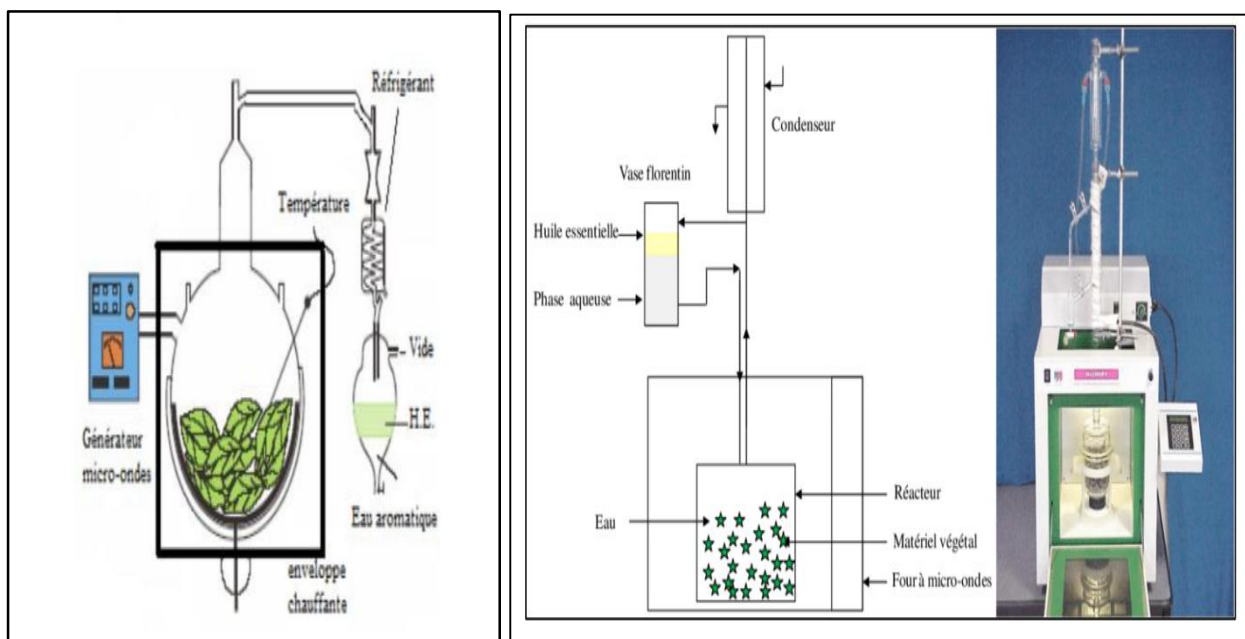
- ne peut être chauffé, par exemple le jasmin (*Jasminum officinale*)
- contient une faible concentration de substances aromatiques comme la rose (*Rosa centifolia*)
- contient une substance résineuse, comme le benjoin (*Styrax benzoin*)

- L'emploi restrictif de l'extraction par solvants organiques volatils se justifie par son coût, les problèmes de sécurité et de toxicité, ainsi que la réglementation liée à la protection de l'environnement.

Face à cette situation, deux nouvelles techniques ont été mises au point, ces dernières années, pour la distillation des substances d'arômes à partir des plantes : l'extraction assistée par micro-ondes et l'extraction par le CO₂ supercritique (**Boukhatem et al., 2017**)

3. Extraction assistée par micro-ondes

3.1. Montages



Figure_08: Hydro distillation assistée par micro-ondes (**Farhat, 2010**)

3.2. Principe

Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation (**Zenasni, 2014**).

Cette technique implique le chauffage de la plante par micro-ondes à l'intérieur d'une enceinte où la pression est progressivement réduite : les molécules volatiles sont entraînées dans un mélange azéotrope formé avec la vapeur d'eau propre à la plante traitée. Ce processus de chauffage, en vaporisant l'eau présente dans les glandes oléifères, engendre une pression à l'intérieur de ces dernières, ce qui entraîne la rupture des parois végétales et libère ainsi le contenu en huile. (**KADA MOSTEFA, 2023**)

3.3. Avantage et inconvénient

Les concepteurs de cette méthode lui accordent certains bénéfices, comme une vitesse d'extraction (de dix à trente fois plus rapide), des économies d'énergie, et une moindre dégradation thermique.

4. Extraction par fluide à l'état supercritique

4.1. Montages

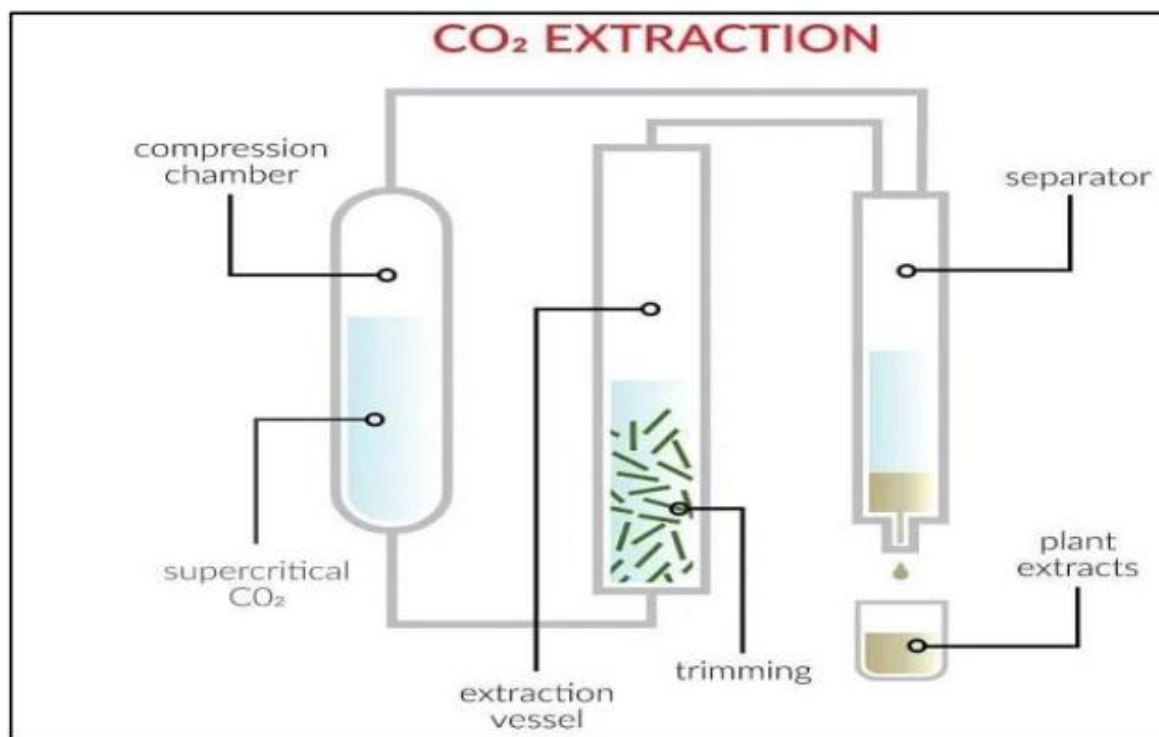


Figure _09: Schéma de la technique d'extraction par le CO₂ supercritique (**Site web 03**)

4.2. Principe

C'est une des méthodes les plus récentes. L'extraction consiste à envoyer dans une enceinte fermée contenant la plante, un courant de CO₂, qui, par augmentation de pression, fait éclater les « poches à essence » et entraîne les substances aromatiques, qui sont ensuite recueillies puis séparées par les procédés classiques de séparation.

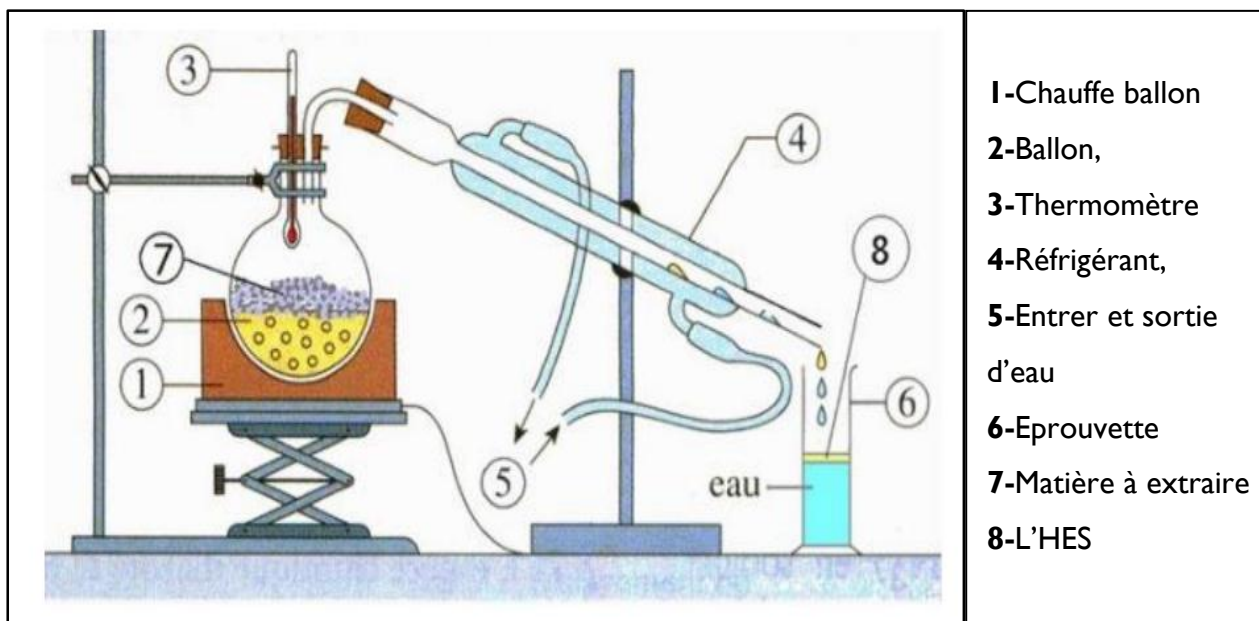
L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé : il s'agit du CO₂ en phase supercritique. L'extraction consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au-delà de son point critique (P=72.8 bars et T= 31.1°C). A l'état supercritique, le CO₂ n'est ni liquide, ni gazeux, et cela lui confère un excellent pouvoir d'extraction, modulable à volonté tout en jouant sur la température de mise en œuvre. Les fluides supercritiques tels que le CO₂ sont de bons solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état gazeux (**Bouras, 2018**).

4.3. Avantage et inconvénient

- Le CO₂ est totalement inerte chimiquement, il est naturel et non toxique.
- En fin de cycle, la séparation entre le solvant d'extraction et le soluté pour obtenir l'extrait est facile (une simple détente peut ramener le CO₂ à l'état gazeux), avec une récupération quasi totale et peu coûteuse
- L'extraction des huiles essentielles par le CO₂ supercritique fournit des huiles de très bonne qualité et en temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes classiques.
- La technique repose sur la solubilité des composants dans les fluides à l'état supercritique. Ses avantages par rapport aux méthodes conventionnelles incluent une durée d'extraction plus courte, une sélectivité élevée et la facilité de récupération et de recyclage du solvant par simple décompression (**KADA MOSTEFA, 2023**).
- De plus, les températures d'extraction sont basses dans le cas du dioxyde de carbone et n'agressent pas les composants les plus fragiles. Cette méthode est applicable aux substances difficiles à distiller.
- L'installation industrielle de ce procédé reste onéreuse, et l'appareillage est encore envahissant.

5. Extraction par hydro distillation

5.1. Montages



Figure_10 : Schéma de la technique d'extraction par hydro distillation

5.2. Principe

Il s'agit là de la méthode la plus simple et donc la plus traditionnellement utilisée. Le principe de l'hydrodistillation (H.D) repose sur une distillation hétérogène qui implique l'application de deux lois physiques (la loi de Dalton et la loi de Raoult). Le processus consiste à immerger la matière végétale dans un ballon lors d'une extraction en laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau, placé sur une source de chaleur. Ensuite, le tout est porté à ébullition. La chaleur provoque la rupture des cellules végétales et libère les molécules odorantes qu'elles contiennent. Ces molécules aromatiques forment un mélange azéotropique avec la vapeur d'eau. Les vapeurs sont ensuite condensées dans un réfrigérant, et les huiles essentielles se séparent de l'eau en raison de leur différence de densité. En laboratoire, le système le plus couramment utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger, équipé d'un coélostas. **(KADA MOSTEFA, 2023).**

5.3. Avantage et inconvénients

La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures en fonction du matériel utilisé et du type de matière végétale traitée. Cette durée de distillation influence non seulement le rendement, mais également la composition de l'extrait.

Les huiles essentielles



I. Généralité sur les huiles essentielles



Figure_11 : les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composés généralement complexes qui renferment les éléments volatils des plantes, selon la définition de la Pharmacopée. Elles se trouvent en abondance dans le règne végétal, présentes dans divers organes des plantes tels que les fleurs, les feuilles, les rhizomes, les fruits, l'écorce et les résines (**Beniston, 1987**). Leur extraction se fait principalement par distillation à la vapeur d'eau des végétaux ou par expression de péricarpe frais (**TOUATI, 2020**). **L'AFNOR 2000** a défini les huiles essentielles comme des produits obtenus soit par distillation à la vapeur d'eau de matières premières naturelles, soit par des procédés mécaniques à partir des fruits des agrumes, et séparés de la phase aqueuse par des méthodes physiques.

2. Définition

Les huiles essentielles, également appelées essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes. Elles se trouvent sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches et le bois. Comparativement à la masse totale de la plante, elles sont présentes en quantités minimes. Ces substances sont odorantes et très volatiles, s'évaporant rapidement dans l'air (**KADA MOSTEFA, 2023**). Elles sont obtenues des végétaux par distillation à la vapeur d'eau, constituant ainsi des produits du métabolisme secondaire dans un grand nombre de plantes. Les huiles essentielles sont des mélanges liquides extrêmement complexes, possédant des propriétés

et des modes d'utilisation spécifiques qui ont donné naissance à une nouvelle branche de la phytothérapie et de l'aromathérapie.

À toutes les époques, les huiles essentielles ont occupé une place importante dans la vie quotidienne de l'homme, étant utilisées pour se parfumer, aromatiser les aliments, voire même pour des soins thérapeutiques. **(AFNOR, 1987)**

3. Utilisation historique et actuelle des huiles essentielles

Depuis l'Antiquité, les herbes et les épices sont connues pour leurs propriétés de conservation, d'arôme et de saveur. Cependant, c'est grâce aux historiens grecs et romains que l'utilisation des huiles essentielles à des fins médicales et en aromathérapie a été documentée pour la première fois. Au XIII^e siècle, les effets pharmacologiques des huiles essentielles ont été décrits dans de nombreuses pharmacopées de l'époque, mais leur utilisation s'est largement répandue seulement au XVI^e siècle **(BURT, 2004)**. On attribue à De La Croix, en 1881, la première analyse antimicrobienne des vapeurs d'huiles essentielles.



Figure_12 : historique et actuelle des huiles essentielles

Aujourd'hui, les utilisations les plus courantes des huiles essentielles comprennent leur utilisation comme aromatisants dans les aliments, comme essences dans les parfums et les produits pharmaceutiques, en raison de leurs propriétés fonctionnelles. De nombreux produits disponibles dans le commerce exploitent également les propriétés antibactériennes des huiles essentielles, notamment comme antiseptiques et suppléments alimentaires pour animaux. **(KADA MOSTEFA, 2023)**

3. Propriétés organoleptiques

Ces fragrances, à durée de vie limitée, sont hautement susceptibles de se détériorer et sont sensibles à l'oxydation. Elles se présentent sous forme de substances visqueuses, parfois plus ou moins fluides, voire résineuses, dégageant des odeurs fortes et volatiles. Ces produits stimulants sont utilisés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du corps, parfois purs, le plus souvent dilués dans de l'alcool ou un solvant approprié **(BARDEAU, 1976)**. Trois aspects peuvent être régulés :

4.1. La couleur : Chaque huile essentielle (HE) possède une teinte qui lui est propre, servant à confirmer son identification ou sa qualité. Cette couleur peut varier avec le temps et l'oxydation, tendant souvent vers un brunissement.

4.2. L'odeur : Chaque HE a une odeur caractéristique, mais son identification nécessite une bonne sensibilité olfactive.

4.3. La saveur : Généralement, les HE de qualité inférieure ou falsifiées ont un goût désagréable qui s'intensifie avec le vieillissement **(BAUDOUX, 2001)**.

3. Propriétés physiques

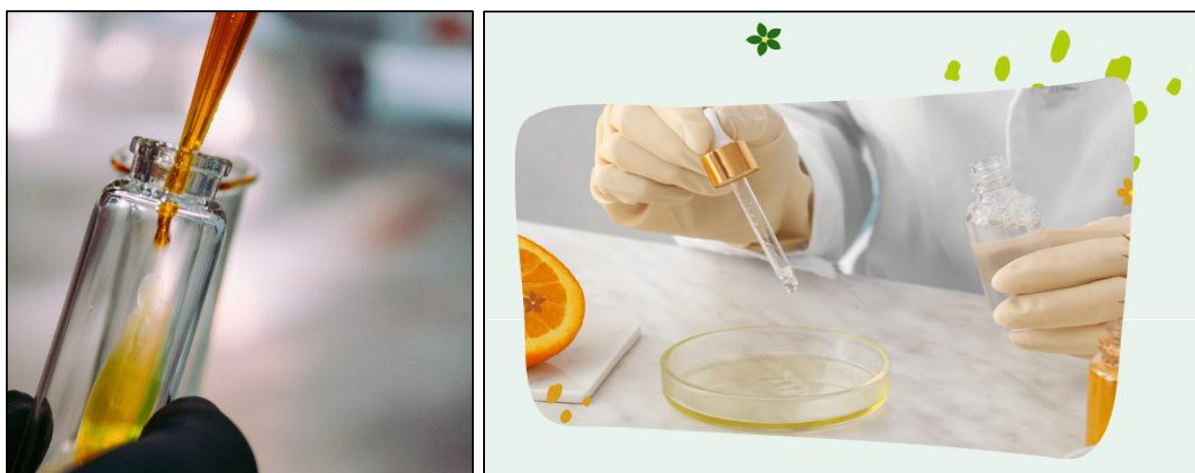
Les huiles essentielles partagent plusieurs propriétés physiques : Elles sont généralement liquides à température ambiante et volatiles, les distinguant des huiles dites fixes. Leur couleur peut varier et leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart polarisent la lumière. **(BARDEAU, 1976)** Elles sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et la plupart des solvants organiques, mais peu solubles dans l'eau. Leur point d'ébullition varie de 160°C à 240°C. Leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau, variant de 0,75 à 0,99. Elles peuvent être lévogyres ou dextrogyres, mais n'affectent pas la lumière polarisée. Elles ont la capacité de dissoudre les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et de réduire certains sels. Ce sont des parfums, mais leur durée de conservation est limitée. Elles sont très sensibles à l'altération et à l'oxydation. Ce sont des substances avec une texture huileuse, parfois plus ou moins fluides, voire résineuses, dégageant des odeurs fortes et volatiles. Ce sont des produits stimulants,

utilisés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du corps, parfois purs, généralement dilués dans de l'alcool ou un solvant approprié **(Deschepper, 2017)**

6. Propriétés reconnues des huiles essentielles

Les essences sont exploitées pour leurs multiples vertus, notamment leurs propriétés antioxydantes, antiseptiques, cicatrisantes, antiparasitaires, antirhumatismales, antinévralgiques, tonifiantes, antispasmodiques et hormonales. Elles s'opposent au développement des germes, y compris les bactéries pathogènes, même celles résistantes aux antibiotiques, ainsi que les champignons responsables des mycoses et des levures. Leurs doses actives sont généralement faibles, mais elles peuvent inhiber la croissance des micro-organismes ou avoir un effet létal **(Djendli et Bouali 2022)**. De plus, des recherches récentes ont révélé que certaines huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales et antiparasitaires. En phytothérapie et en aromathérapie, les huiles essentielles sont largement utilisées dans le traitement de nombreuses maladies infectieuses et sont également intégrées dans les préparations pharmaceutiques **(BAMMI ET AL., 1997)**.

6. Critères de qualité des huiles essentielles



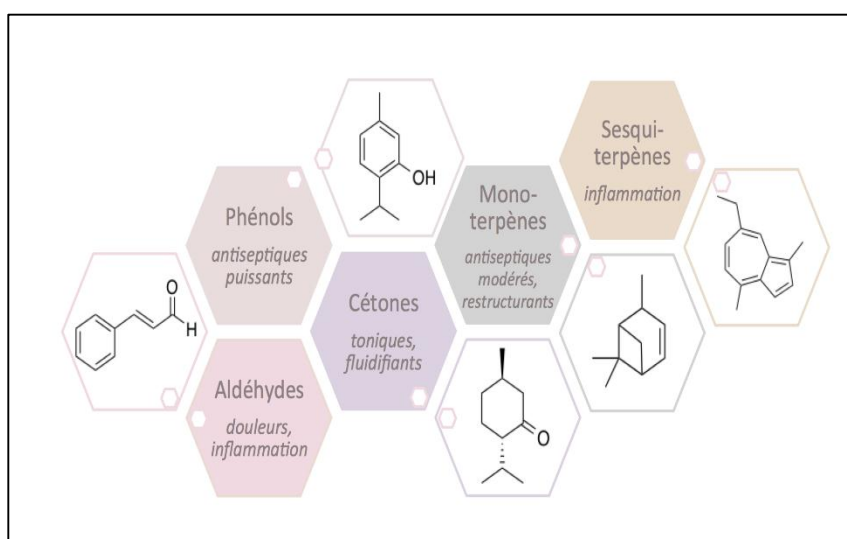
Figure_13 : Teste de qualité des huiles essentielles

Les propriétés des molécules aromatiques et leur action synergique sont déterminantes dans les propriétés et indications thérapeutiques des huiles essentielles. La relation étroite entre la structure chimique et l'activité thérapeutique forme le pilier de l'aromathérapie scientifique. Il est impossible de définir les propriétés d'une huile essentielle sans tenir compte de toutes les molécules qui la composent. Ainsi, les critères de qualité des huiles essentielles doivent être établis en fonction de leur impact sur la composition biochimique idéale et complète des essences telles que la nature les a créées, et non pas telles que l'homme les a modifiées ou

reconstituées. Seul le respect de l'ensemble de ces critères garantira l'authenticité des huiles essentielles, leur relative innocuité et leur pleine efficacité thérapeutique. La moindre altération du profil moléculaire entraîne une augmentation des effets indésirables tels que les allergies, la dermocausticité, la neurotoxicité, etc., ainsi qu'une diminution de l'efficacité. **(Laurain-Mattar, 2018)**

Le mode de culture exerce une influence majeure sur la qualité des huiles essentielles. Seules les huiles essentielles issues de plantes récoltées à l'état sauvage ou cultivées selon des méthodes biologiques devraient être utilisées à des fins thérapeutiques. Des expériences ont également démontré qu'un simple ajout de sels minéraux solubles dans le sol peut modifier considérablement la composition physico-chimique d'une huile essentielle. Seules les plantes saines de l'espèce recherchée doivent être récoltées. **(Djendli et Bouali 2022)**

8. Composition chimique



Figure_14 : Différents composants chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles contiennent des composés organiques volatils, généralement de faible poids moléculaire, inférieur à 300. Ces composés appartiennent à différentes classes chimiques, notamment les alcools, les éthers ou les oxydes, les aldéhydes, les cétones, les esters, les amines, les amides, les phénols, les hétérocycles, et principalement les terpènes. Les alcools, les aldéhydes et les cétones offrent une large gamme de notes aromatiques, allant des notes fruitées (comme le (E)-nerolénol) aux notes florales (comme le linalol), d'agrumes (comme le limonène), ou à base de plantes (comme le γ -sélinène), etc. **(FETHI , 2015)**

De manière générale, les propriétés biologiques des huiles essentielles sont largement déterminées par deux catégories distinctes de composants d'origine biosynthétique. Le premier

groupe est principalement constitué de terpènes, tandis que le second comprend des constituants aromatiques et aliphatiques, tous caractérisés par leur faible poids moléculaire. En outre, d'autres composés présents dans les huiles essentielles, tels que les di-terpènes, les constituants contenant du soufre et de l'azote, ainsi que les lactones, sont également mentionnés. **(KADA MOSTEFA, 2023)**

9. Activités biologiques



Figure_15 : Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont exploitées pour leurs multiples propriétés bénéfiques, telles que leurs effets antioxydants, antiseptiques, cicatrisants, antiparasitaires, antirhumatismaux, antinévralgiques, tonifiants, antispasmodiques et hormonaux. Elles agissent contre le développement des germes, y compris les bactéries pathogènes et les souches habituellement résistantes aux antibiotiques, ainsi que les champignons responsables de mycoses et de levures. Leurs doses actives sont généralement faibles et se manifestent par l'inhibition de la croissance des microorganismes ou par un effet létal. **(BAZIZI, 2017)** De plus, des études récentes ont démontré que certaines huiles essentielles possèdent également des propriétés antivirales et antiparasitaires. En phytothérapie et en aromathérapie, les huiles essentielles sont largement utilisées dans le traitement de nombreuses maladies infectieuses, ainsi que dans la préparation de diverses préparations pharmaceutiques. **(BAMMI ET AL., 1997).**

MATERIELS ET METHODE



Matériel et méthodes

I. Matériel végétal

- ✓ **La plante étudiée** : la partie aérienne de trois plantes médicinales
 - Plante 01 : *Satureja calamintha* subsp. *nepeta* (L.) Briq
 - Plante 02 : *Artemisia absinthium*
 - Plante 03 : *Eucalyptus globulus*
- ✓ **Huile essentielle** : extraite par Hydrodistillation

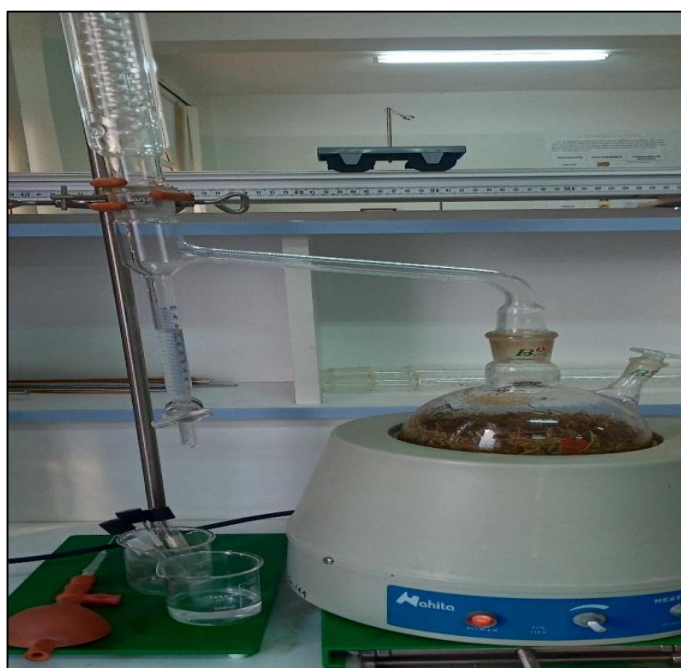
2. Extraction d'huile essentielle (HE)

2.1. Principe

L'hydrodistillation est la méthode la plus simple la plus anciennement utilisée. Le principe consiste à faire bouillir le mélange d'eau et de plantes pour lequel l'huile essentielle est souhaité extraire, les cellules végétales s'éclatent et libèrent des molécules odorantes, qui sont ensuite emportées par la vapeur d'eau générée ils passent dans un refroidisseur d'eau, où ils se condensent, qui sont ensuite collectés dans un récipient.

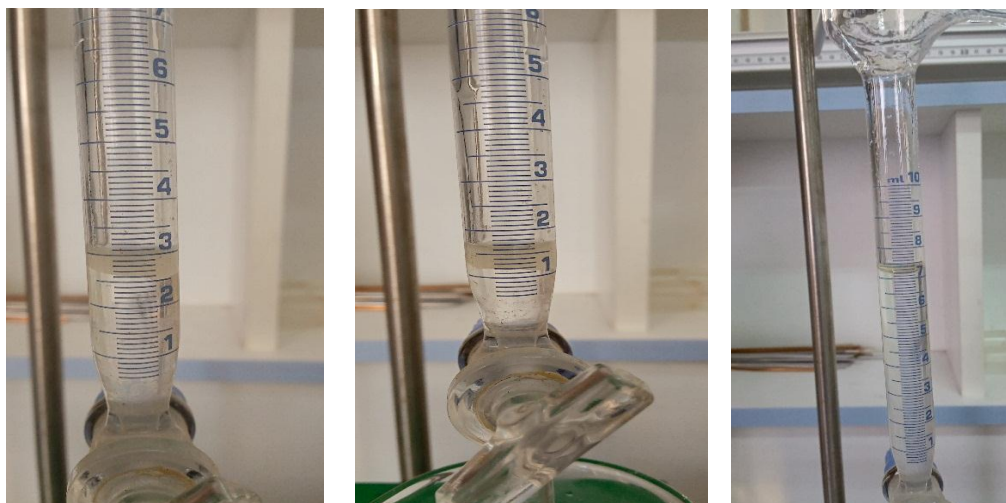
2.2. Mode opératoire

L'extraction d'HEs est réalisée par hydro-distillation pendant 6h et 30 min, l'hydrodistillation a été accomplie à l'aide d'un dispositif suivant : **(Figure I6)**.



Figure_I6: Dispositif utilise pour l'extraction des HEs.

Dans un ballon de 1 L, une quantité du matériel végétal est mise en contact direct avec 500 ml d'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. L'huile essentielle est séparée de l'eau par décantation comme le montre la figure suivante :



Figure_17 : Séparation des HEs par décantation

Après extraction et la récupération, le volume de l'huile essentielle obtenu a été conservé dans un flacon en verre stérile. Le flacon a été couvert d'un papier aluminium à l'abri de la lumière puis conserve dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'à son usage pour l'activité antioxydant.

3. Activité antioxydant de l'huile essentielle

Plusieurs huiles essentielles possèdent de bonnes propriétés antioxydantes, qui peuvent être exploitées pour protéger d'autres matériaux, tels que les aliments et leur rancissement (**Schwartz et al., 1992**). Il s'agit dans cette étude d'étudier la propriété antioxydante d'huile essentielle de *Satureja calamintha*, *Artemisia absinthum* et *Eucalyptus globulus* à l'aide d'une méthode d'activité de piégeage radicalaire par DPPH.

3.1. Méthode de réduction du radical libre DPPH

Le pouvoir antioxydant des huiles essentielles et des antioxydants vis-à-vis du radical DPPH a été réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517 nm. Ce pouvoir réducteur est dû aux substances anti radicalaires et qui entraîne une diminution de l'absorbance. (**BENYOUCEF, 2020**)

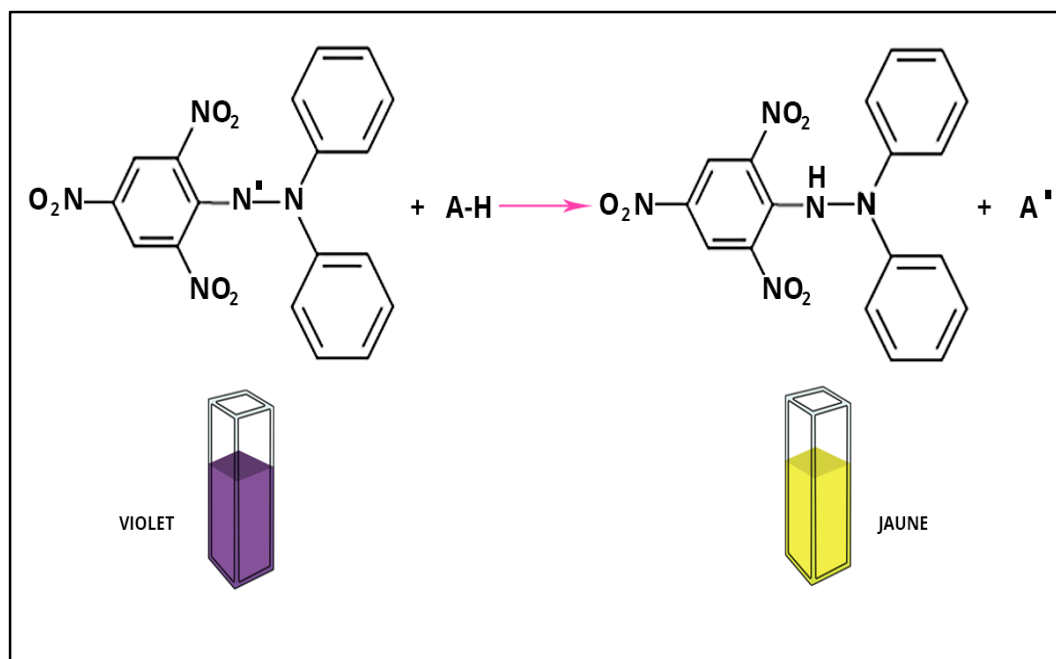


Figure _18 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH (BENYOUCEF, 2020)

3.2. Mode opératoire

3.2.1. Préparation d'une solution de DPPH

La solution de DPPH a été préparée par la solubilisation de 15,8 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol.

3.2.2. Préparation d'une solution mère d'HE

Pour préparer 10 ml d'une solution mère d'HE de concentration connue, en prendre la quantité correspondante d'HE et en ajoute de Méthanol jusqu'à atteint le volume total (10ml).

3.2.3. Préparation des dilutions

Des dilutions de concentrations décroissantes ont été préparées selon le tableau suivant :

Tableau_07 : Préparation des dilutions (*Satureja calamintha*)

<i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>nepeta</i> (L.) Briq										
N° de tube	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Concentration (mg/ml)	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2.5	5	10	20	40
Dans chaque tube en ajout 1.5 ml de DPPH										

Tableau_08 : Préparation des dilutions (*Artemisia absinthium*)

<i>Artemisia absinthium</i>									
N° de tube	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Concentration (mg/ml)	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2.5	5	10	20
Dans chaque tube en ajout 1.5 ml de DPPH									

Tableau_09 : Préparation des dilutions (*Eucalyptus globulus*)

<i>Eucalyptus globulus</i>									
N° de tube	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Concentration (mg/ml)	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Dans chaque tube en ajout 1.5 ml de DPPH									

Les mélanges ont été incubés dans l'obscurité pendant 30 minutes et la décoloration comparée au contrôle négatif contenant seulement la solution de DPPH

**Figure_19** : Coloration des tubes : **A)** Avant incubation ; **B)** Après incubation

Le pourcentage de l'inhibition est calculé suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Pourcentage d'inhibition(\%)} = \frac{Do(\text{control}) - Do(\text{echantillon})}{Do(\text{control})} \times 100$$

3.2.4. Lecture des résultats d'activité antioxydant

A 517 nanomètres en fait la lecture par l'utilisation du spectrophotomètre UV visible.

RESULTATS ET DISCUSSIONS



I. Résultats

I.1. Résultat d'extraction d'huile essentielle (HE)

Tableau _10: Résultat d'extraction.

	Région	Climat	Rendement
<i>Satureja calamintha</i>	Ain temouchent	Humide	1.94 %
<i>Artemisia absinthum</i>	Ain temouchent	Humide	1.67 %
<i>Eucalyptus globulus</i>	Ain temouchent	Humide	2.38 %

I.2. Résultats d'activité antioxydant par DPPH



Figure _20: Résultats d'activité antioxydant par DPPH

La concentration minimale d'inhibition de 50% de la DPPH (CI_{50}) est calculée graphiquement à partir des courbes, puis utilisée pour la comparaison de l'activité antioxydant d'acide ascorbique.

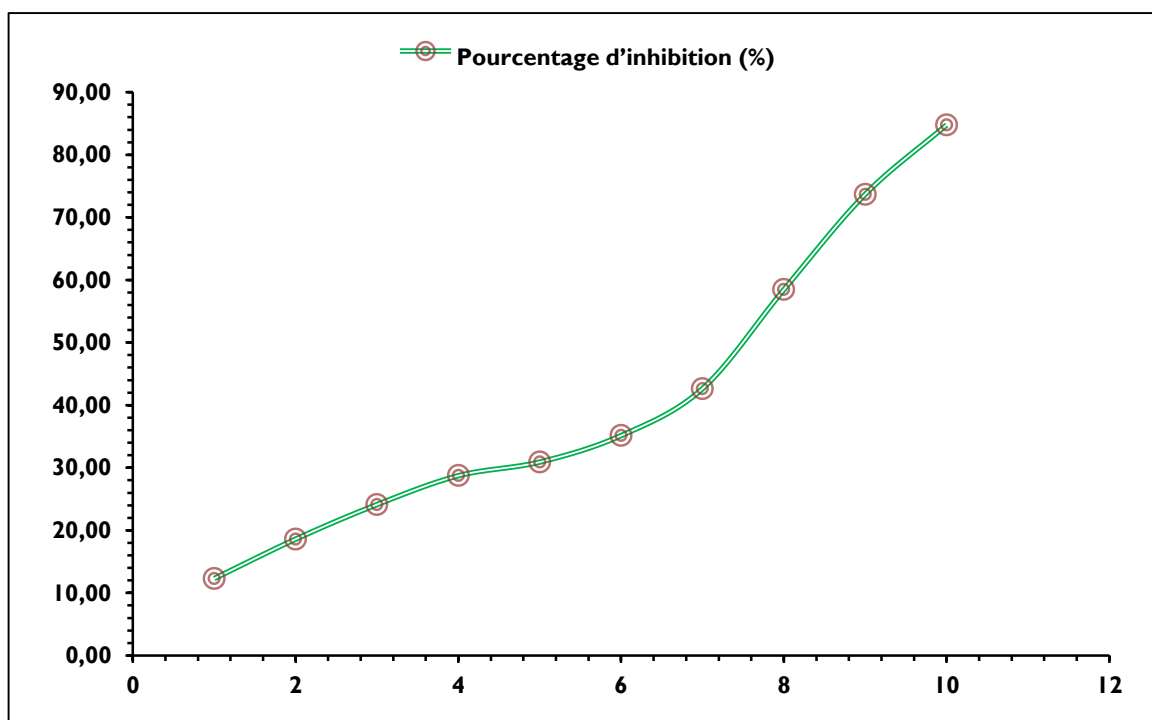


Figure 21: Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant par la méthode DPPH d'HE (*Satureja calamintha*)

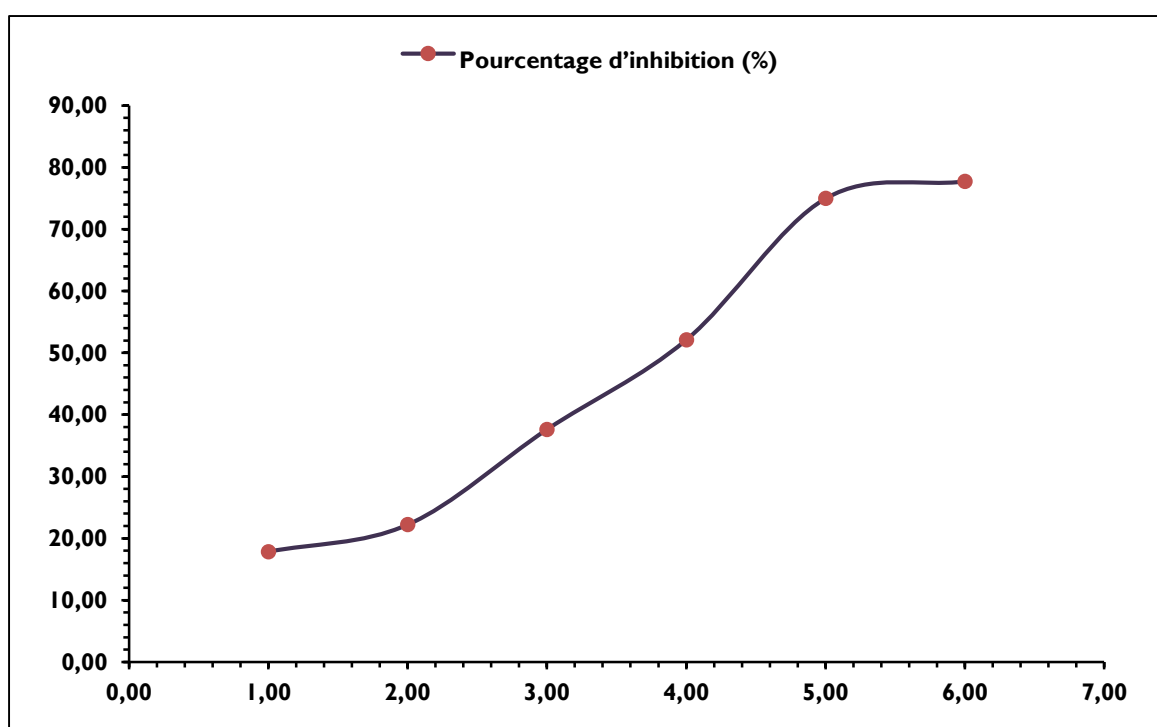
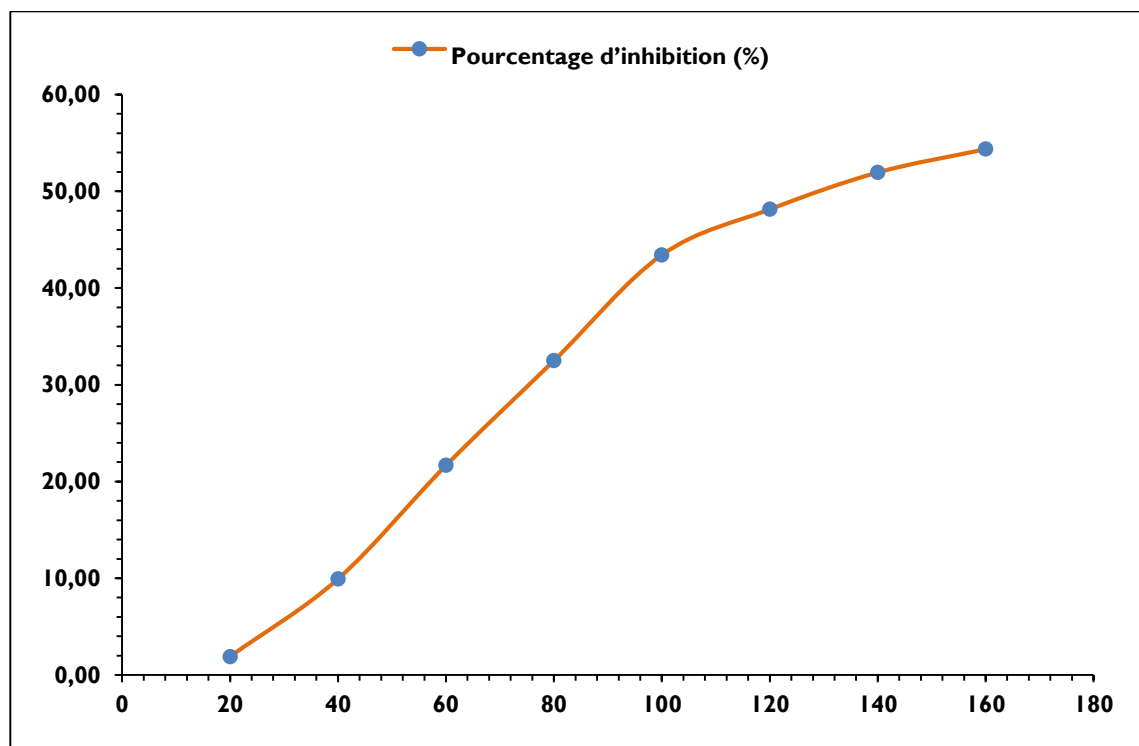


Figure 22 : Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant par la méthode DPPH d'HE (*Artemisia absinthium*)



Figure_23 : Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant par la méthode DPPH d'HE (*Eucalyptus globulus*)

Tableau_11 : Résultat d'activité antioxydant par DPPH.

Echantillon	IC ₅₀ (mg/ml)
<i>Artemisia absinthium</i>	0.46
<i>Satureja calamintha</i>	7.8
<i>Eucalyptus globulus</i>	128.2
BHT	1.09
Acide ascorbique	0.12

Nous remarquons que l'huile essentielle de *A absinthium* a à montrer une excellente activité antioxydante avec une IC₅₀ de 0.46 mg/ml, alors que l'HE de *S calamintha* a montré un pouvoir antioxydant notable avec une IC₅₀ de 7.8 mg/ml. L'activité antioxydante la plus faible a été observée pour l'huile essentielle de *E globulus* avec une IC₅₀ de 128.2 mg/ml, qui été largement supérieure à celle du témoin Acide ascorbique (IC₅₀ = 0.12 mg/ml) et BHT (IC₅₀ = 1.9 mg/ml) (Figure 24).

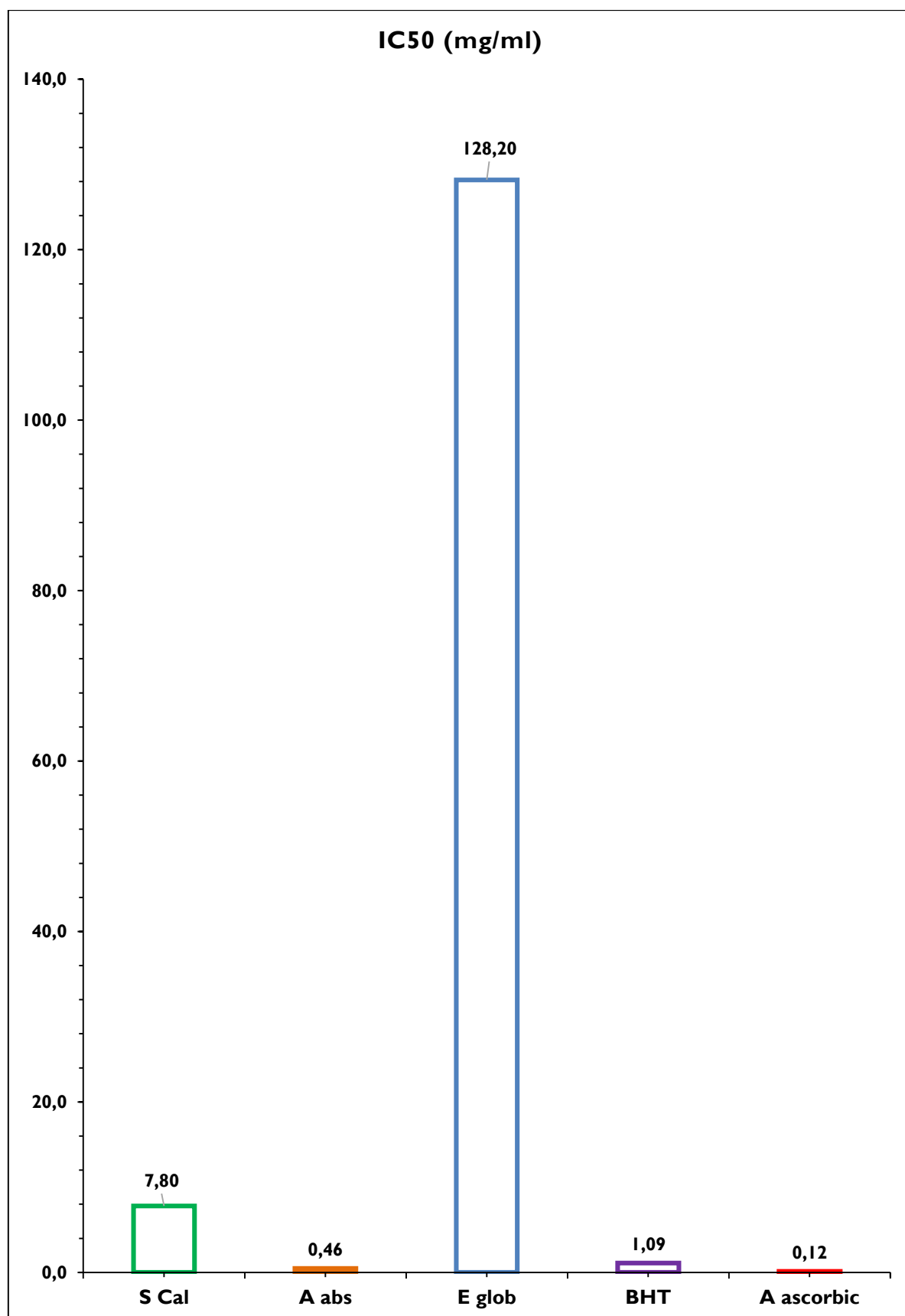


Figure 24 : Comparaison d'IC₅₀ d'HE, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode DPPH

2. Discussions

L'huile essentielle d'*A. absinthium* on présentée le pouvoir antioxydant le plus élevé avec une IC_{50} de l'ordre 0.46 mg/ml, Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par **Khan et al** (0.295 mg/ml), **Benkhalel et al** (0.13 mg/ml) . Nos résultats est nettement plus forte que celle obtenue par **Taherkhani et al** (64.76 mg/ml), **Baykan et al** (5.87 mg/ml), **Hamdoon** (24 mg/ml), **Riahi et al** (24.68 à 41.45 mg/ml), **Sharopov et al** (1.35 mg/ml). Néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **Msaada et al** (0.093 mg/ml), **Ksibi et al** (0.0314 mg/ml).

L'examen de l'activité antioxydant d'HE d'*A. absinthium* ont exprimé également une capacité antioxydante approximative que celle de témoin **BHT**, en revanche la valeur de IC_{50} reste très loin que celle de témoin **acides ascorbique**.

L'huile essentielle de *Satureja calamintha* on présentée d'effets antioxydant élevé, probablement lié à leur profil chimique. Il est à noter que l'huile essentielle à exercer une forte activité inhibitrice du radical DPPH avec une IC_{50} de l'ordre 7.8 mg/ml. En revanche notre valeur était très proche de celle qu'il a trouvée par **Khodja** (8.33 mg/ml). Néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **Ezaouine** (1.23 mg/ml), **El Brahim** (0.023 mg/ml), **Bouzi** (0.031 mg/ml).

L'examen de l'activité antioxydant d'HE de *Satureja calamintha* ont exprimé également une excellente capacité antioxydant mais qui reste inférieur celui des témoins **BHT** et **acides ascorbique**.

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* ont présentée d'effets antioxydant très élevé, probablement lié à leur profil chimique. Il est à noter que l'huile essentielle à exercer une faible activité inhibitrice du radical DPPH avec une IC_{50} de l'ordre 128.2 mg/ml. Ce qui en accord avec ceux trouvés par **Boukhatem et al** (140.99 mg/ml), . Néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **Bey-Ould Si Said et al** (27 mg/ml), **Goger et al** (+10 mg/ml), **Noumi et al** (0.057 mg/ml), **Jerbi et al** (0.027 mg/ml), **Cmikova et al** (2.96 mg/ml).

L'examen de l'activité antioxydant d'HE d'*Eucalyptus globulus* ont exprimé également une très faible capacité antioxydante que celles des témoins **acide ascorbique** et le **BHT**.

Conclusion générale

Conclusion générale



Conclusion Générale

C

onclusion Générale

Coeur de
la Main

CON
CLU
SION



Conclusion

Conclusion

L'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles par la méthode DPPH, ont montré que l'huile essentielle d'*A absinthium* a à montrer une excellente activité antioxydante, alors que l'HE de *S calamintha* a montré un pouvoir antioxydant notable. En revanche l'activité antioxydante la plus faible a été observée pour l'huile essentielle de *E globulus*, qui été largement supérieure à celle du témoin Acide ascorbique

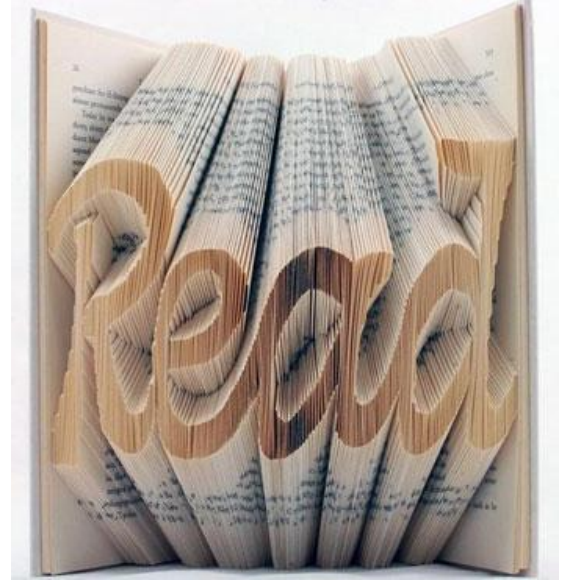
Enfin nous proposons d'étudier d'autres activités biologiques (*in vivo* **ou** *in vitro*) de ces huiles essentielles comme l'activité anti-inflammatoire, anticancéreuse, antidiabétique, antivirale, anti insecticide et anti larvicide.

Références bibliographiques

R *éférences bibliographiques*

Références bibliographiques

Références bibliographiques



Références bibliographiques

A

AFNOR, 1987 - Huiles essentielles de Romarin (*Romarinus officinalis*). Norme française NFT 75-214.

AFNOR, 1992 - Association Française de normalisation, recueil des normes françaises : huiles essentielles, 3^{ème} Ed. AFNOR. Paris.

Ait Youssef, M, (2006) : *Plantes Médicinales de Kabylie*. Paris: IBIS.

Aromathérapieetbieneterbio.overblog.com 12 mars 2017

B

Baba Aissa F. (2000) : Encyclopedie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique d'Orient et d'Occident. Ed. Librairie moderne Rouiba, 46.

Benkhedimallah Rokia et Kismoun Soumia, (2014) : Etude phytochimique et biologique de la plante *Satureja calamintha*, mémoire de Master, Université Constantine I, pp 116.

BELAIDI NADA et BOUBENDIRA KENZA (2018) : Evaluation de l'activité antioxydante de L'espèce *Artemisia absinthium*, Mémoire de Master, Université Des Frères Mentouri Constantine, pp62

Bammi J., Khelifa R. et Remmal A., 1997 - Etudes de l'activité antivirale de quelques huiles essentielles. In Benjlali B ; Ettalilbi M ; Ismaili-Alaoui M. et Zrira. Proceedings of the Intern. CongreArom. Medicinal Plants et Essential Oils, Actes Edition, Rabat, Maroc, 502

Bardeau F., 1976 - La médecine par les fleurs. Ed. Robert Laffont.

Baudoux D., 2001 – Aromathérapie, se soigner par les huiles essentielles 2^{ème} Ed., Atlantica p.p. 25-26-34-35.

Baykan Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia L.* species from western Anatolia. Turkish Journal of Biology, 2012, vol. 36, no 1, p. 75-84. DOI: 10.3906/biy-0912-27

Baytop, (1984): Therapy with Medicinal Plants in Turkey, Istanbul University Press, Istanbul.

Références bibliographiques

BAZIZI Marwa, (2017) : Extraction D'huile Essentielle De L'espece Vegetale *Salvia Officinalis* L. Par Hydrodistillation : Caracterisation Physicochimique Et Modelisation Parametrique, mémoire de master, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA, pp 96.

BELAIDI NADA et BOUBENDIRA KENZA (2018) : Evaluation de l'activité antioxydante de L'espèce *Artemisia absinthium*, Mémoire de **Master**, Université Des Frères Mentouri Constantine, pp62.

Beniston N.T. et Beniston W.S., 1984 - Fleurs D'Algérie. Entreprise Nationale du Livre Alger, Algérie, 359 pp.

BENDJABEUR S., 2019 - etude phytochimique et activités biologiques des huiles essentielles et des extraits éthanoliques de *Teucrium polium subsp capitatum*, *Thymus algeriensis* et *Ammoides verticillata* . Thèse de doctorat, ecole national superieur agronomique - El HARRACH – Alger.225pp.

Benkhaled, A., Boudjelal, A., Napoli, E., Baali, F., & Ruberto, G. (2020): Phytochemical profile, antioxidant activity and wound healing properties of *Artemisia absinthium* essential oil. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 10(11), 496-504. DOI: 10.4103/2221-1691.294089

Benyoucef F., 2020 -Extraction et caractérisation des huiles essentielles de six plantes provenant de l'ouest Algérien (*Salvia argentea*, *Ammoides verticillata*, *Satureja candidissima* *Thymus fontanesii*, *Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis*): Effet de synergisme ou d'antagonisme sur l'activité antioxydante et antimicrobienne. Thèse de doctorat, Université Abou-Bekr Belkaid - Tlemcen - .158pp.

Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kameli, A., et Mekarnia, M. (2017). *Eucalyptus globulus* (Labill.) : un arbre à essence aux mille vertus. *Phytothérapie*. <https://doi.org/10.1007/s10298-017-1114-3>

Boukhatem, M. N., Boumaiza, A., Nada, H. G., Rajabi, M., & Mousa, S. A. (2020): *Eucalyptus globulus* essential oil as a natural food preservative: Antioxidant, antibacterial and antifungal properties in vitro and in a real food matrix (orangina fruit juice). *Applied Sciences*, 10(16), 5581. <https://doi.org/10.3390/app10165581>

Références bibliographiques

Bouras, M. (2018) : Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba. Algérie.

Bouzidi, N. i Kemieg, M. (2021): Antioxidant and Antimicrobial Activities of Essential Oil of *Satureja calamintha* ssp. *nepeta* (L.) Briq. from the Northwest of Algeria. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 86 (4), 349-356. Preuzetos. <https://hrcak.srce.hr/267394>

Burt S. (2004): Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. *Int J Food Microbiol.* 94(3):223-53.

C

Carnesecchi, S., Schneider, Y., Ceraline, J., Duranton, B., Gosse, F., Seiler, N. Raul, F., (2001) : Geraniol, a Component of plant essential oils, inhibits growth and polyamine biosynthesis in human colon cancer cells. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 298 (1): 197- 200.

Chen C., Pearson A. M. and Gray J. I. (1992). Effects of synthetic antioxidants (BHA, BHT and PG) on the mutagenicity of IQ-like compounds. *Food Chemistry*, 43(3):177-183.

CHIBAH SAIDA et DJOUAHER FATIMA, (2018) : Activité antibactérienne, antioxydante et anti-insectes des huiles essentielles d'eucalyptus, laurier de la région d'Ain Defla, *Mémoire de Master*, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, pp 124

Cmikova , M. (2023): Chemical composition and biological activities of *Eucalyptus globulus* essential oil. *Plants*, 12(5), 1076. <https://doi.org/10.3390/plants12051076>

Cronquist A, (1981): An integrated system of classification of flowering plants. Columbia univ . Press. New York. 1262 P.

CHIBAH SAIDA et DJOUAHER FATIMA, (2018) : Activité antibactérienne, antioxydante et anti-insectes des huiles essentielles d'eucalyptus, laurier de la région d'Ain Defla, *Mémoire de Master*, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, pp 124.

Références bibliographiques

D

Djendli sabiha et Bouali leila, (2022) : Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la plante médicinale «*Eucalyptus globulus* », mémoire de master, université frères mentouri constantine, pp 65.

Deschepper, R. (2017). *Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie* (Doctoral dissertation).

Durvelle, J.P., (1893) : Fabrication des essences et des parfums : Extraction des essences et des parfums par distillation, par expression et par les dissolvants. J. Fritsch, Paris.

E

Ezaouine, A., Salam, M. R., Sbaoui, Y., Nouadi, B., Zouhir, S., Elmessal, M., ... & Bennis, F. (2022): Extraction, Chemical Composition and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds from Moroccan *Satureja nepeta* L. *Pharmacognosy Journal*, 14(1).

El Brahim, R., El Barnossi, A., El Moussaoui, A., Chebaibi, M., Kachkoul, R., Baghouz, Nafidi H-A, Salamatullah AM, Bourhia M, Bari, A. (2023): Phytochemistry and Biological Activities of Essential Oils from *Satureja calamintha* *Nepeta*. *Separations*, 10(6), 344. <https://doi.org/10.3390/separations10060344>

F

FETHI A, (2015) :ANALYSE SENSORIELLE DE LA VIANDE BOVINE ADDITIONNEE AUX HUILE ESSENTIELLE THYMUS CILIATUS ET AMMOÏDES VERTICILLATA MASTER TIAA

Farhat, A. (2010) : Vapo-diffusion assistée par micro-ondes: conception, optimisation et application. Thèse de Doctorat, Université d'Avignon, Avignon. France.

J

Jerbi, A., Derbali, A., Elfeki, A., & Kammoun, M. (2017) : Essential oil composition and biological activities of *Eucalyptus globulus* leaves extracts from Tunisia. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(2), 438-448. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1304832>

Références bibliographiques

I

Ito N. and Hirose M. (1987). The role of antioxidants in chemical carcinogenesis. *Japanese Journal of Cancer Research Gann*, 78, 1011-1026.

G

Gruaibo R., Sesé J. A., Villar L. (1993) : Nouvelle localité de *Calamintha grandiflora* (L.) Moench (Labiatae) dans les Pyrénées espagnoles. *Le monde des plantes*, 447, 7-11.

Ggggg B., Demirci, B., & Demirci, F. (2020) : In vitro antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory evaluation of *Eucalyptus globulus* essential oil. *Natural volatiles and essential oils*, 7(3), 1-11.

Gao, Z., Huang, K., Yang, X., Xu, H. (1999): Free radical scavenging and antioxidant activities of flavonoid extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi. *Biochem. Biophys. Acta.*, 1472: 643-650.

K

K. Ghédira et P. Goetz, (2016) : *Artemisia absinthium* L. : absinthe (Asteraceae), *Phytothérapie*, vol. 14, no 2, p. 125-129.

KADA MOSTEFA Mohamed Amine, (2023) : Activité anti-oxydante et anti-microbienne de l'huile essentielle d'une plante médicinale *Ammoides verticillata* de la région d'Ain temouchent, Mémoire de master, Université -Belhadj Bouchaib-d'Ain-Temouchent, pp 43.

Khan, F. A., Khan, N. M., Ahmad, S., Nasruddin, Aziz, R., Ullah, I., ... & Aljuaid, A. (2022): Phytochemical profiling, antioxidant, antimicrobial and cholinesterase inhibitory effects of essential oils isolated from the leaves of *Artemisia scoparia* and *Artemisia absinthium*. *Pharmaceuticals*, 15(10), 1221. <https://doi.org/10.3390/ph15101221>

Khebri S, (2011) : Etude chimique et biologique des huiles essentielles de trois *Artemisia*. Mémoire de magistère en chimie organique. Département de chimie. Faculté de sciences. Université Batna.

Références bibliographiques

Khodja, N. K., Boulekbache, L., Chegdani, F., Dahmani, K., Bennis, F., & Madani, K. (2018): Chemical composition and antioxidant activity of phenolic compounds and essential oils from *Calamintha nepeta* L. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 15(4), 20170080. <https://doi.org/10.1515/jcim-2017-0080>

Ksibi, N., Saada, M., Yeddes, W., Limam, H., Tammar, S., Wannes, W. A., ... & Msaada, K. (2022): Phytochemical Profile, antioxidant and antibacterial activities of *Artemisia absinthium* L. collected from Tunisian Regions. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 66(3), 312-329. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v66i3.1709>

L

Larbi Mohamed. Jawabri Adel. (2015 -2016) : Formulation pharmaceutique d'une émulsion buvable a base d'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* L. Mémoire de master , Lavoisier Paris : Technique et Documentation et Editions médicales Internationales, 1120.

Lamendin H. (2007) : Soignez votre bouche par les plantes : remède d'hier et aujourd'hui. 5èmeEdition L'Harmattan. Paris, 34.

LUCIENNE. A. D,(2010) : *Les plantes médicinales d'Algérie*, 2^{ème}Edition.

Laurain-Mattar, D. (2018). Critères de qualité des huiles essentielles. *Actualités Pharmaceutiques*, 57(580), 18-20.

M

Meredfi et Slamani, (2019) : Etudes ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques Des espèces du genred'*Artemisia* rencontrées en Algérie.Mémoire de Master. Université Mohamed Boudiaf Msila .P:14

Msaada, K., Salem, N., Bachrouch, O., Bouselmi, S., Tammar, S., Alfaify, A., ... & Marzouk, B. (2015): Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activities of wormwood (*Artemisia absinthium* L.) essential oils and phenolics. *Journal of Chemistry*, 2015(1), 804658.

Références bibliographiques

N

Noumi, E., Snoussi, M., Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Ksouri, R., Valentin, E., & Bakhrouf, A. (2011) : Chemical composition, antioxidant and antifungal potential of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) and *Eucalyptus globulus* essential oils against oral *Candida* species. *J. Med. Plants Res*, 5(17), 4147-4156.

Q

Quezel P., Santa S. (1963) : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, 788-789.

Ozenda P., (1983) :Flore du Sahara. Edition centre national de recherche scientifique, 2^{ème} édition. Paris. 662p.

S

Said, Z. B. O. S., Haddadi-Guemghar, H., Boulekbache-Makhlouf, L., Rigou, P., Remini, H., Adjaoud, A., ... & Madani, K. (2016): Essential oils composition, antibacterial and antioxidant activities of hydrodistilled extract of *Eucalyptus globulus* fruits. *Industrial Crops and Products*, 89, 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.018>

Schwartz. R, R. Davis, T.J, 1992 - Hilton. Effect of temporary cements on the bond strength of resin cement. *the American Journal of Dentistry.*, 5(3),147-150.

Sharopov, F., Braun, M. S., Gulmurodov, I., Khalifaev, D., Isupov, S., & Wink, M. (2015): Antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory activities of essential oils of selected aromatic plants from Tajikistan. *Foods*, 4(4), 645-653. <https://doi.org/10.3390/foods4040645>

Sijelmassi A,(1993) : *Les plantes médicinales du maroc*, 3ème Ed Fennec. Casablanca.

Si Amer Rahma et Bendahman Fatna, (2021) : Valorisation et activité biologiques de quelques plantes de la région d'Ain Témouchent), *Mémoire de Master*, Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib, pp 52.

Références bibliographiques

T

Taherkhani, M., Rustaiyan, A., Rasooli, I., & Taherkhani, T. (2013): Chemical composition, antimicrobial activity, antioxidant and total phenolic content within the leaves essential oil of *Artemisia absinthium* L. growing wild in Iran. *Afr J Pharm Pharmacol*, 7(2), 30-36.

Torras, J., Grau, M. D., López, J. F., & de las Heras, F. X. C. (2019): Analysis of essential oils from chemotypes of *Thymus vulgaris* in Catalonia. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(12).

TOUATI Amina, (2020): Eco-extraction d'huile essentielle de l'écorce d'orange et de citron par micro-onde sans solvant, Mémoire de master, Université Aboubakr Belkaïd Tlemcen, pp 88.

W

Williams G. M., Iatropoulos M. J., Whysner J. (1999). Safety assessment of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene as antioxidant food additives. *Food and Chemical Toxicology*, 37:1027–1038.

Y

Yıldız K, Başalan M, Duru O, Gokpınar S, (2011): *Antiparasitic Efficiency of Artemisia absinthium on Toxocara cati in Naturally Infected Cats.* *Turkiye Parazitoloj Derg.*

Z

Zenasni, L. (2014) Thèse de Doctorat: Etude du polymorphisme chimique des huiles essentielles de *Thymus satureioides* Coss et d'*Origanum compactum* Benth du genre *Nepta* et évaluation de leur propriété antibactérienne. Université Mohammed-Agdal, Rebat. Maroc.

Site web 01: <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/calamintha-nepeta-calament,2671.html>

Site web 02: <https://www.discoverlife.orgmp20mkind=Eucalyptus+globulus>

Site web 03: <https://kanabiz.net/dr-ed-comment-lhuile-de-cbd-est-elle-fabriquee/>