

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 d'Ain Temouchent - Belhadj Bouchaib-
Faculté des Sciences et de Technologie
Département d'Agroalimentaire



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement

Thème

**Etude d'activité anti-oxydante et activité
antibactérienne d'une plante médicinale de la région
d'Ain Témouchent**

Soutenu le : 21/06/2026

Présenté Par :

➤ Mr. MAZOUZI Amar

Devant le jury composé de :

Dr. ILIAS Faiza	Pr	UAT.B.B (Ain Témouchent)	Présidente
Dr. BENYOUCEF Fatima	MCB	UAT.B.B (Ain Témouchent)	Examinatrice
Dr. DERRAG Zaineb	MCA	UAT.B.B (Ain Témouchent)	Encadrante
Dr. RAHMANI Khaled	MCA	UAT.B.B (Ain Témouchent)	Co-Encadrant

Année universitaire 2025/2026

Table Des Matières

Remerciement	1
Dédicace	1
Résumés.....	1
Liste des abreviations	1
Liste des tableaux	1
Liste des figures	1
Introduction	1
Chapitre 01 : <i>Laurus nobilis</i> (Synthèse bibliographique)	1
1. Description botanique.....	03
2. Noms vernaculaires	03
3. Nomenclature et taxonomie	04
4. Systématique	04
5. Habitat et et répartition géographique	04
6. Utilisation en médecine traditionnelle	05
7. Toxicité	06
Chapitre 02 : Méthodes d'extraction des huiles essentielles	1
1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau	08
1.1. Montages	08
1.2. Principe	08
1.3. Avantage et inconvénient	08
2. Extraction par solvant organique	09
2.1. Montages	09
2.2. Principe	09
2.3. Avantage et inconvénient	10
3. Extraction assistée par micro-ondes	10
3.1. Montages	10
3.2. Principe	11
3.3. Avantage et inconvénient	11
4. Extraction par fluide à l'état supercritique	11
4.1. Montages	11
4.2. Principe	12

4.3. Avantage et inconvénient	12
5. Extraction par hydro distillation	13
5.1. Montages	13
5.2. Principe	13
5.3. Avantage et inconvénients	13

Chapitre 03 : Les huiles essentielles

1. Generalite sur les huiles essentielles	14
2. Définition	15
3. Utilisation historique et actuelle des huiles essentielles	15
4. Propriétés organoleptiques	16
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	19
8. Composition chimique	19
9. Activités biologiques	22

Chapitre 04 : Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal.....	24
2. Extraction d'huile essentielle (HE).....	24
2.1. Principe.....	24
2.2. Mode opératoire	25
3. Activité antioxydant de l'huile essentielle.....	26
3.1. Méthode de réduction du radical libre (DPPH)	26
3.1.1. Mode opératoire	26
3.1.2. Le pourcentage de l'inhibition	27
3.2. Méthode de réduction des ions ferreux (FRAP)	28
3.2.1. Mode opératoire	28
3.2.2. Le pourcentage de l'inhibition	29
4. Etude de l'activité anti microbienne	29
4.1. Matériel utilisé	29
4.2. Appareils	30

4.3. Matériel biologique	31
4.4. Milieu utilisés	31
4.5. Méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobiennes	31
4.5.1. Purification	31
4.5.2. Test de l'activité antibactérienne (<i>Méthode de diffusion sur disques</i>)	31
4.5.3. Lecture des résultats	32
Chapitre 05 : Résultats et discussions	
I. Résultats	34
I.1. Résultat d'extraction d'huile essentielle (HE)	34
I.2. Résultats d'activité antioxydant par DPPH	34
I.3. Résultats d'activité antioxydant par FRAP	35
I.4. Résultats d'activités antibactériennes	36
2. Discussions	36
Conclusion	
Références bibliographiques	



Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Avant de commencer la présentation de ce travail, nous profitons de l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

*Nos remerciements les plus respectueux vont **Pr ILIAS Faiza** qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider le jury. Veuillez trouver ici Madame le témoignage de notre reconnaissance et notre respect le plus profond.*

*Nous remercions également **Dr BENYUCEF Fatima** pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail et de siéger parmi cet honorable jury. Veuillez accepter ce travail, en preuve de notre grand respect et de toutes nos profondes reconnaissances.*

*Nous remercions tous particulièrement notre encadrants **Dr DERRAG Zineb** et **Dr RAHMANI Khaled** Vous avez bien voulu nous confier ce travail riche d'intérêt et nous guider à chaque étape de sa réalisation. Vous nous avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos obligations professionnelles. Vos encouragements inlassables, votre confiance, votre gentillesse, votre patience méritent toute admiration. Aucune expression de gratitude ne sera suffisante pour vous exprimer notre respect et notre reconnaissance.*

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenus dans la poursuite de nos études.

A toutes et tous, un grand merci !



ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة النشاط المضاد والمضاد للبكتيريا للأكسدة للزيت الأساسي لنبته طبية عطرية: (اوراق شجرة الغار) *Laurus nobilis* حيث تم استخراج الزيت الأساسي عن طريق التقطير المائي. أظهر النشاط المضاد للأكسدة للزيت المدروس باستخدام طريقة DPPH تأثير مضاد للأكسدة واعد للغاية و هي قيمة متقاربة جدا مقارنة IC_{50} لحمض الاسكوربك (فيتامين C) في حين أن قدرة مضادات الأكسدة قوية من تلك الموجودة في BHT. أكدت نتائج اختبار FRAP لزيت اوراق الغار وتوافقت مع نتائج اختبار DPPH ، حيث كشفت ان لزيت اوراق الغار قدرة اختزالية مرتفعة جداً متفوقة بكثير على BHT وقرينة جداً من حمض الأسكوربيك، مما يؤكد مكانته كزيت مضاد للأكسدة من الدرجة الأولى تمت دراسة النشاط المضاد للجراثيم ضد خمسة سلالات: ثلاث سلالات بكتيرية سالبة الجرام (الإشريكية القولونية و السيتروباكتري فرويندي و الكلبسيلا الرئوية)، و سلالتان بكتيريتان موجبة الجرام (المكورة العنقودية الذهبية و العصوية المخاطية الدماغية)، وسلالة فطرية (المبيضة البيضاء)

باستثناء بكتيريا الكلبسيلا الرئوية أظهر زيت اوراق الغار العطري نشاطاً تثبيطياً ممتازاً ضد جميع السلالات الاخرى المختبرة، بفعالية تتراوح بين حساسية متوسطة وحساسية شديدة. تجدر الإشارة أيضاً إلى أن هذا الزيت أثبت نشاطاً خاصاً ضد البكتيريا سالبة الغرام، ولا سيما الإشريكية القولونية ، أكثر من فعاليته ضد البكتيريا موجبة الغرام والخمائر. تبرز هذه النتائج الإمكانيات الكبيرة للزيوت الأساسية كبدايل طبيعية للعوامل المضادة للبكتيريا التقليدية، ومع ذلك، هناك حاجة إلى أبحاث إضافية لفهم آليات العمل واستكشاف التطبيقات العلاجية المحتملة للزيوت الأساسية.

الكلمات المفتاحية: زيت عطري ، اوراق شجرة الغار ، التقطير المائي، مضاد للأكسدة ، مضاد للجراثيم.

Résumé

Ce travail vise à étudier l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle d'une plante médicinale et aromatique : le laurier (*Laurus nobilis*). L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation.

L'activité antioxydante de l'huile étudiée par la méthode DPPH a montré un effet antioxydant très prometteur. Il s'agit d'une valeur très proche de l'IC₅₀ de l'acide ascorbique (vitamine C), tandis que le pouvoir antioxydant est supérieur à celui du BHT.

Les résultats du test FRAP pour l'huile de feuilles de laurier ont confirmé et concordé avec ceux du test DPPH, révélant que l'huile de *Laurus nobilis* possède une capacité réductrice très élevée, largement supérieure au BHT et très proche de l'acide ascorbique, ce qui confirme son statut d'huile antioxydante de première classe.

L'activité antimicrobienne a été étudiée contre cinq souches : trois souches bactériennes à Gram négatif (*Escherichia coli*, *Citrobacter freundii* et *Klebsiella pneumoniae*), deux souches bactériennes à Gram positif (*Enterococcus faecalis* et *Bacillus cereus*), et une souche fongique (*Candida albicans*).

À l'exception de la bactérie *Klebsiella pneumoniae*, l'huile essentielle de *L. nobilis* a montré une excellente activité inhibitrice contre toutes les autres souches testées, avec une efficacité allant de modérément sensible à extrêmement sensible. Il est également à noter que cette huile s'est révélée particulièrement active vis-à-vis des bactéries à Gram négatif, notamment *Escherichia coli*, davantage que contre les bactéries à Gram positif et les levures.

Ces résultats mettent en évidence le grand potentiel des huiles essentielles comme alternatives naturelles aux agents antimicrobiens conventionnels ; toutefois, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comprendre les mécanismes d'action et explorer les applications thérapeutiques potentielles des huiles essentielles.

Mots-clés : huiles essentielles, plantes médicinales aromatiques, hydrodistillation, antioxydant, antimicrobien.

Abstract

This work aims to study the antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil of a medicinal and aromatic plant: the bay laurel (*Laurus nobilis*). The essential oil was extracted by hydrodistillation.

The antioxidant activity of the studied oil using the DPPH method showed a very promising antioxidant effect. This is a value very close to the IC₅₀ of ascorbic acid (vitamin C), while the antioxidant power is stronger than that of BHT.

The FRAP test results for bay leaf oil confirmed and agreed with the DPPH test results, revealing that *Laurus nobilis* oil has a very high reducing capacity, far superior to BHT and very close to ascorbic acid, confirming its status as a first-class antioxidant oil.

The antimicrobial activity was studied against five strains: three Gram-negative bacterial strains (*Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, and *Klebsiella pneumoniae*), two Gram-positive bacterial strains (*Enterococcus faecalis* and *Bacillus cereus*), and one fungal strain (*Candida albicans*).

With the exception of the bacterium *Klebsiella pneumoniae*, the essential oil of *L. nobilis* showed excellent inhibitory activity against all other tested strains, with efficacy ranging from moderately sensitive to extremely sensitive. It should also be noted that this oil proved particularly active against Gram-negative bacteria, especially *Escherichia coli*, more so than against Gram-positive bacteria and yeasts.

These results highlight the great potential of essential oils as natural alternatives to conventional antimicrobial agents; however, further research is needed to understand the mechanisms of action and explore the potential therapeutic applications of essential oils.

Keywords: essential oils, aromatic medicinal plants, hydrodistillation, antioxidant, antimicrobial activity.

Liste des abréviations

L nobilis: *Laurus nobilis*

HE : huile essentielle

DPPH: 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

FRAP: Ferric Reducing Antioxidant Power

IC₅₀ : concentration inhibitrice

BMH : Bouillon Mueller Hinton

BHT : l'hydroxytoluène butylé

MHA : muler hinton agar

GNI : Gélose nutritive inclinée

M.H : Mueller Hinton

E. coli : *Escherichia coli*

C. freundii : *Citrobacter freundii*

K. pneumoniae : *Klebsiella pneumoniae*

S. aureus : *Staphylococcus aureus*

B. cereus : *Bacillus cereus*

C. albicans : *Candida albicans*

A.T.C.C: American type culture collection.

nm: nanomètre

°C : Degré Celsius

µg : microgramme

µl : microlitre

mg/ml : milligramme par millilitre

ESBL : *Extended-Spectrum Beta-Lactamase*

KPC : *Klebsiella pneumoniae* Carbapénémase

MRSA : *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*

LPS : Lipopolysaccharide

Liste des figures

Figure 01: Arbuste de <i>Laurus Nobilis L</i>	04
Figure 02 : Distribution des Lauracées à travers le monde (Steven, 2001).....	07
Figure 03 : Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau.....	10
Figure 04 : Montage de l'extraction par solvant organique.....	11
Figure 05 : Hydrodistillation assistée par micro-ondes.....	12
Figure 06 : Schéma de la technique d'extraction par le CO ₂ super critique.....	13
Figure 07 : Schéma de la technique d'extraction par hydrodistillation.....	15
Figure 08 : Les huiles essentielles.....	17
Figure 09 : La structure de terpène.....	23
Figure 10 : La structure de phénol.....	23
Figure 11 : La structure d'Ester	24
Figure 12 : La structure d'Aldéhyde	24
Figure 13 : La structure de cétone	25
Figure 14 : <i>Laurus nobilis</i>	27
Figure 15: Dispositif utilise pour l'extraction des HEs.....	28
Figure 16 : Séparation des HES par décantation.....	28
Figure 17 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH.....	29
Figure 18 : Coloration des tubes : A) Avant incubation ; B) Après incubation.....	30
Figure 19 : Mécanisme réactionnelle de la méthode FRAP.....	31
Figure 20 : Mode opératoire d'activité antioxydant par FRAP.....	32
Figure 21 : Coloration des tubes et lecture	33
Figure 22 : Méthode de diffusion sur disques.....	36
Figure 23 : IC ₅₀ d'HE, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode DPPH.....	38
Figure 24 : Résultats d'activité antioxydant par FRAP.....	39
Figure 25 : IC ₅₀ d'HE, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode FRAP.....	39

Liste des tableaux

Tableau 01: Composition photochimique de l'huile essentielle de <i>Laurus Nobilis L</i>	08
Tableau 02 : Préparation des dilutions	30
Tableau 03 : Appareils de laboratoire utilisés.....	34
Tableau 04 : Les souches utilisées dans les différents tests.....	35
Tableau 05 : Milieux utilisés pour l'activité antimicrobienne d'huile essentielle.....	35
Tableau 06 : Résultat d'extraction.....	38
Tableau 07 : Résultats d'activités antimicrobiennes d'Huile Essentielle.....	40

Introduction générale



Introduction Générale

Introduction générale

Introduction Générale

Introduction générale

L'activité antioxydante : Le stress oxydatif, caractérisé par une production excessive de radicaux libres, est un facteur clé dans le vieillissement cellulaire et le développement de pathologies lourdes (cancers, maladies cardiovasculaires et neurodégénératives). Les antioxydants naturels de *Laurus nobilis* agissent comme des boucliers cellulaires capables de piéger ces radicaux libres, offrant une alternative sûre aux antioxydants de synthèse suspectés de toxicité.

L'activité antibactérienne : L'émergence alarmante de souches bactériennes multi-résistantes aux antibiotiques classiques représente l'un des plus grands défis de la médecine moderne. L'exploration du pouvoir antibactérien des extraits ou de l'huile essentielle de Laurier noble ouvre des pistes prometteuses pour le développement de nouveaux agents antimicrobiens naturels ou de conservateurs biologiques pour l'industrie alimentaire.

PROBLÉMATIQUE

Malgré les progrès fulgurants de la médecine moderne et de la pharmacie de synthèse, la santé publique mondiale fait face aujourd'hui à deux crises majeures et interconnectées :

La crise de l'antibiorésistance : L'utilisation massive et parfois abusive des antibiotiques a favorisé l'émergence de souches bactériennes multi-résistantes. Ce phénomène réduit l'efficacité des traitements conventionnels et pousse la recherche scientifique à trouver d'urgence de nouvelles alternatives thérapeutiques naturelles, efficaces et moins sujettes au développement de résistances.

Les méfaits du stress oxydatif : Les radicaux libres et les espèces réactives de l'oxygène (ERO) sont impliqués dans de nombreuses pathologies chroniques (cancers, diabète, maladies cardiovasculaires et neurodégénératives). Si les antioxydants de synthèse (comme le BHA ou le BHT) ont longtemps été utilisés pour contrer ce phénomène ou conserver les aliments, leur sécurité d'emploi est aujourd'hui fortement contestée en raison de leurs effets toxiques potentiels à long terme. Face à ce double défi, les plantes médicinales — et plus particulièrement la flore méditerranéenne — apparaissent comme un réservoir inépuisable de molécules bioactives d'une grande diversité structurale. C'est dans ce contexte que s'inscrit l'intérêt pour *Laurus nobilis* (le Laurier noble). Bien que cette plante soit largement utilisée en médecine traditionnelle pour ses vertus empiriques, une caractérisation scientifique rigoureuse de son

Introduction générale

potentiel reste essentielle pour valider son efficacité et envisager son intégration dans les industries pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire.

Objectif du travail

S'inscrivant dans cette dynamique de valorisation des ressources naturelles, le présent travail est dédié à l'étude des activités antioxydante et antibactérienne de la plante médicinale *Laurus nobilis*. Pour répondre à cet objectif, notre démarche scientifique s'articule autour de trois axes principaux :

- L'extraction et la quantification des composés bioactifs (ou de l'huile essentielle) à partir des feuilles de la plante.
- L'évaluation du potentiel antioxydant in vitro à travers des tests reconnus (tels que le piégeage du radical libre DPPH ou le pouvoir réducteur FRAP).
- Le criblage de l'activité antibactérienne vis-à-vis de souches bactériennes de référence (à Gram positif et Gram négatif).
- Les résultats de cette étude permettront de mieux comprendre la corrélation entre le profil chimique de *Laurus nobilis* et ses performances biologiques, validant ainsi scientifiquement ses usages traditionnels.

Synthèse bibliographique



I. Généralités sur les plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des végétaux utilisés pour leurs propriétés thérapeutiques, préventives ou curatives, attribuées à la présence de substances bioactives appelées principes actifs (alcaloïdes, flavonoïdes, terpènes, tanins, etc.). Elles constituent la base historique de la médecine traditionnelle dans de nombreuses civilisations et demeurent aujourd'hui une source importante de molécules utilisées en pharmacologie moderne.

L'usage des plantes médicinales peut se faire sous différentes formes : infusions, décoctions, macérations, poudres, extraits ou huiles essentielles. Leur efficacité dépend de plusieurs facteurs, notamment l'espèce végétale, la partie utilisée (feuille, racine, écorce, fleur), le mode de préparation et la dose administrée.

Sur le plan scientifique, l'étude des plantes médicinales relève de la pharmacognosie, qui analyse leurs constituants chimiques, leurs propriétés biologiques et leurs applications thérapeutiques. Certaines plantes font l'objet d'une validation scientifique, tandis que d'autres relèvent encore principalement de l'usage traditionnel.

I-I-Généralité sur la famille des Lauracées

La famille Lauracées représente des plantes à fleurs représentées par 45 genres répartie en 2850 espèces différents. Ce sont des plantes monocotylédones qui poussent dans les régions tempérées chaudes et tropicales du monde , spécialement en Amérique du Sud et en Asie du Sud -est . La plupart des lauracées sont des arbres ou des arbustes sempervirents .Les fleurs sont jaunes , blanche ou vertes arrangées en grappes. Les fruits sont des drupes charnues qui ressemblent et sont utilisées pour la fabrication de parfums ou de savons. D'autres espèces sont exploitées pour leurs bois ou pour leurs propriétés médicales. **(Christenhusz, M. J. M., & Byng, J. W. 2016).**

D'ailleurs, la famille des Lauracées contient des espèces particulièrement importantes sur la plan économique .Toutefois on a encore du mal à se représenter la totalité de cette famille à cause de la grande diversité biologique de ces végétaux et par le manque de travaux nécessaires à leur classement .Mais on peut dire quelque généralités sur les Lauracées. **(Kubitzki, K.,1993).**

Pour reconnaître facilement une plante appartenant à la famille des Lauracées, il faut s'attarder sur sa morphologie, ainsi les caractéristiques principales des Lauracées sont :

- * Des arbustes. Il arrive que certaines espèces (Aniba rosa odora).
- * Les plantes de cette famille on la particularité d'avoir un fort pouvoir aromatique. Beaucoup d'espèces de grandes quantités d'huiles essentielles.

* Ne poussent que dans des climats tropicaux ou au minimum méditerranées. Ils ne se trouvent pas à l'état naturel en régions tempérées même si certaines espèces comme le laurier Sauce (*Laurus Nobilis*) supportent de petites gelées. D'ailleurs, les autres espèces de laurier qui peuvent être toxique, ne sont pas de véritables lauriers.

* Le fruit des Lauracées est une drupe, les drupes sont des fruits charnus ne contenant qu'une seule graine (**Kubitzki., 1993**).

Enfin, c'est une famille primitive déjà présente à l'époque de Gondwana du Mésozoïque.

2. Principe actif

Laurus Nobilis L. est un grand arbuste à écorce grise pouvant atteindre de 2 à 6 m de haut, (figure 03) voir 15 m l'état sauvage .Afin de simplifier sa récolte, il est fréquemment taillé. En arbrisseau .D'allure pyramidale, il présente un feuillage dense vert foncé et persistant. Sa croissance est généralement lente, d'environ 5 à 6 m en vingt ans, il peut facilement devenir centenaire (**Geerts et al., 2002**) .



Figure 01: Arbuste de *Laurus Nobilis* L.

3. Description de plante étudiée (*Laurus nobilis*)

3.1. Description botanique

Laurus Nobilis L. Membre de la famille des Lauracées qui renferme 32 genres et environ 2000-2500 espèces (**Barla et al., 2007**). *Laurus* nom latin, d'origine celte qui veut dire " toujours vert " allusion au feuillage persistant de la plante (**Pariente, 2001**)

Le laurier -sauce (*Laurus Nobilis*), Laurier noble ou laurier d'Apollon .Tout ces noms désignent ce petit arbre pouvant atteindre les 10 m de haut .En effet son feuillage coriace mat, composé de feuilles de 10 cm de long .de couleur vert sombre ,en fait une haie à la fois dense ,persistante et parfumée puisque les feuilles froissées dégagent un arôme balsamique

.Plutôt rustique puisqu'il résiste à -15 C° voire -18 C°, le laurier-sauce supporte aussi le climat du bord de mer, son tronc a une écorce sombre et ses fleurs d'un blanc teinté de jaune s'épanouissent de Mars à Mai formant des petits bouquets à l'axe des feuilles .Sur cet arbuste dioïque , les fleurs femelles donnent des fruits noirâtres ovotides ,de la taille d'une cerise, dont la pulpe verte est grasse .

Le laurier -sauce sait aussi se rendre utile en cuisine et grâce à ses feuilles très aromatique parfaites en "bouquet garni " pour parfumer les ragouts ou le court-bouillon, Mais ce n'est pas tout, il est intéressant de noter que cette herbe qui était pendant longtemps employée dans la nourriture comme condiment et en médecine traditionnelle a en fait, des propriétés Médicinales: digestives, antiseptiques, expectorantes, diurétiques, antirhumatismal.(**Ferreira et al., 2006**).

La plante est dioïque .C'est -à-dire que vous allez avoir des arbres mâles et des arbres femelles. Le laurier va fleurir autour du mois de Mars -Avril, avec des petites fleurs blanches /jaunâtres qui sont groupées en ombelles .Et puis ces fleurs laisseront place à des fruits qui sont de petites boules de couleur quasiment noire.

3.2. Nomenclature

Le nom de latin *Laurus Nobilis* "toujours vert" fait allusion au feuillage persistant de la plante et *Nobilis* du latin "fameux" (**Pariente, 2001**) .Son nom est aussi symbole du succès dans nos jours à travers le baccalauréat du latin " Bacca Lauri "soit baies de laurier (**Zhiri et al. 2005**). La plante possède plusieurs noms vernaculaires, "Rand", est le nom le plus connue en Algérie. Pour les autres dénominations ci-dessous. (**Anont, 2005; Ballabio, 2010**).

- Français : Laurier d'Apollon, Laurier commun, Laurier franc, Laurier noble.
- Allemand: Lorbeer samen, lorbeer.
- Anglais: Laurel oil, sweet bay, bay tree, roman Laurel, noble Laurel.
- Italien: Olio di alloro

- Portugais: louro
- Arabe: Rand, habbr'ar (warakat sidna moussaà ورقة سيدنا موسى)
- Nom targuiou berbère: Taselt ,rend.

3.3. Systématique

Tableau 01: la position systématique de *Laurus Nobilis*

Règne	Plantes
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Laurales
Famille	Lauracées
Genre	<i>Laurus</i>
Espèce	<i>Laurus nobilis</i>

3.4. Habitat et répartition géographique

Originaire d'Asie mineure d'où il fut importé par les grecs et les romains, le Laurier s'est ensuite répandu dans l'ensemble du bassin méditerranéen ainsi qu'en Inde .En France il pousse à l'état naturel sur le littoral provençal et du sud-ouest ainsi qu'en Corse , En Europe centrale il est cultivé dans des bacs car il supporte mal les hivers froids , Les principaux pays producteurs sont la Turquie qui produit deux tiers du commerce mondial (20M\$ de recette annuels) .L'Albanie, ainsi que la Grèce et L'Italie . **(Geerts et al, 2002)**



Figure 02 : Distribution des Lauracées à travers le monde (Steven, 2001)

3.5. Usage et utilisation en médecine traditionnelle

Laurier qui est un élément essentiel du bouquet garni dans nos préparations culinaires est principalement utilisé en médecine traditionnelle pour soigner les troubles de l'appareil digestif ainsi que les douleurs arthritiques (**Bendjersi, 2017**) et les maladies de la peau et la cicatrisation des plaies (**Ali-Shtayeh et al., 2000**), la névralgie et le parkinsonisme (**El Maltiet Amarouch, 2009**) des rhumatismes, du cancer, de l'épilepsie et plusieurs maladies infectieuses (**Peixoto et al., 2017**). A également des effets anesthésique, hypothermique, relaxante musculaire (**Dallmeier et Carlini, 1981**), analgésiques, diaphorétiques, antipyrétiques bien connus. Et il est utilisé dans les industries de la parfumerie et du savon (**Jeffrey et al., 2016**). Ses huiles essentielles sont dotées de pouvoirs antibactérien et antifongique avérés (**Ouibrahim et al., 2015**). Très utilisées par l'industrie agroalimentaire surtout par les conserveries des poissons. Aussi, la plante peut être utilisée traditionnellement en phytothérapie (**Taarabt et al., 2017**). En plus de leur importance médicinale, les feuilles de ces plantes sont utilisées comme agent aromatisant et pour augmenter la durée de conservation des aliments ; les olives (**Elharas et al., 2013**), les saucisses (**Da Silveira et al., 2014**), les poissons (**Snuossi et al., 2016**) car elles contiennent une activité antimicrobienne (**Nadeem et al., 2018**) et une activité antioxydante (**Dias et al., 2014**) et d'améliorer en général la sécurité des produits (**Houicher et al., 2016**). Les métabolites les plus divers de la feuille de Laurier, ont été étudiés pour leurs divers effets pharmacologiques tels que les effets cytotoxique (**Barla et al., 2007**) neuroprotecteurs (**Ham et al., 2011**).

3.6. Composition chimique (HE)

Liquides à température ambiante, les huiles essentielles sont volatiles, ce qui les différencie des huiles fixes. Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est en générale inférieure à celle de l'eau. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée. Solubles dans les solvants organiques usuels, elles sont liposolubles. Les HES ont une structure chimique très complexe dotées de nombreuses propriétés thérapeutiques et pharmacologiques. Outre que les substances actives, les HES contiennent des hydrocarbures mono et poly terpénique ou des composés oxygénés solubles dans l'eau et l'alcool. Ces composés oxygénés déterminent principalement l'odeur et la saveur des HE.

Tableau 01: Composition photochimique de l'huile essentielle de *Laurus Nobilis L*.

Oxydesterpéniques	1,8-cinéole(48,38 %)
Monoterpénols	Linalol (3,50%),terpinén-4-ol(2.84%), alpha-terpinéol(2.46%)
Phénols	Linalo (3,50%),terpinén-4-ol (2.84%),alpha-terpinéol(2.46%)
Estersterpéniques	Linalo (3,50%),terpinén-4-ol(2.84%),alpha- terpinéol(2.46%)
Monoterpènes	Sabinène (9,46%),béta-pinène(4,99%), alpha-pinène (5,77%),limonène(4,10%), para-cymène (2,38%),gamme-terpinène (2,12%),Mycènes (0,64%),camphène (0,32%),alpha-phellandrène (0,24%), alpha- Terpinène (0,28%)

3.7. Toxicité

Les feuilles de laurier et huile essentielle qu'ils ne semblent pas avoir d'effets toxiques significatifs. Mais ces derniers peuvent provoquer des réactions de sensibilisation (dermatite de contact allergique) puisqu'elles renferment des lactones sesquiterpéniques dont le principale est le costunolide **(Peter, 2004; Bruneton, 2002)** .

La présence des lactones Sesquiterpénique présentant un groupement méthyle ion exo cyclique explique le potentiel de sensibilisation modéré exercé par la drogue .La plante ne perd pas son caractère allergisant après cuisson ; ils peuvent donc conduire à des manifestations allergiques comme des inflammation buccale et /ou stomacale **(Anton, 2005)** Les études de toxicité relatives à l'huile artisanale du fruit donnent un profil de réponse similaire à Celui de l'HE des feuilles avec une probable hépto toxicité dose-dépendante **(Ballabio, 2010)**.

Il a été depuis les temps anciens utilisés à des fins rituelles et médicinales dont les principes actifs sont distribués dans les feuilles ,les fleurs , les racines , et les baie ,les principaux composés sont le 1,8-cénole, l'eugénol et le géraniol Selon la dose ,les symptômes neurologiquetelsquedeshallucinationvisuellesetauditivesàdeschangementsdansla couleur ,le temps et l'espace ,des convulsion des ,tremblements ,léthargie , confusion , délireet la psychose peuvent

apparaître qui pourrait durer jusqu'à 2-3 jours (**Caldas et al.,2008**).

Attention: Ne jamais utiliser l'huile essentielle de laurier par voie interne. Ne pas appliquer l'huile essentielle pure sur la peau en raison des risque d'allergie (**Wagstaff, 2008**).

**Méthodes d'extraction
des huiles essentielles**



I. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

I.1. Montages

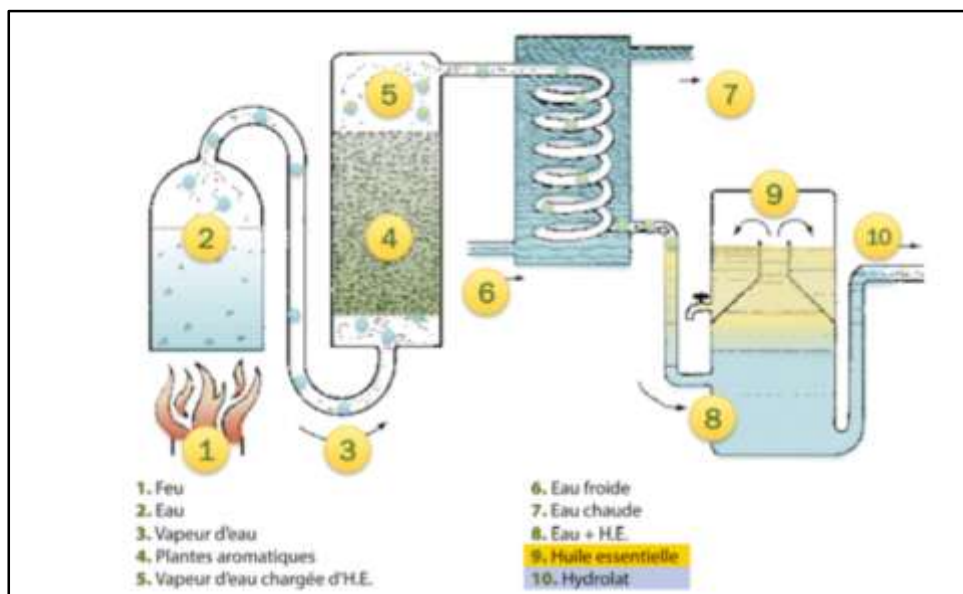


Figure_08 : Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau (**Aromathérapie, 2017**)

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)**.

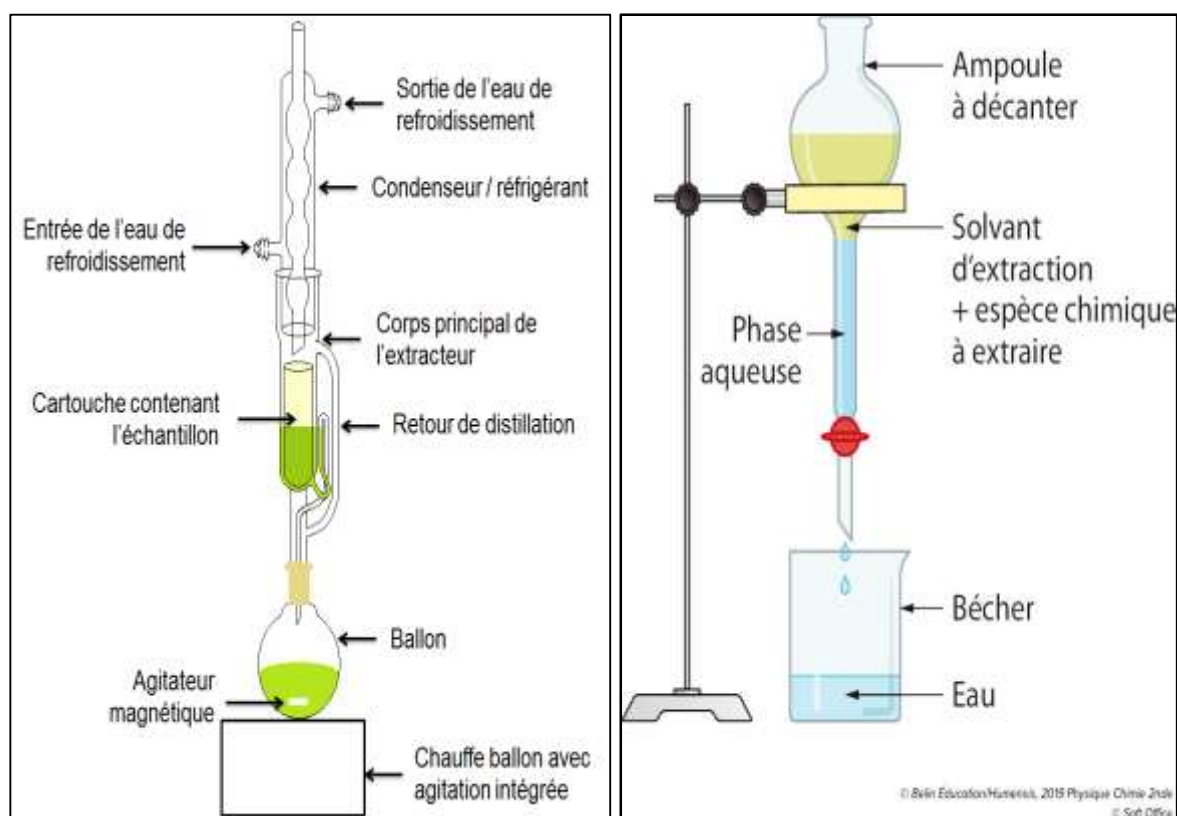


Figure_09: Montage de l'extraction par solvant organique

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

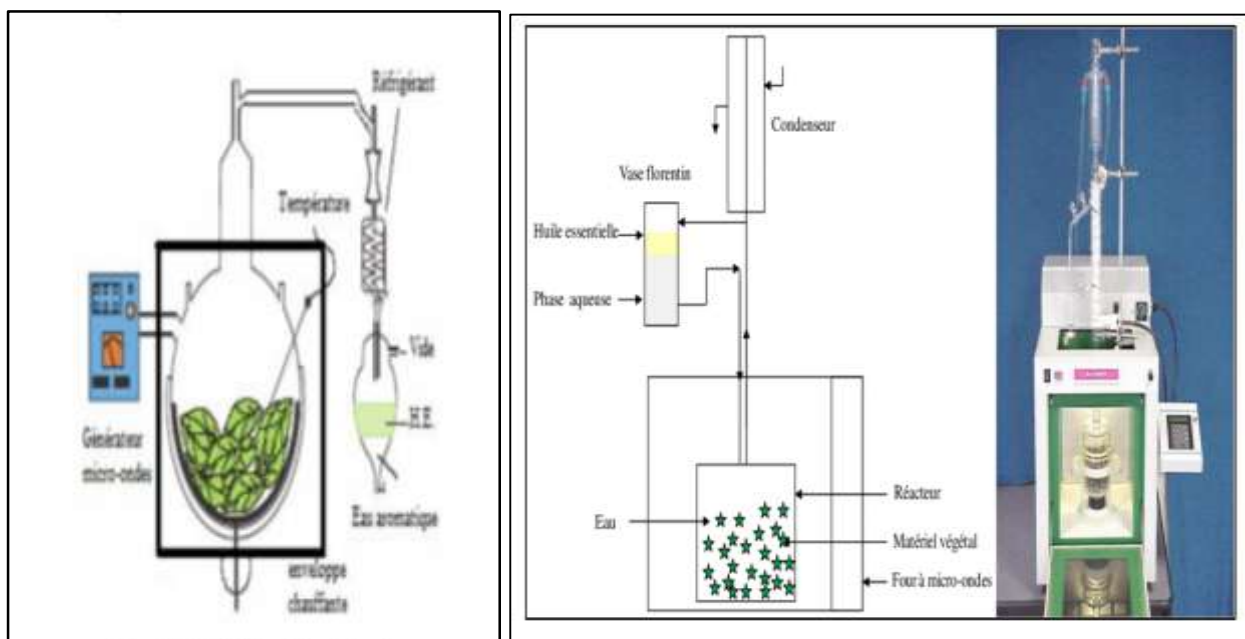


Figure_10: Hydro distillation assistée par micro-ondes (**Farhat, 2010**)

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 azéotropique 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

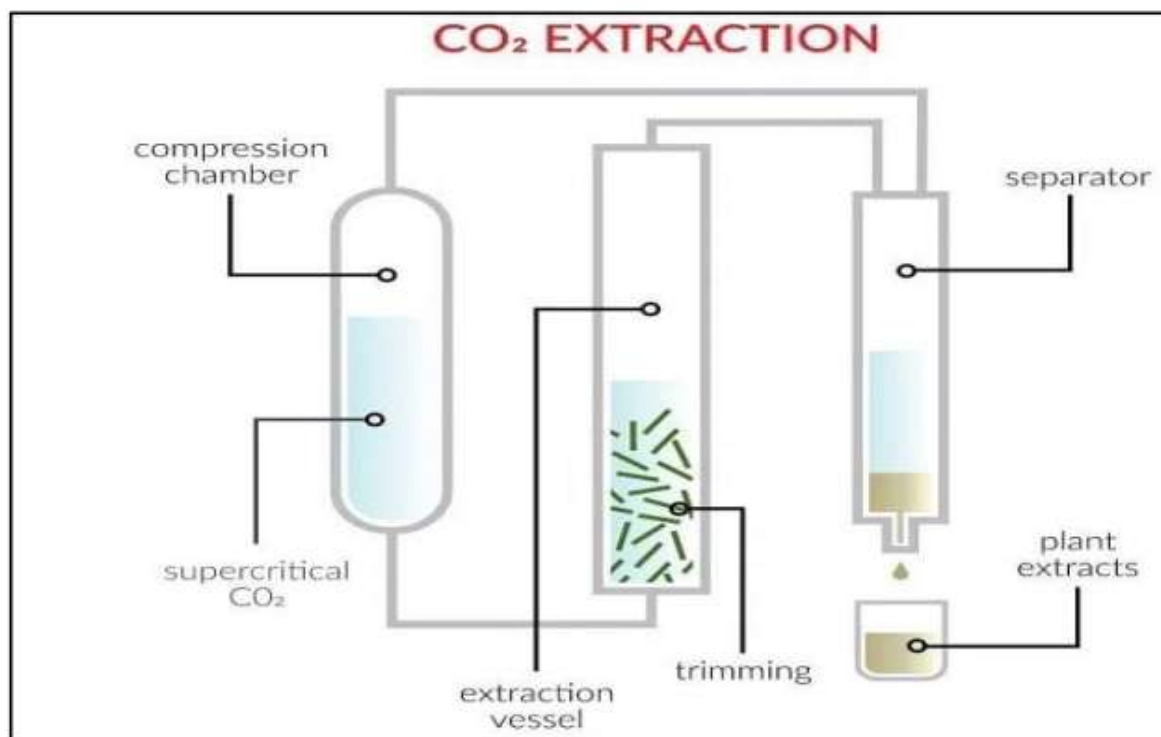


Figure _II : Schéma de la technique d'extraction par le CO₂ supercritique (**Site web 03**)

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 CO_2 , 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 CO_2 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 $T= 31.1^\circ\text{C}$). A l'état supercritique, le CO_2 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 CO_2 sont de bons solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état gazeux (**Bouras, 2018**).

4.3. Avantage et inconvénient

- Le CO_2 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 CO_2 à l'état gazeux), avec une récupération quasi totale et peu coûteuse
- L'extraction des huiles essentielles par le CO_2 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

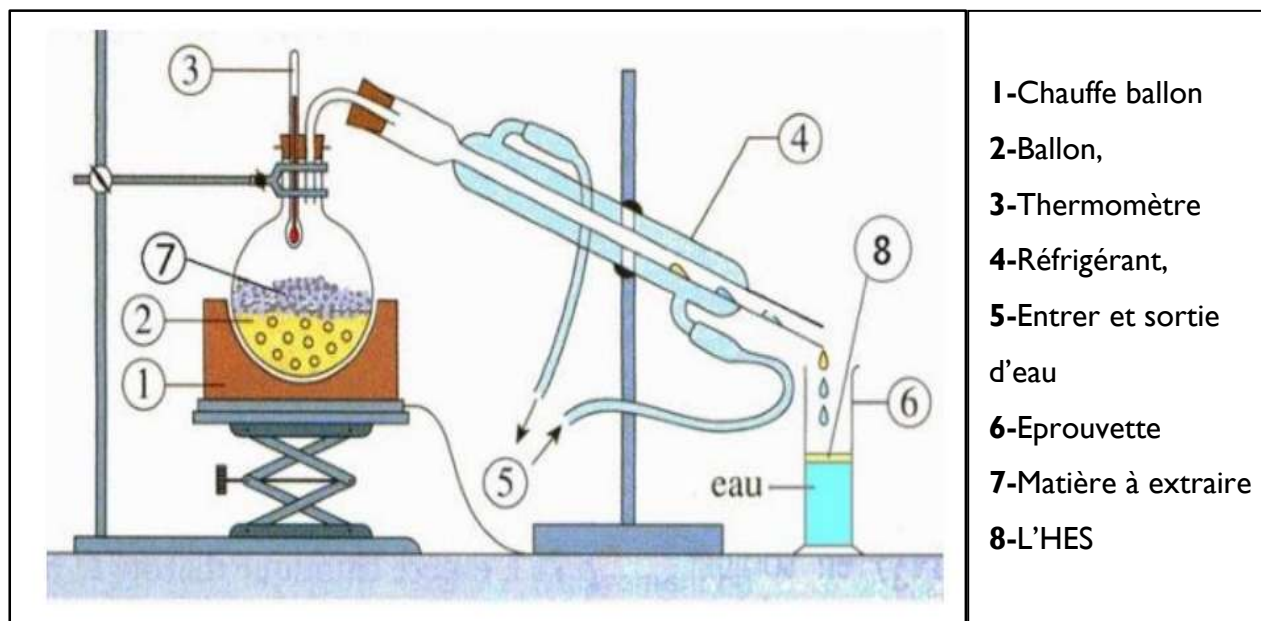


Figure_12 : Schéma de la technique d'extraction par hydro distillation

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 coélostat. **(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

Depuis des temps immémoriaux, l'humanité a reconnu et exploité les propriétés des plantes à des fins alimentaires et médicinales (**Ali-Delille,2013**). Il est estimé que deux tiers des médicaments actuellement disponibles ont des origines naturelles. Ces médicaments sont obtenus par différents moyens, tels que la semi-synthèse à partir de composés naturels, la modification de molécules existantes, ou encore grâce aux avancées en biotechnologie, donnant naissance à des vaccins et à des composés d'origine végétale, microbiologique ou animale. Seul un tiers des médicaments sur le marché ont entièrement synthétiques. (**Ali-Delille,2013**). Sur notre planète, on estime qu'il existe entre 240 000 et 300 000 espèces de plantes à fleurs. Cependant, moins de 10% de ces espèces ont été étudiées scientifiquement pour leurs propriétés médicinales (**Anthony et al. 2005 ; Diallo, 2000**).

De nos jours, la science continue de confirmer les multiples bienfaits des plantes aromatiques, de leurs huiles essentielles et de leurs extraits bruts. Leurs applications sont extrêmement variées, allant de l'industrie alimentaire où elles sont utilisées comme additifs, aux cosmétiques, parfumeries, ainsi qu'aux industries de savon et de détergents, où elles sont présentes en quantités considérables. De plus, elles sont souvent intégrées dans la composition de nombreux médicaments, sous forme de crèmes, gélules et suppositoires. (**Yahyaoui,2005**).



Figure 08 : Les huiles essentielles**2. Définition**

Selon la commission de la pharmacopées Européenne l'huile essentielle est : «Produit odorant , généralement de composition complexe , obtenue à partir d'une matière Première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau , soit par distillation sèche , soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage L'huile essentielle est le plus souvent séparé de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition »

Selon la définition de l'AFNOR (Association Française de Normalisation :AFNOR, Edition 2000), les huiles essentielles sont des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles pardistillationà l'eauouà lavapeurd'eau, soità partirdesfruitsdeCitruspardesprocédés mécaniques, et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques. **(BURT, 2004 ; KALEMBA, 2003).**

Huile essentielle (HE) de laurier, également appelée huile de Laurier ou huile essentielle de laurier doux **(Careddaetal.,2002).**

La teneur en huile des feuilles de Laurier varie de 1à 3 % en poids frais **(Demir et al., 2004).**Cette HE est utilisée comme antirhumatismal , antiseptique ,diaphorétique , digestive et diurétique ,ainsi que comme composant de parfum **(Simić et al., 2004).**Ont signalé l'utilisation de l'HE de Laurier comme additif pour conserver la viande , les fruits de mère et certain produits agricoles , en raison de ses activités antioxydants et antimicrobiennes. En raison de son activités biologique, de ses attributs gustatifs et de ses constituants aromatique actifs, l'HE de Lauriera été largement utilisée comme additif dans les industries alimentaire et cosmétique **(Franco-Vega et al., 2019).**

3. Utilisation historique et actuelle des huiles essentielles

L'utilisation des huiles essentielles remonte à la Haute Antiquité. En effet, dès 4000 avant J.C., les Égyptiens étaient capables de préparer l'essence de cèdre par distillation sèche. Ils pratiquaient également la momification avec une grande minutie, en utilisant des essences aromatiques pour leurs propriétés antiseptiques. La première mention d'une essence dans un traité médical remonte au XIIIe siècle avec celle de romarin, reconnue pour ses vertus curatives depuis l'Antiquité pour son parfum balsamique **(Nourachani, 2010).**

Les huiles essentielle sont étroitement liées à la médecine grâce au célèbre médecin et philosophe Ibn Sina" Avicenne"(980-1037), qui a produit la première huile essentielle pure de Rosa centifolia en

inventant un serpentin permettant le refroidissement rapide de la vapeur aromatique, ce qui a donné un nouveau an à la médecine à base de plantes.

Au début du XXe siècle, un Français du nom de René Maurice Gattefossé (1881-1950) s'est intéressé à l'étude des huiles essentielles et de leurs vertus médicinales, devenant ainsi le père de l'aromathérapie. Lorsqu'il s'est brûlé les mains dans un accident de laboratoire, il a instinctivement plongé ses mains dans un récipient rempli d'huile essentielle de lavande ; la plaie a guéri rapidement, le surprenant, et l'incitant à approfondir ses recherches sur les huiles essentielles et leurs propriétés **(Atmani-Merabet, 2018)**.

Enfin, dans les années 1960, le docteur Jean Valent (1920-1995) a repris les travaux de Gattefossé et a publié des ouvrages de référence sur l'aromathérapie, notamment "Aromathérapie, Traitement des maladies par les essences des plantes" en 1964. Tous deux sont considérés comme les pères de l'aromathérapie moderne **(Atmani-Merabet, 2018)**.

Actuelle

Les huiles essentielles jouent un rôle prépondérant dans divers secteurs industriels, notamment la parfumerie, les arômes alimentaires, la cosmétique et l'industrie alimentaire. Dans le domaine de la parfumerie, elles sont des ingrédients essentiels pour la création de fragrances uniques. Les arômes alimentaires incorporent de plus en plus d'huiles essentielles afin d'enrichir les saveurs d'une variété de produits tels que le café, le thé, le vin, les yaourts, etc. De plus, les huiles essentielles sont fréquemment utilisées pour parfumer les produits cosmétiques tels que les savons et les crèmes. **(PPAMDEFrance ET ConsortiumHE, 2021)**.

Dans l'industrie alimentaire, les huiles essentielles pures sont particulièrement appréciées pour leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes, qui contribuent à prolonger la durée de conservation des aliments. Des huiles essentielles telles que la menthe poivrée, la lavande, le romarin et l'eucalyptus, extrait de plantes, sont couramment utilisées dans l'industrie alimentaire. **(PPAMDEFrance ET ConsortiumHE, 2021)**.

En France, le marché des huiles essentielles est en expansion, avec une production notable d'huiles essentielles de lavande et de lavandin destinées à l'exportation vers des pays comme les États-Unis et la Suisse. **(PPAMDEFrance ET ConsortiumHE, 2021)**.

4. Propriétés organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles, qui se réfèrent aux attributs perçus par les sens humains, notamment la couleur, la saveur et l'odeur, peuvent présenter une grande diversité selon le type

d'huile essentielle **(FRANCHOMMEP, 2001)**. Voici une analyse détaillée de chacune de ces propriétés:

4.1. La couleur

La couleur des huiles essentielles peut varier de transparente à jaune, verte, brune, voire même bleue, en fonction des composés chimiques présents dans l'huile. Certaines huiles essentielles, telles que l'huile de camomille romaine, peuvent exhiber des teintes bleues ou vertes dues à la présence de chamazulène. D'autres peuvent arborer des teintes jaune pâle, comme c'est le cas pour l'huile essentielle de citron. **(FRANCHOMME P, 2001)**.

4.2. L'odeur

L'odeur des huiles essentielles constitue l'une de leurs caractéristiques les plus remarquables et est souvent exploitée en aromathérapie pour ses effets thérapeutiques. Chaque huile essentielle dégage une odeur unique, résultant de la combinaison de divers composés chimiques volatils. Par exemple, l'huile essentielle de lavande est caractérisée par son parfum floral, doux et apaisant, tandis que celle d'eucalyptus offre une odeur fraîche, camphrée et revigorante. L'odeur peut être décrite en termes de notes de tête (les premières senteurs perçues), de notes de cœur (les arômes principaux) et de notes de fond (les effluves persistantes). Il convient de noter que les propriétés organoleptiques peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment la variété de la plante, le lieu de culture, les conditions climatiques, les méthodes d'extraction et de distillation, ainsi que la qualité et la pureté de l'huile essentielle. **(FRANCHOMMEP, 2001)**.

4.3. La saveur

La saveur des huiles essentielles est souvent décrite comme intense et concentrée. Certaines peuvent présenter des notes amères ou épicées, tandis que d'autres sont plutôt douces ou acidulées. Par exemple, l'huile essentielle de menthe poivrée offre une saveur fraîche, mentholée et légèrement sucrée, tandis que celle de gingembre se distingue par son caractère épicé et chaud. **(FRANCHOMME P, 2001)**.

5. Propriétés physiques

Les essences et les huiles essentielles partagent des caractéristiques physiques communes, mais leur diversité chimique induit des variations significatives. À température ambiante, les huiles essentielles se présentent sous forme liquide, bien que des exceptions subsistent. Par exemple, l'huile essentielle de

myrrhe est visqueuse, celle de bois de gaïac est pâteuse, tandis que celle de cèdre de Virginie peut se solidifier, de même que parfois celle de rose ou encore un mélange solide-liquide lors de l'extraction de la badiane. **(DESCHEPPER, R. 2017).**

Les huiles essentielles sont volatiles, ce qui les rend aptes à être entraînées par la vapeur et à dégager des arômes prononcés, les distinguant ainsi des huiles végétales grasses ou "fixes". Leur évaporation diffère en fonction de leur composition chimique ; par exemple, les mono terpènes sont bien plus volatils que les sesqui terpènes. **(DESCHEPPER, R. 2017).**

Les essences sont lipophiles et généralement peu solubles dans l'eau, bien que certains composants, tels que la verbénone du romarin ou le lavandulol de la lavande vraie, présentent une certaine solubilité. Certains composants sont même hautement hydrosolubles, favorisant la formation d'émulsions lors de l'extraction, comme dans le cas de l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan. **(DESCHEPPER, R. 2017).**

Leur solubilité est totale dans les huiles grasses, constituant leurs meilleurs solvants, et élevée dans les alcools forts et les solvants organiques.

La couleur des huiles essentielles est extrêmement variée, allant de l'ultra-violet du zeste de mandarine au rouge de certaines sarriettes ou au jaune pâle de la sauge sclérée. La plupart ont une teinte jaune presque imperceptible, qui peut s'assombrir avec le temps en raison de l'oxydation. **(DESCHEPPER, R. 2017).**

La densité des huiles essentielles, mesurée par rapport à celle de l'eau distillée à 20°C, varie en fonction de leur composition chimique. La plupart ont une densité inférieure à celle de l'eau, mais certaines, comme celles de gaulthérie couchée ou d'oignon, ont une densité supérieure.

L'indice de réfraction, mesuré à 20°C, est généralement élevé pour les huiles essentielles. Par exemple, celui de l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan est compris entre 1,573 et 1,591. **(DESCHEPPER, R. 2017).**

Le pouvoir rotatoire, qui dépend des molécules chirales, exprime leur capacité à dévier la lumière polarisée. Les huiles essentielles présentent des valeurs variables en fonction de la nature et de la concentration des molécules chirales qu'elles contiennent, comme l'oranger et la menthe poivrée, qui affichent respectivement des valeurs de +105° et de -17,75° **(DESCHEPPER, R. 2017).**

6. Propriétés reconnues des huiles essentielles

Les huiles essentielles détiennent un éventail de propriétés reconnues qui méritent attention. Voici une exposition détaillée de ces caractéristiques :

- **Propriétés anti-infectieuses:** Les composés aromatiques les plus remarquables pour leur

activité antibactérienne sont les phénols, présents notamment dans l'huile essentielle de clou de girofle. Par ailleurs, il est à noter que les virus se montrent assez sensibles aux huiles essentielles contenant des phénols et des monoterpénols, entre autres. **(DESCHEPPER, R. 2017).**

- **Propriétés anti-inflammatoires:** Les huiles essentielles renfermant des aldéhydes présentent des vertus actives contre l'inflammation, aussi bien en usage interne que l'huile essentielle de gingembre. **(DESCHEPPER, R. 2017).**
- **Régulation du système nerveux:** Entant qu'antispasmodiques, les esters et les éthers présents dans les huiles essentielles agissent sur les spasmes des muscles lisses ou striés. Par ailleurs, les aldéhydes, tels que les citrals contenus dans des huiles essentielles Comme celle de mélisse ou de verveine citronnée, favorisent la relaxation et le sommeil, agissant également comme des analgésiques et des antalgiques. **(DESCHEPPER, R. 2017).**
- **Propriétés drainantes respiratoires :** Les huiles essentielles riches en oxydes (comme le 1,8 cinéole) telles que l'huile essentielle d'eucalyptus globules ou de romarin, exercent une action expectorante en stimulant les glandes bronchiques et les cils de la muqueuse bronchique. Les huiles essentielles contenant des cétones (comme la verbénone dans l'huile essentielle de romarin) ont quant à elles une action fluidifiante en dissolvant les sécrétions accumulées au niveau de la muqueuse. **(DESCHEPPER, R. 2017).**
- **Propriétés digestives:** Des huiles essentielles telles que celles de cumin (contenant ducuminal), d'anisétoilé ou d'estragon présentent des actions digestives et apéritives en stimulant la sécrétion des sucs digestifs. L'huile essentielle de menthe poivrée, quant à elle, diminue les nausées. **(DESCHEPPER, R. 2017).**
- **Propriétés cicatrisantes:** Les huiles essentielles reconnues pour leurs propriétés cicatrisantes sont celles de la vande vraie, d'immortelle et de myrrhe. On observe souvent l'utilisation d'un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'amande douce **(DESCHEPPER, R. 2017).**

7. Critères de qualité des huiles essentielles

8. Composition chimique

La composition chimique d'une huile essentielle est influencée par de nombreux facteurs. Certains sont associés aux processus d'extraction imposés, mais l'essence de la composition chimique dépend principalement de celle produite par la plante, influencée par des facteurs environnementaux et surtout par le patrimoine génétique de la plante.

La présence ou l'absence d'un constituant chimique à chaque étape de la croissance est déterminée exclusivement par le patrimoine génétique de la plante, tandis que sa concentration est influencée à la fois par la génétique et par des facteurs environnementaux. **(BENAYAD N.,2008)**

Les huiles essentielles peuvent contenir plusieurs milliers de molécules différentes. Une seule huile essentielle peut contenir plusieurs dizaines, voire des centaines, de composés chimiques différents, présents dans des proportions très variables. En revanche, certaines huiles essentielles peuvent être dominées par une molécule presque pure, ce qui rend la présence d'autres composants négligeable. C'est notamment le cas de la gaulthérie couchée (*Gaultheria procumbens* L.), qui peut contenir jusqu'à plus de 99% de salicylate de méthyle. **(BENAYAD N.,2008)**

Parmi ces facteurs nous citons:

Terpènes: Ce sont les composés les plus courants dans les huiles essentielles, comprenant des mono terpènes et des sesquiterpènes. Ils contribuent à l'arôme et aux propriétés thérapeutiques des huiles essentielles. Par exemple, le limonène, présent dans les agrumes, est un mono terpène courant. **(BENAYAD N.,2008)**

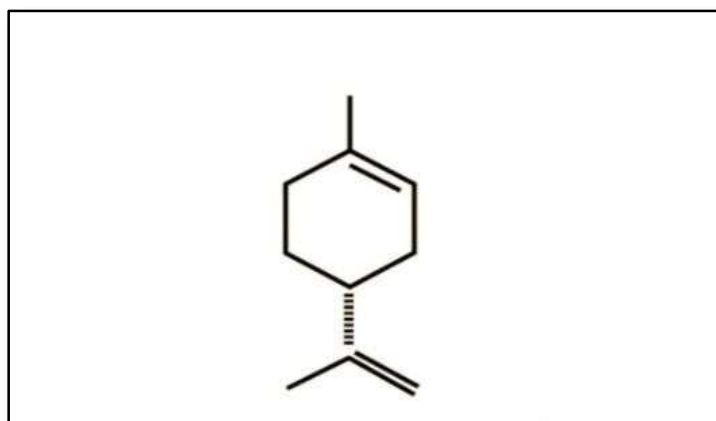


Figure 09 : La structure de terpène. (BENAYAD N.,2008)

Phénols: Ils ont des propriétés antiseptiques et antibactériennes. Par exemple, le thymol dans l'huile essentielle de thym. **(BENAYAD N.,2008)**

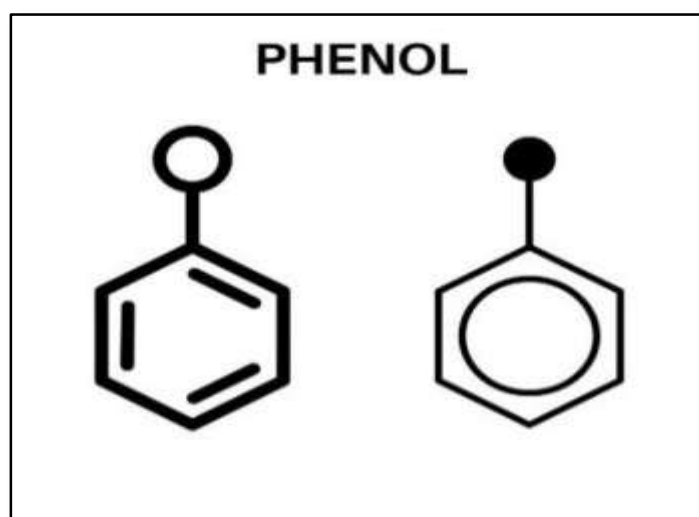


Figure 10 : La structure de phénol.(BENAYADN.,2008)

Esters: Ces composé sont souvent des arômes fruités et contribuent à l'aspect relaxant des huiles essentielles. Par exemple, le linalol dans l'huile essentielle de lavande. (BENAYAD N.,2008)

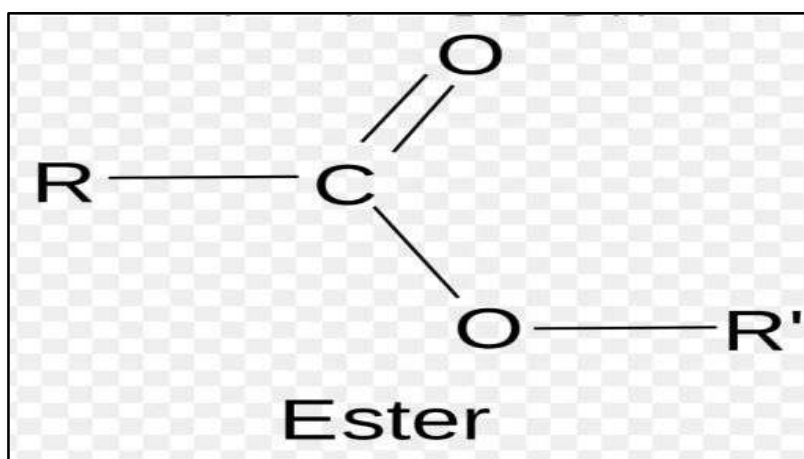


Figure 11 : La structure d'Ester (BENAYADN.,2008)

Aldéhydes: Ils ajoutent des notes agréables aux arômes des huiles essentielles. Par exemple, le citral dans l'huile essentielle de citronnelle (BENAYADN.,2008)

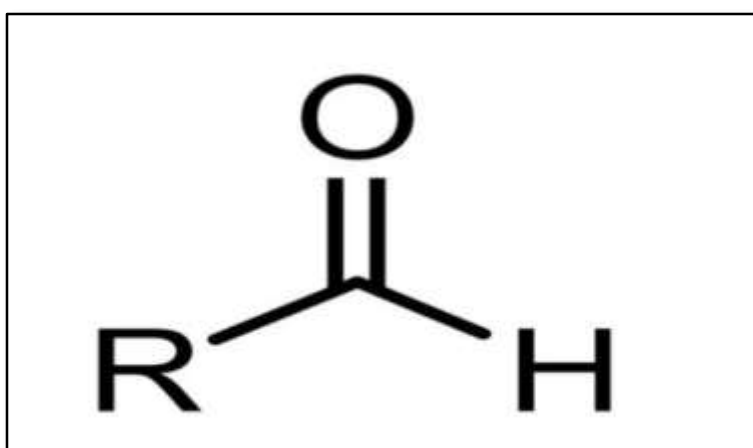


Figure 12 : La structure d'Aldéhyde.(BENAYADN.,2008)

Cétones: Ils peuvent avoir des propriétés sédatives ou toniques, selon leur composition. Par exemple, le carvone dans l'huile essentielle de menthe poivrée.

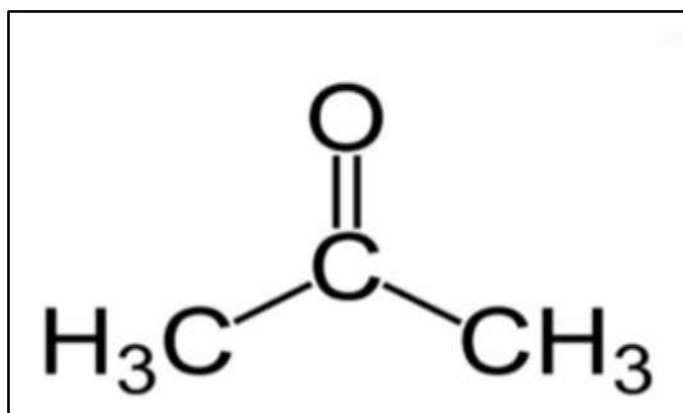


Figure 13 : La structure de cétone. (BENAYADN.,2008)

9. Activités biologiques

Les huiles essentielles possèdent diverses activités biologiques, bien que leur rôle physiologique exact dans le règne végétal demeure encore inconnu. Leur diversité moléculaire confère à ces composés des propriétés biologiques variées.

Par exemple, des études ont mis en évidence une activité anti-inflammatoire pour les huiles essentielles de *Protium strumosum*, *Protium lewellynii* et *Protium grandifolium* (SIANI ET AL., 1999). D'autres recherches ont montré que les huiles essentielles de *Chromolaena odorata* et de *Mikania cordata* présentaient une inhibition de la lipoxigénase L-1 de soja, un modèle de la lipoxigénase humaine (5-LO) impliquée dans les processus inflammatoires (BEDI ET AL., 2004).

De plus, une étude ultérieure a révélé des effets positifs sur la fonction de la Cyclooxygénase de la Prostaglandine H-synthétase pour les huiles essentielles de *Chromolaena odorata* (BEDI ET AL., 2010). Enfin, les mêmes auteurs ont rapporté des activités inhibitrices sur la cyclooxygénase pour les huiles essentielles de *Cymbopogon giganteus*, *Ocimum gratissimum* et *Eucalyptus citriodora* (BEDI ET AL., 2003).

De nombreuses huiles essentielles, telles que celles de thym, de citronnelle, de cannelle et de *Melaleuca alternifolia*, ont également montré des activités antifongiques (Burt, 2004). Par ailleurs, l'efficacité des huiles extraites des achillées contre la levure pathogène *Candida albicans* a été démontrée dans plusieurs études (BAREL ET AL., 1991; UNLU ET AL., 2002; CANDAN ET AL., 2003).

Certaines huiles essentielles présentent des activités anti-tumorales et sont étudiées pour leur potentiel dans le traitement préventif de certains types de cancers. Par exemple, l'huile essentielle isolée

des graines de *Nigella sativa* a démontré une activité cytotoxique invitro contre différentes lignées tumorales et a montré des effets bénéfiques in vivo dans la limitation de la prolifération des métastases hépatiques (**MBAREK ET AL., 2007**). De même, l'huile essentielle de *Melissa officinalis* a montré son efficacité contre certaines lignées de cellules cancéreuses humaines (**DE SOUSA ET AL.2004**)

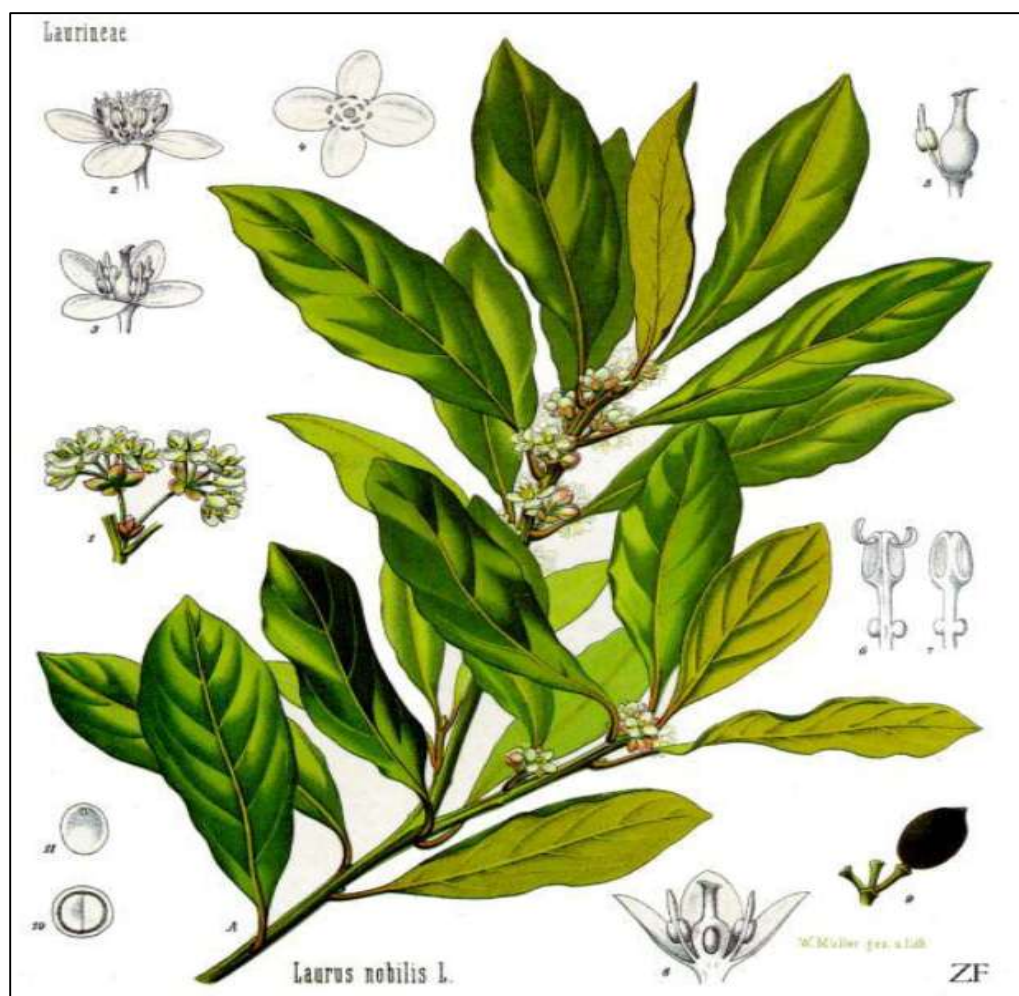
MATERIELS ET METHODE



Matériel et méthodes

I. Matériel végétal

- ✓ **La plante étudiée** : *Laurus nobilis* (partie aérienne)
- ✓ **Huile essentielle** : partie aérienne extraite par Hydrodistillation
- ✓ **Région** : Ain Temouchent
- ✓ **Les récoltées** ont été effectuées dans différentes périodes.



Figure_I4: *Laurus nobilis*

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 4h et 30 min, l'hydrodistillation a été accomplie à l'aide d'un dispositif suinant : **(Figure 15)**.



Figure_15: Dispositif utilise pour l'extraction des HEs.

Une quantité du matériel végétal est mise en contact direct avec l'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition. 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_16 : 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 ce travail d'étudier les propriétés antioxydantes d'huile essentielle de *Laurus nobilis* à l'aide de deux méthodes différentes : l'activité de piégeage radicalaire (DPPH) et le pouvoir réducteur (FRAP).

3.1. Méthode de réduction du radical libre DPPH

L'activité antioxydante des huiles essentielles des plantes étudiées, leurs mélanges et des antioxydants standards 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**)

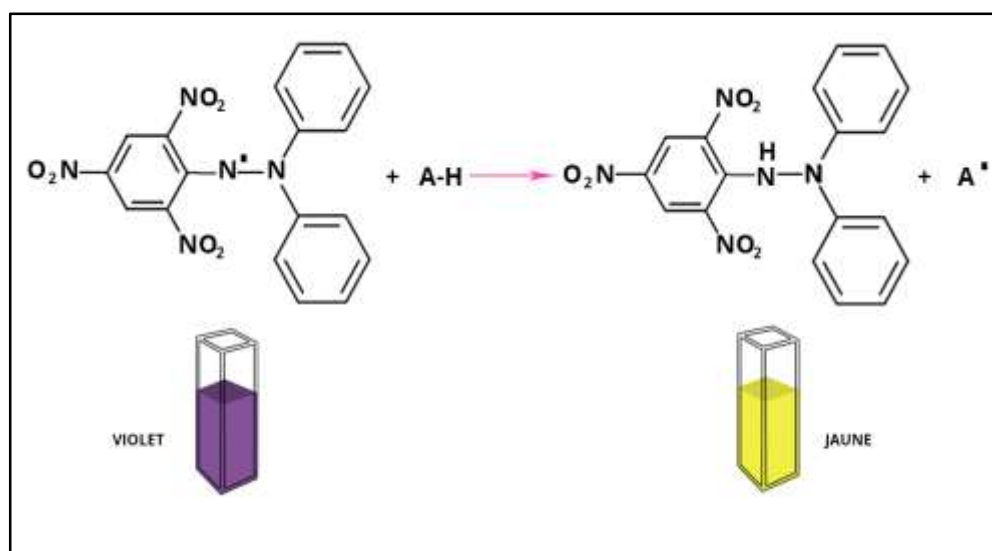


Figure_17: Mécanisme de réduction du radical libre DPPH (**BENYOUCEF, 2020**)

3.2.1. Mode opératoire

A. 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.

B. 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 (10 ml).

C. Préparation des dilutions

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

Tableau_02 : Préparation des dilutions

N° de tube	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Concentration (mg/ml)	20	15	10	5	2.5	1.5	1	0.5	0.25	0.1
Dans chaque tube en ajout 2 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 _18 : Coloration des tubes : **A)** Avant incubation ; **B)** Après incubation

D. Lecture des résultats d'activité antioxydant

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

3.2.2. Le pourcentage de l'inhibition

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

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

L'inhibition radicalaire de DPPH est généralement présentée par la valeur IC_{50} , celle-ci est la concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du radical libre DPPH• présent dans le milieu réactionnel. Une faible valeur de l' IC_{50} indique une activité antioxydante forte. Cette valeur a été calculée par régression linéaire des pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations des échantillons préparés.

3.2. Méthode de réduction des ions ferreux (FRAP)

Cette méthode colorimétrique est couramment utilisée pour étudier le pouvoir anti radicalaire, elle consiste à mesurer la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique Fe^{3+} présent dans le complexe ferricyanure de potassium $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ en fer ferreux Fe^{2+} en donnant un électron. Par la suite la teneur en ions Fe^{2+} peut être contrôlée et mesurée par la formation du bleu de Perl à 700 nm. Une augmentation de l'absorbance (DO) indique une augmentation de la capacité réductrice (**BENYOUCEF, 2020**)

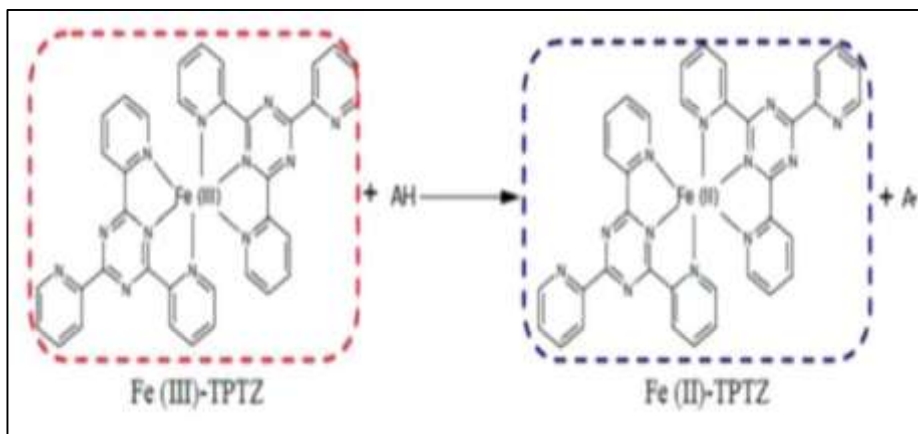


Figure_19 : Mécanisme réactionnelle de la méthode FRAP

3.2.1. Mode opératoire

Cette méthode est déterminée en utilisant la technique d'Oyaizu (1986). Les différentes concentrations des huiles dans l'éthanol (1 ml) sont mélangées avec 2,5 ml de la solution tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et 2,5 ml de ferricyanure de potassium $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (1%). Les mélanges sont incubés à 50°C pendant 20 min. Après, 2,5 ml d'acide trichloracétique (10%) est additionné. Le tout est centrifugé à 3000 tours pendant 10 min. A la fin 2,5 ml du surnageant de chaque concentration est mélangé avec 2,5 ml de l'eau distillée et 0,5 ml de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0.1%).

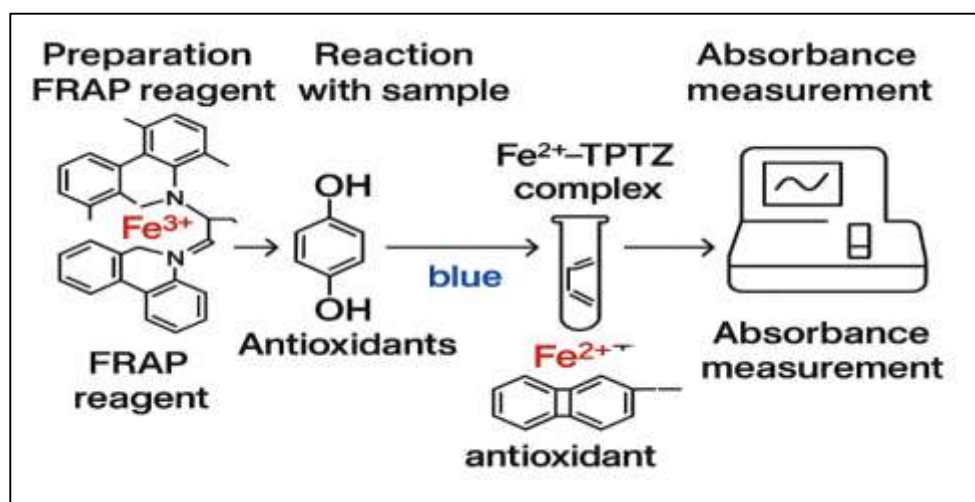


Figure_20 : Mode opératoire d'activité antioxydant par FRAP

Après 30 min d'incubation, l'absorbance est mesurée à 700 nm en utilisant un spectrophotomètre à double faisceaux visible. L'augmentation de l'absorbance dans le milieu réactionnel indique l'augmentation de la réduction de fer. L'acide ascorbique et le BHT (Hydroxytoluène butylé, ou E321) est utilisés comme contrôles positifs. Une absorbance accrue de la réaction signifie une puissance réductrice accrue et comparée à celle de l'acide ascorbique et le BHT comme références. Activité chélatant des ions ferreux est testée pour évaluer l'interaction composé-fer, nous avons réalisé le test de Ferrozine qui évalue la capacité d'interaction avec le fer, empêchent la formation du complexe entre la forme métallique réduite et le ferrozine.

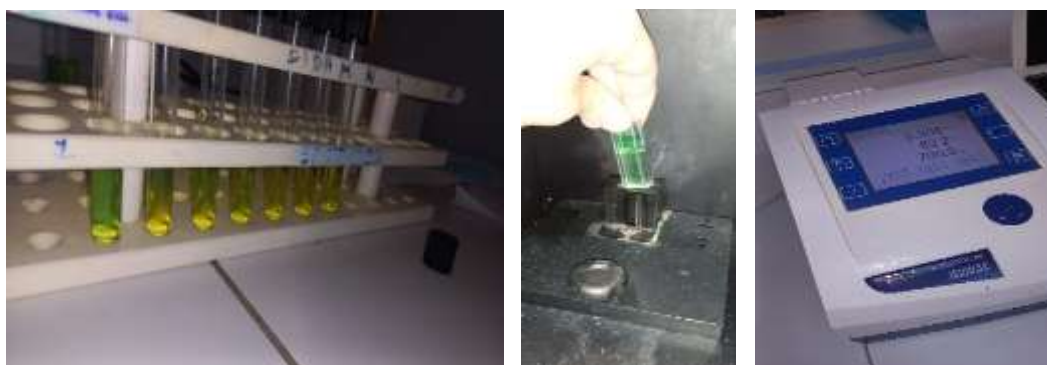


Figure_ 21 : Coloration des tubes et lecture

3.2.2. Le pourcentage de l'inhibition

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

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

3. Etude de l'activité anti bactérienne

3.1. Matériel utilisé

	
Bec bunsen	tubes à essai

	
Papier whatman (Ø=6mm)	Flacons de milieu de culture
	
Boite de Pétrie	Ecouvillon

3.2. Appareils

Différents appareils ont été utilisés pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne. (**Tableau 9**).

Tableau_3 : Appareils de laboratoire utilisés

Matériel	Utilisation
Plaque chauffante agitatrice	Préparation du milieu de culture
Réfrigérateur	Conservation des échantillons
Autoclave	Stériliser les matériels et les milieux de culture
Etuve	Incubation les souches bactériennes

3.3. Matériel biologique

Les souches bactériennes utilisées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau_04: Les souches utilisées dans les différents tests.

Souches	Gram	Code
<i>Escherichia coli</i>	Négatif	ATCC 25922
<i>Citrobacter freundii</i>		ATCC 13316
<i>Klebsiella pneumoniae</i>		ATCC 13883
<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	ATCC 43862
<i>Bacillus cereus</i>		ATCC 10876
<i>Candida albicans</i>	Levure	ATCC 10231

A.T.C.C: American type culture collection.

3.4. Milieu utilisés

Tableau_05: Milieux utilisés pour l'activité antimicrobienne d'huile essentielle

Milieu		Utilisation
Liquide	Bouille Mueller Hinton	Préparation de l'inoculum des souches bactérienne.
Solide	Gélose Mueller Hinton	Colé dans des boîtes Pétri pour l'ensemencement des souches bactériennes.

3.5. Méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobiennes

3.5.1. Purification

Dans le respect des conditions d'asepsie et afin de régénérer les souches de référence, les micro-organismes ont été transférés à partir de cultures conservées sur gélose nutritive inclinée (GNI). Chaque souche a été inoculée séparément dans 10 ml de bouillon MH, puis incubée à 37°C pendant 24 heures. Après incubation, deux ensemencements par épuisement ont été réalisés à partir de chaque tube dans des boîtes de Pétri contenant le milieu de culture MH. Les boîtes ont ensuite été incubées à 37°C pendant 24 heures.

3.5.2. Test de l'activité antibactérienne (*Méthode de diffusion sur disques*)

Ce test permet d'évaluer l'activité antimicrobienne des huiles essentielles (huiles essentielles individuelles et croisées des plantes) de manière simultanée. La méthode se déroule en trois étapes principales : la préparation de l'inoculum, l'ensemencement et le dépôt des disques. Des disques stériles de papier filtre de 6 mm de diamètre, imprégnés de 10 μ l ou 15 μ l d'huile essentielle, sont déposés à la surface d'un milieu Mueller-Hinton contenu dans une boîte de Pétri préalablement ensemencée.

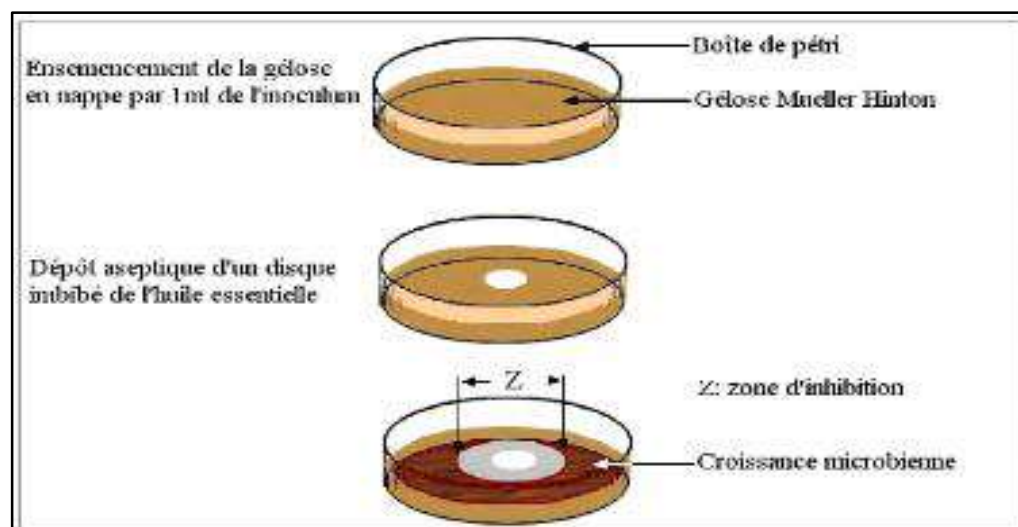


Figure_ 22 : Méthode de diffusion sur disques. (BENDJABOUR, 2019)

L'ensemencement est réalisé à l'aide d'un écouvillon imbibé d'une suspension bactérienne préparée dans le bouillon MH. La densité optique de cette suspension doit être comprise entre 0,08 et 0,1 à 625 nm, correspondant approximativement à 10^8 UFC/ml. La suspension bactérienne est ensuite répartie uniformément sur toute la surface de la gélose MH sèche en effectuant des stries serrées de haut en bas. Cette opération est répétée deux fois en tournant la boîte de 60° à chaque passage, tout en faisant pivoter l'écouvillon sur lui-même. Enfin, l'ensemencement est complété en passant l'écouvillon sur le bord de la gélose.

3.5.3. Lecture des résultats

Les boîtes de Pétri ont été maintenues à 4°C pendant environ 2 heures afin de favoriser la diffusion des huiles essentielles dans le milieu de culture. Elles ont ensuite été incubées à 37°C pendant 24 heures. Après incubation, l'activité antibactérienne a été déterminée en mesurant, en millimètres, le diamètre des zones d'inhibition observées autour des disques. Des disques d'antibiotiques contenant de la Gentamicine (10 μ g) ont été utilisés comme référence.

L'efficacité de l'huile essentielle se traduit par l'apparition d'un halo transparent autour du disque, indiquant une absence de croissance bactérienne. Cette zone, appelée zone d'inhibition, est mesurée en millimètres afin d'évaluer la sensibilité des souches bactériennes vis-à-vis du principe actif testé. Selon l'échelle de concordance utilisée, les bactéries peuvent être classées comme sensibles, intermédiaires ou résistantes.

Les résultats sont interprétés selon quatre degrés d'activité (**Ponce et al., 2003**) :

- ✓ (-) souche résistante
- ✓ (+) souche sensible
- ✓ (+ +) souche très sensible
- ✓ (+ + +) extrêmement sensible

RESULTATS ET DISCUSSIONS



I. Résultats

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

Tableau_06 : Résultat d'extraction.

	Partie utilisé	Rendement
<i>Laurus nobilis</i>	Tiges + Feuilles + Fleures	0.51 %

I.2. Résultats d'activité antioxydant par DPPH

L'inhibition radicalaire de DPPH est généralement présentée par la valeur IC_{50} , celle-ci est la concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du radical libre DPPH• présent dans le milieu réactionnel. Une faible valeur d' IC_{50} indique une activité antioxydante forte (Figure_24). Cette valeur a été calculée par régression linéaire des pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations des échantillons préparés.

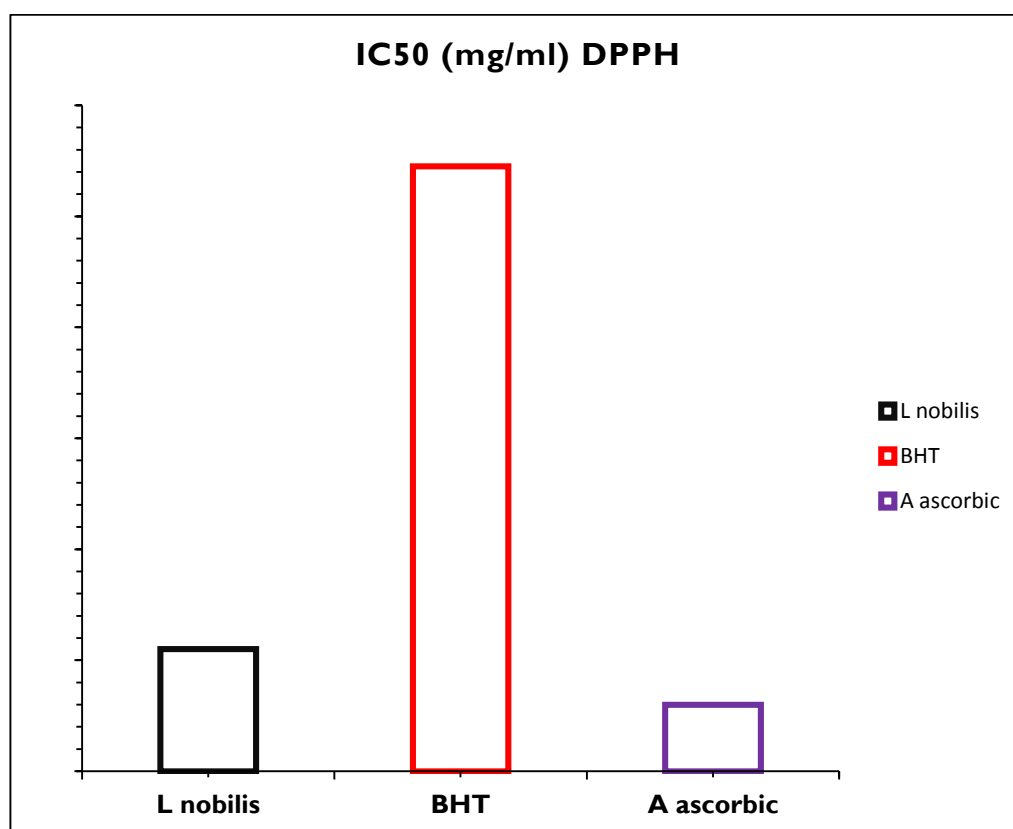


Figure_23 : IC_{50} d'HE, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode DPPH

Nous remarquons que l'huile essentielle de *L nobilis* a à montrer une excellente activité antioxydante, qui été largement supérieure à celle du témoin BHT et très proche d'Acide ascorbique.

I.3. Résultats d'activité antioxydant par FRAP

L'activité antioxydante des huiles essentielles des plantes étudiées a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en observant la réduction du Fe^{3+} en fer ferreux Fe^{2+} , Ce qui entraîne un changement de couleur : la solution initialement jaune (due à la présence d'ions ferriques Fe^{3+}) vire progressivement au bleu-vert, mesurable à 700 nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance provoquée par des substances anti-radicalaires. Le pourcentage d'inhibition (%) pour chaque résultat a été calculé.



Figure_24 : Résultats d'activité antioxydant par FRAP

L'activité inhibitrice est généralement évaluée par sa valeur IC_{50} , qui représente la concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du Fe^{3+} présent dans le milieu réactionnel en Fe^{2+} . Une valeur faible de l' IC_{50} témoigne d'une forte activité antioxydante. Cette concentration minimale d'inhibition (IC_{50}) est déterminée graphiquement à partir des courbes de tendance linéaire, puis utilisée pour comparer l'activité antioxydante de l'acide ascorbique et du BHT.

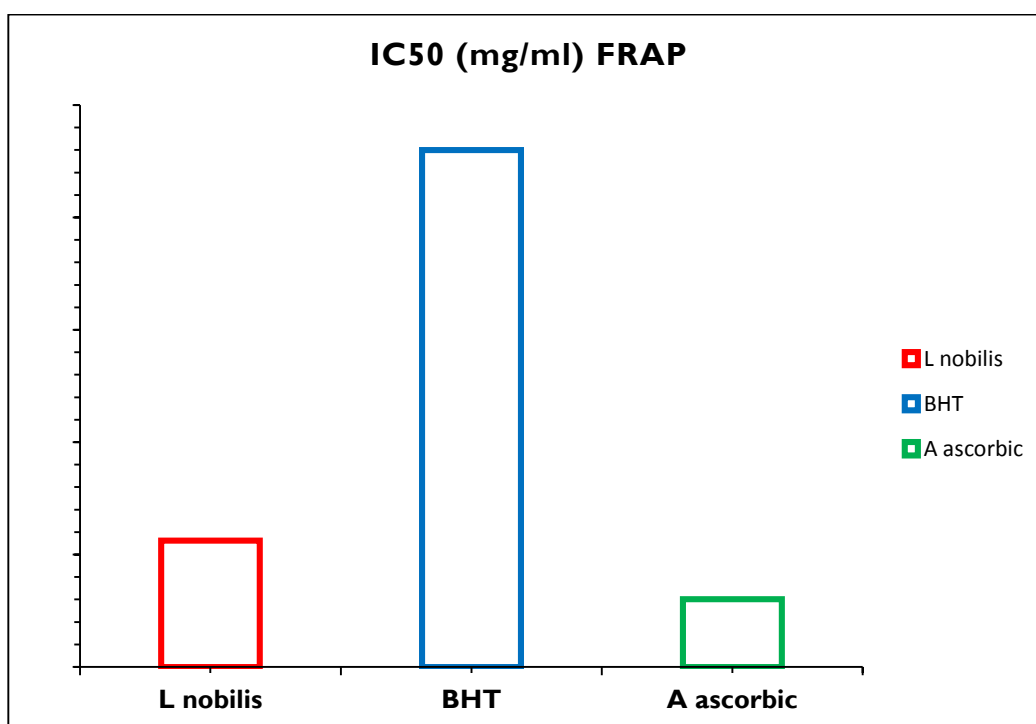


Figure_25 : IC_{50} d'HE, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode FRAP

Nous remarquons que l'huile essentielle de *L. nobilis* à montrer une activité antioxydante très forte qui été largement supérieure à celle du témoin et très proche d'Acide ascorbique.

I.3. Résultats d'activités antibactériennes

La méthode de diffusion sur disque également nommé aromatogramme, c'est un procédé qualitatif qui nous permettra de tester la sensibilité ou la résistance des microorganismes aux huiles essentielles. Le tableau 07 présente les résultats de sensibilité des souches microbiennes (les diamètres d'inhibition) vis-à-vis des huiles étudiées par la méthode de disque.

Tableau_07: Résultats d'activités antimicrobiennes d'Huile Eessentielle.

Microorganismes	Disc diffusion / Niveaux d'activité	
	<i>L. nobilis</i>	T (+)
bactéries Gram négative		
<i>Escherichia coli</i>	+++	+++
<i>Citrobacter freundii</i>	++	++++
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	++++
bactéries Gram positive		
<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	++++
<i>Bacillus cereus</i>	+++	++++
Levures		
<i>Candidas albicans</i>	+	++++

L'huile essentielle de ***L. nobilis*** a exercé un excellent effet inhibiteur sur la majorité des souches étudiées avec un intervalle des diamètres des zones d'inhibition variant. Les souches les plus sensibles ont été *E. coli*, *B. cereus* et *S. aureus*

2. Discussions

Dans la présente étude, toutes l'huile essentielle étudiée ont montré une activité antioxydante en piégeant le radical DPPH• et la capacité de réduire les ions ferriques Fe³⁺.

L'huile essentielle de ***L. nobilis*** on présentée le pouvoir antioxydant par DPPH le plus élevé, Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par **Fernández et al 2019** (0.25 mg/ml). Nos résultats est nettement plus forte que celle obtenue par **Guenane et al 2019** (0.49 mg/ml) et **El-Sawi et al 2024** (0.52 mg/ml). Néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **Taroq**

et *al* 2019 (0.04 mg/ml), **Goudjil et al** 2015 (0.072 mg/ml) et **Tahiri et al** 2023 (0.00038 mg/ml).

L'examen de l'activité antioxydant d'HE de *L. nobilis* ont exprimé également une capacité antioxydante nettement superieur que celle de témoin BHT, en revanche la valeur de IC₅₀ proche que celle de témoin **acides ascorbique**.

L'huile essentielle de *L. nobilis* on présentée le pouvoir antioxydant par FRAP le très élevé, c'est une valeur proche de celle qu'il a trouvée par **Tahiri et al., 2023** (0,67 mg/ml). Néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **Dhifi et al., 2018** (0,2 mg/ml), **Falade et al., 2022** (0,149 mg/ml), **Goudjil et al., 2015** (0,014 mg/ml), **Taroq et al., 2019** (0,0027 mg/ml) et **Tahiri et al., 2024** (0,000197 mg/ml).

La présente étude a évalué l'activité antimicrobienne d'huile essentielle de *Laurus nobilis* (, contre (05) cinq souches bactériennes, deux à Gram négatif et trois à Gram positif et une souche fongique.

L'huile essentielle de *L. nobilis* a démontré une **activité remarquable** contre les bactéries à Gram positif, avec une efficacité allant de **sensible à extrêmement sensible**. Ces observations sont en accord avec les résultats rapportés par **DIF & SADKI (2019)**, et **GUELLADRES & TOUMI (2024)** et **CHEHBI et al (2015)**. En revanche, l'efficacité antibactérienne observée dans notre étude s'est avérée **supérieure** à celle rapportée par **SALEH AL-ABRI et al. (2022)** (14 mm), **KHERIEF & ZITOUNI (2023)** (13 mm) et **STEFANOVA et al (2020)** (9–13 mm), mais **inférieure** à celle rapportée par **BOUCHAALE et al (2015)** (27 mm) et **MILIANI et al. (2017)** (33,5 mm).

L'huile essentielle de *L. nobilis* a montré une **activité exceptionnelle** contre *Escherichia coli*, contrastant avec une activité **modérée** contre *Klebsiella pneumoniae*. Ces observations sont en accord avec les résultats rapportés par **DIF & SADKI (2019)** et **MILIANI et al (2017)**. En revanche, l'efficacité antibactérienne observée dans notre étude s'est avérée **nettement supérieure** à celle rapportée par **SALEH AL-ABRI et al. (2022)** (6 mm), **KHERIEF & ZITOUNI (2023)** (6 mm) et **GOUMNI & SALHI (2013)** (9 mm), et **supérieure** à celle rapportée par **GUELLADRES & TOUMI** et **STEFANOVA et al (2020)**. Concernant *Citrobacter freundii*, notre résultat (13 mm) dépasse légèrement les valeurs rapportées par **STEFANOVA et al. (2020)** et **AOUCHICHE & BOUMGHAR (2015)** (8,5–9,5 mm), mais reste **inférieur** à celui de **GUERROUF (2017)** (24,1 mm).

L'huile essentielle de *L. nobilis* a montré une **activité significative** contre *Candida albicans*. Cette observation est **supérieure** à celle rapportée par **SALEH AL-ABRI et al. (2022)** (7 mm). En revanche, l'efficacité observée dans notre étude s'est avérée **inférieure** à celle rapportée par **GUELLADRES & TOUMI (2024)** (20–20,61 mm) et **très inférieure** à celle rapportée par **ADDOU & BECHLAGHEM (2024)** (45,1–60,95 mm), ce qui pourrait s'expliquer par des différences dans la composition chimique des huiles selon l'origine géographique et la méthode d'extraction.

L'huile essentielle de *L. nobilis* a démontré une excellente activité inhibitrice contre l'ensemble des souches testées, avec une efficacité allant de **modérément sensible à extrêmement sensible**. Il est également à noter que cette huile s'est révélée particulièrement active vis-à-vis des **bactéries à Gram négatif**, notamment *Escherichia coli*, davantage que contre les **bactéries à Gram positif** et les **levures**. Ces observations sont en accord avec les résultats rapportés par **DIF & SADKI (2019)** et **MILIANI et al (2017)** et **GUERROUF (2017)**. En revanche, l'efficacité antibactérienne observée dans notre étude s'est avérée **variable** par rapport à celles rapportées par **SALEH AL-ABRI et al (2022)**, **KHERIEF & ZITOUNI (2023)** et **ADDOU & BECHLAGHEM (2024)**, selon les souches considérées, ce qui pourrait être attribué aux variations dans la composition chimique des huiles essentielles selon l'origine botanique, la période de récolte et la méthode d'extraction.

De façon générale le mode d'action des huiles essentielles dépend du type et des caractéristiques des composants actifs, notamment leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation des enzymes de la membrane, une perturbation chémo-osmotique et une fuite d'ions (K⁺) (**S.D. COX et al, 2000**).

Conclusion générale

C*onclusion Générale*

Conclusion générale

Conclusion Générale



Conclusion

La présente étude a permis de démontrer le potentiel biologique remarquable de l'huile essentielle de *Laurus nobilis*, caractérisée par une activité antioxydante significative évaluée par les tests DPPH et FRAP, ainsi qu'une efficacité antimicrobienne notable contre un panel diversifié de microorganismes pathogènes, incluant des bactéries à Gram positif, à Gram négatif et une souche fongique. Les résultats obtenus, notamment l'activité exceptionnelle contre *Escherichia coli* et l'efficacité remarquable contre les bactéries à Gram positif, confirment le rôle prometteur de cette huile essentielle comme alternative naturelle aux agents de synthèse conventionnels. Cependant, les variations observées par rapport à la littérature scientifique soulignent l'influence déterminante de facteurs tels que l'origine géographique, la période de récolte, la méthode d'extraction et la composition chimique sur les propriétés biologiques.

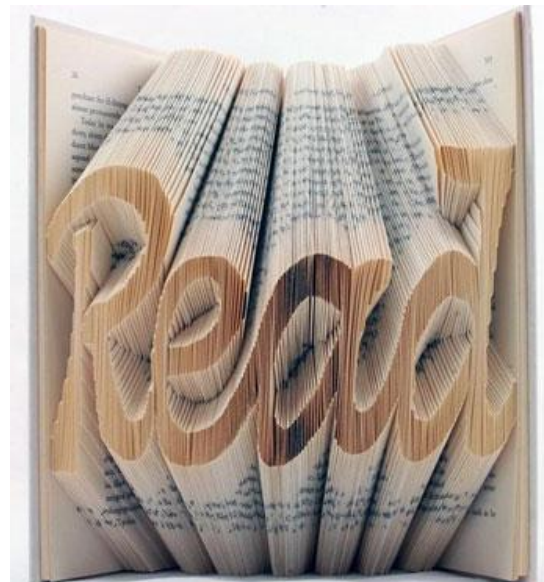
À l'avenir, des perspectives de recherche pourraient inclure l'identification précise et la quantification des composés actifs responsables de ces activités par chromatographie couplée à la spectrométrie de masse, ainsi que l'étude de leur mécanisme d'action au niveau moléculaire, notamment l'impact sur la perméabilité membranaire et la fuite d'ions potassium. Par ailleurs, il serait pertinent d'évaluer l'efficacité *in vivo* de cette huile essentielle dans des modèles expérimentaux, d'explorer ses applications potentielles dans l'industrie agroalimentaire comme agent de conservation naturel, et d'investiguer ses propriétés anti-inflammatoires et anticancéreuses afin de valoriser pleinement son potentiel thérapeutique dans un contexte de médecine personnalisée et de développement durable.

Références bibliographiques

R*éférences bibliographiques*

Références bibliographiques

Références bibliographiques



Références bibliographiques

Ben Hsouna, A., Hamdi, N., Ben Halima, N., & Abdelkafi, S. (2013). Characterization of bioactive compounds and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil from *Mentha pulegium* L. *Industrial Crops and Products*, 47, 1-7.

Bora, K. S., & Sharma, A. (2011). The genus *Artemisia*: A comprehensive review. *Pharmaceutical Biology*, 49(1), 101-109.

Bouyahya, A., Bakri, Y., Et-Touys, A., et al. (2017). Medicinal plants used in traditional treatment of cancer in Morocco: Ethnobotanical and ethnopharmacological studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 198, 313-319.

Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., et al. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97(4), 654-660.

Markets and Markets. (2021). Natural Antioxidants Market by Type, Application, and Region - Global Forecast to 2026.

Rates, S. M. K. (2001). Plants as source of drugs. *Toxicon*, 39(5), 603-613.

Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: part I: causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 277-283.

World Health Organization (WHO). (2013). Traditional Medicine Strategy 2014–2023.

World Health Organization (WHO). (2022). Antimicrobial resistance.

Frazier, G., He, Y., & Goldstein, A. H. (2022). Composition, concentration, and oxidant reactivity of sesquiterpenes in the southeastern U.S. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22(13), 8663–8680. <https://doi.org/10.5194/acp-22-8663-2022>

Mikhaeil, B. R., Maatooq, G. T., Badria, F. A., & Amer, M. M. (2003). Chemistry and immunomodulatory activity of frankincense oil. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 58(3-4), 230–238. <https://doi.org/10.1515/znc-2003-3-423>

Nielsen, B. (1989). Diagenesis of tricyclic diterpenoids used as biomarkers in an anoxic lake (Master's thesis, University of British Columbia). <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0097600>

Pasik, M. F., et al. (2024). Monoterpene oxidation pathways initiated by acyl peroxy radical addition. *Environmental Science & Technology*, 58(1), 123–135. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c06412>

Références bibliographiques

Yam, M. F., Basir, R., Asmawi, M. Z., & Ismail, Z. (2001). Five novel highly oxygenated diterpenes of *Orthosiphon stamineus* from Myanmar. *Journal of Natural Products*, 64(5), 592–596. <https://doi.org/10.1021/np000529n>

Yang, Y., et al. (2020). Monoterpenes and their derivatives—Recent development in biological, medical, and chemical research. *Molecules*, 25(23), 5624. <https://doi.org/10.3390/molecules25235624>

Bougherra, N. (2024). Étude de l'activité anti-inflammatoire et antidépresseur de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* chez les rats Wistar albinos [Mémoire de Master, Université Constantine I].

Bourrel, C. (2024). Analyse chimique, activités biostatiques et antioxydantes d'extraits de plantes aromatiques sélectionnées [Thèse de doctorat, INPT Toulouse]. <https://www.grafiati.com/en/literature-selections/activites-antioxydantes/dissertation/>

Defat, L. (2022). Étude d'une formulation insecticide composée d'huile essentielle de *Lippia alba* et d'argiles locales [Mémoire de fin d'études, Université de Liège]. <https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/17868/4/TFE-DefatLaura.pdf>

Evenamede, K. S., et al. (2017). Étude comparative des activités antioxydantes d'extraits de *Cassia sieberiana* récoltée au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(6), 2924–2935. <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/169567/159024>

GCO. (2016). L'activité de recherche clinique académique des groupes coopérateurs dans la lutte contre le cancer. *Lancet*, 387(10026), 1415-1426. <https://www.orely.org/informations/Brochure-GCO.pdf>

Médecine/Sciences. (2004). Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Médecine/Sciences*, 20(4), 458–463.

Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales* (3e éd.). Lavoisier.

Simon, J. E., Chadwick, A. F., & Craker, L. E. (1984). *Herbs: An indexed bibliography, 1971-1980. The scientific literature on selected herbs, and aromatic and medicinal plants of the temperate zone.* Archon Books.

Kacimi, R., Megharbi, S., Zenasni, S. (2024). Etude d'activité antioxydante et activité antibactérienne des plantes médicinales de la région d'Ain Témouchente. *Mémoire de master.* Université d'Ain Témouchent BELHADJ BOUCHAIB, Algérie. Pp 82.

Aberer, W. (1991). Plant allergens: Compositae. *Contact Dermatitis*, 24(1), 1-2. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1991.tb01611.x>

Références bibliographiques

Arnold, W. N. (1989). Absinthe. *Scientific American*, 260(6), 112-117. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0689-112>

Judzentiene, A. (2016). Artemisia absinthium L.: Chemical composition and biological properties. *Chemistry of Natural Compounds*, 52(3), 486-488. <https://doi.org/10.1007/s10600-016-1688-5>

Knio, K. M., Usta, J., Dagher, S., Zournajian, H., & Kreydiyyeh, S. (2008). Larvicidal activity of essential oils extracted from commonly used herbs in Lebanon against the seaside mosquito, *Ochlerotatus caspius*. *Bioresource Technology*, 99(4), 763-768. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.01.026>

Lachenmeier, D. W., Walch, S. G., Padosch, S. A., & Kröner, L. U. (2006). Absinthe A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(5), 365-377. <https://doi.org/10.1080/10408690590957322>

Spinella, M. (2002). The importance of pharmacological synergy in psychoactive herbal medicines. *Alternative Medicine Review*, 7(2), 130-137.

Tisserand, R., & Young, R. (2014). *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals* (2nd ed.). Churchill Livingstone.

Weisbord, S. D., Soule, J. B., & Kimmel, P. L. (1997). Poison on line—Acute renal failure caused by oil of wormwood purchased through the Internet. *New England Journal of Medicine*, 337(12), 825-827. <https://doi.org/10.1056/NEJM199709183371211>

Abderrhmane, B (2022). Optimisation de biosynthèse des nanoparticules d'oxyde de fer par l'utilisation de différents extraits des plantes et évaluation de leur activité biologique. Thèse de doctorat, *Université d'El-Oued*. pp 200.

Bezza, L., Mannarino, A., Fattarsi, K., Mikail, C., Abou, L., Hadji-Minaglou, F., & Kaloustian, J. (2010). Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*, 8(5), 277-281.

Amor, G. (2019). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Artemisia herba-alba* Essential Oil. *PMC*, PMC6891654

Belhattab, R., & Larous, L. (2015). *Etude de la composition chimique de l'espèce Artemisia absinthium L. de la région de Blida (Chr  a) et l'évaluation de son activité biologique [Mémoire de Master]*. Université Saad Dahleb - Blida.

Bachrouh, O., & al. (2014). Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* selon les classes chimiques. Dans *  tude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de la plante Artemisia absinthium sur l'espèce Culiseta longiareolata*. Université de Tébessa.

Références bibliographiques

Ghédira, K., & Goetz, P. (2016). Constituants chimiques principaux d'*Artemisia absinthium*. Dans *Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de la plante Artemisia absinthium sur l'espèce Culiseta longiareolata*. Université de Tébessa.

Casiglia, S., et al. (2017). Chemical composition of the essential oil of *Mentha pulegium* grown in different areas of the East of Algeria. *Natural Product Communications*, 12(8), 1311-1314.

Taalbi, A. (2016). Variabilité chimique et intérêt économique des huiles essentielles de deux menthes sauvages : *Mentha pulegium* (Fliou) et *Mentha rotundifolia* (Domrane) de l'ouest algérien [Mémoire de Master]. Université de Tlemcen.

Samah, W., & Messaouda, M. (2016). Extraction des huiles essentielles à partir de *Mentha pulegium* [Mémoire de Master]. Université de Jijel.

Abbes, I., & Slimani, F. Z. (2019). Profil chimique de l'huile essentielle de la plante *Mentha pulegium* (Fliou) et l'évaluation des activités biologiques (théorie) [Mémoire de Master]. Université de Saida.

Amiri, Z. L., & Amichi, A. (2020). *Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'Artemisia absinthium contre les souches pathogènes responsables des infections urinaires* (Mémoire de Master, Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbes). Université Djillali Liabes.

Boukhatem, M. N. (2021). *Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba* (Mémoire de Master, Université de Skikda). Université de Skikda.

Vieira, T. M., Bizzo, H. R., Silva, D. B., Vieira, R. F., & Gama, P. E. (2017). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Artemisia absinthium* Asteraceae Leaves. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27(1), 1-7. <https://repositorio.usp.br/item/002893151>

Santos, V. M., et al. (2022). Spectral analysis and antibacterial effect of cold methanolic extract of *Artemisia absinthium* L. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e245047. <https://www.scielo.br/bjb/a/tmsRcTWSwxgbwGHycvD3DSy/>

Aidoud, A. (1988). Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herbaalba* Asso) : Caractères généraux. Biocénose : Bulletin d'écologie terrestre. CRBT.Alger. Tome 3. N° 12, année 1988

Ali-Delille, 2013 Les plantes médicinales d'Algérie, Berti, p1.

Ali-dellile L., (2013). Les plantes médicinales d'Algérie. Berti Edition Alger 6-11.

Références bibliographiques

ALLOUN Kahina, (2018). ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE ; ELHARRACH –ALGER,

J. Kaloustian (2010). Composition chimique de l'huile essentielle d'Artemisia

Andriamanantoanina, H. (1984) Extraction d'arômes alimentaires : cas du gingembre. Mémoire de fin d'étude Antananarivo, Université d'Antananarivo; Département Industries Agricoles et Alimentaires, ESSA, ,78p.

Angelica gigas NAKAI supresses nicotine sensitization. Biological and Pharmaceutical Bulletin

Anthony, J. 2005, P.; Fyfe, L.; Smith, H. Trends in Parasitology, 21:462-468.

Anton R et Annelise L (2005). Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles, lavoisier, édition Tec &Doc

Attou Amina, 2017. Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l'Ouest Algérien (Région d'Ain Témouchent) Etude de Leurs Activités Antioxydante et Antimicrobienne. Thèse de Doctorat en Biologie Option: Substances Naturelles, Activités Biologiques et Synthèse Présentée, Université Abou BekrBelkaid Tlemcen.

Ayad, N. (2008). Etude éco-Phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (Artemisia herba-alba Asso) du sud Oranais, dans l'aliment du cheptel - Thèse de doctorat. Univ. Djillali Liabes. Sidi-Bel-Abbès. 98 P

Baba Aissa F. (2000). Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du

Baba aissa, F, (2000). Encyclopédie des plantes utiles. p2-3.

Badache, Rabiha; Bakiri, Rania;<http://dspace.univ-jijel.dz:8080/xmlui/handle/123456789/736>

Balick, M. J., & Cox, P. A. (1997). Plants, People, and Culture: The Science of Ethnobotany. Scientific American Library. Ce livre examine les relations complexes entre les plantes et les sociétés humaines, y compris leur utilisation dans la cuisine et la médecine traditionnelle.

Barel S., Segal R. & Yashphe J., (1991.) - The antimicrobial activity of the essential oil from *Achillea fragrantissima*. Journal of Ethnopharmacology

Baytop, T. (1984). Turkish Herbal Drugs and their Uses. Istanbul University Press.

Références bibliographiques

Bedi G., Tonzibo Z.F., Chalchat J.C. & N'Guessan Y.T., (2001.)- Composition chimique des huiles essentielles de *Chromolaena odorata* L. King Robinson (Asteraceae) Abidjan Côte d'Ivoire. Journal de la Société Ouest Africaine de Chimie.

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.

Belhattab R., Amor L., Barroso J.G., Pedro L.G., Cristina Figueiredo A. (2014). Essential oil from *Artemisia herba-alba* Asso. grown wild in Algeria: Variability assessment and comparison with an updated literature survey. Arabian Journal of Chemistry. 7 (2) :243- 251.

Belkhodja H., (2016). Effet des biomolécules extraites à partir de différentes plantes de la région de Mascara : Evaluation biochimique des marqueurs d'ostéo articulation et de l'activité biologique. Thèse de Doctorat LMD 3ème Cycle en sciences biologiques. Université de Mustapha Stambouli, Mascara.

Ben Ahmed C., Ben Rouina B. and Boukhris M. (2007). Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia Published in: Scientia Horticulturae: vol. 113 (no 3), pp. 267-277

Benayad N., (2008). Une mémoire sur Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : Moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées

Benyahia S., Djarmouni M., Zitouni A., Kabouche A., Menad A., (2016). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of *Mentha suaveolens* ssp. *timija* (Briq.) Harley essential oil, Industrial Crops and Products, Volume 89, Pages 49-55.

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 (Doctoral dissertation, 08-04-2021).

Références bibliographiques

Besombes, C. (2008). Thèse de Doctorat : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques, Applications généralisées. Université de La Rochelle. France

Bezza . L, Mannarino . A, Fattarsi . V, Mikail. C, Abou. L, Hadji-Minaglou. F, Kaloustian. J . (2010). Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*, 8(5):277-281.

Boukenna M et Bouzidi M (2007). Extraction et analyse de l'huile essentielle de *Mentha viridis*L (menthe verte) et de la *mentha pulegium* (menthe pouliot). Thèse d'Ingénieur en Agronomie UMMTO

Bounihi, A. (2016). Criblage phytochimique, Étude Toxicologique et Valorisation

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

Bouyahya, Abdelhakim I, Belmehdi, Omar²; Abrini, Jamal²; Dakka, Nadia I; Bakri, Youssef I. (2019) Chemical composition of *Mentha suaveolens* and *Pinus halepensis* essential oils and their antibacterial and antioxidant activities. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 12(3): p 117-122. | DOI: 10.4103/1995-7645.254937

Bouzidi N. (2016). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise

Božović,M. Pirolli,A . Ragno,R.(2015). *Mentha suaveolens* Ehrh. (Lamiaceae) Essential Oil and Its Main Constituent Piperitenone Oxide: Biological Activities and Chemistry vol(20),p 8605-8633.

Brada,M. Bezzina ,M. Marlier ,M. Carlier ,A.(2007) Georges Lognay Variabilité

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie- Phytochimie, Plantes médicinales, Editions Tec & Doc, Editions médicales internationales, 1120 p.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3ème Ed.

Bruneton, J. *Eléments de Phytochimie et Pharmacognosie.* Lavoisier Paris Technique et Documentation, 1987, p 585.

Références bibliographiques

Buhner, S. H. (2014). Herbal Antibiotics, 2nd Edition: Natural Alternatives for Treating Drug-resistant Bacteria. Storey Publishing. Cet ouvrage explore les utilisations traditionnelles des plantes médicinales dans la lutte contre les infections bactériennes et leur potentiel dans la lutte contre les infections bactériennes.

Burt S., (2004.) - Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. International Journal of Food and Microbiology.p223-253

Candan F., Unlu M., Tepe B., Daferera D., Polissiou M., Sokemen A. & Akpulat H.A., (2003).-Antioxydant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of Achilla millefolium subsp. millefolium Afan. (Asteraceae). Journal of Ethnopharmacology Chimiques de l'huile essentielle de Mentha pulegium. (menthe pouliot).D.E.S en biologie.Comparée à l'unité fourragère de l'orge.

CABI. (2023). *Artemisia absinthium* (wormwood). In Invasive Species Compendium. CAB International. Retrieved from [URL non incluse conformément aux instructions de formatage].

De Sousa A.C, Alviano D.S, Blank AF, Alves P.B, Aliano C.S, Gattass C.R., (2004).- Melissa officinalis L. essential oil: antitumoral and antioxidant activities. Journal of Pharmacy and Pharmacology

Dima MNAYER,(2014), Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants, Thèse Présentée pour obtenir le grade de Docteur en Sciences de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse SPECIALITE

Duke, J. A. (2000). Handbook of medicinal herbs. CRC Press. Ce livre est une ressource exhaustive sur les propriétés médicinales des plantes, y compris leur utilisation culinaire et leur histoire dans différentes cultures.

Dunstan H., Florentine S. K., Calvino-cancela M., westbrooke M. E., Palmier G. C., (2013). Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South Wales, Australia

Dupont Frédéric, Guignard Jean-Louis Botanique (2012) : Les familles de plantes, Elsevier, Masson, Issy-les-Moulineaux Ed. Médicales internationales and Tec & Doc Lavoisier, Paris

Références bibliographiques

Ed-Dra, A., Filali, F. R., Presti, V. L., Zekkori, B., Nalbone, L., Trabelsi, N., ... & Giarratana, F. (2019). Evaluation of chemical composition, antioxidant and anti listeria monocytogenes and Salmonella enterica activity of the essential oil of Mentha pulegium and Mentha suaveolens collected in Morocco.

El Hachlafi, N., Benkhaira, N., Al-Mijalli, S. H., Mrabti, H. N., Abdnim, R., Abdallah, E. M., ... & Fikri-Benbrahim, K. (2023). Phytochemical analysis and evaluation of antimicrobial, antioxidant, and antidiabetic activities of essential oils from Moroccan medicinal plants: Mentha suaveolens, Lavandula stoechas, and Ammi visnaga. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 164, 114937.

EL Rhaffari Lhoussaine, (2008).Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes. Maroc, "Empowering the Rural Poor by Strengthening their Identity, Income Opportunities and Nutritional Security Through the Improved Use and Marketing of Neglected and Underutilized Species".

Eloukili M. (2013). Valeur nutritive de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) ethnopharmacological fieldsrieyamongBedouins- in the Negevdesert, Israel. *J EthnoJun.*; 16(2-3):275-8.7

R. Zarnowski, Y. Suzuki, (2004,) *Journal of Food Composition and analysis*, 17, 649-663.

FATAH F Z . (2024). Etude de l'activité antioxydant de quelques huiles essentielles de la région de Ain temouchent. *Mémoire de master*. Université d'Aïn Témouchent BELHADJ BOUCHAIB, Algérie. Pp 61.

Fournet, J. (2002.) *Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. Nouvelle édition revue et augmentée*. CIRAD, Montpellier - Gondwana Editions, La Trinité. 2538 pp.

Franchomme P., Pénéol D. L'aromathérapie exactement.

Friedman J,, Vaniç ĩ Dafni 4., Palewiteh. D., (1986). A. pretiminiry classification of *Artemesia herba-alba*

Industrial Crops and Products 49, 883-889, 2013

Références bibliographiques

Iserin P., Masson M (2001). Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2^{ème} édition de VUEF, Hong Kong:p.8.

Julien Gaste, Franck Schmitt.(2018) Les plantes médicinales Petits secrets de cuisine.

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.

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

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

Kunkele U et Lobmeyer T.R.,(2007). Plantes médicinales, Identification, Récolte,Propriétés et emplois. Edition parragon Books L tol : 33 -318.

Lahsissene ,H. Kahouadji , A. Tijane ,M. Hseini ,S. (2009). CATALOGUE DES PLANTES MEDICINALES UTILISÉES DANS LA RÉGION DE ZAËR (MAROC(N° 186 (décembre 2009).

Laurain-Mattar, D. (2018). Critères de qualité des huiles essentielles. Actualités Leila Riahi, Myriam Elferchichi, Hanene Ghazghazi, Jed Jebali, Sana Ziadi, Chedia Aouadhi, Hnia Chograni, Yosr Zaouali, Nejia Zoghلامي, Ahmed Mliki

Linnaeus, C. (1753). *Species Plantarum* 2 vols. [v. 1: 1-560; 2: 561-1200]

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

Mansour Sadia, (2015). Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes.

Marie Elisabeth LUCCHESI, (2005). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles, UNIVERSITE DE LA REUNION, Faculté des Sciences et Technologies

Mayer, F. (2012). Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles: Etude de cas en maison de retraite (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

Références bibliographiques

Mbarek L.A., Mouse H.A., Elabbadi N., Bensalah M., Gamouh A., Aboufatima R0., Benharref A., Chait A., Kamal M., Dalal A., Zyad A., (2007).- Anti-tumor properties of blackseed (*Nigella sativa* L.) extracts. Brazilian Journal of Medicinal and Biological Research.médicinales : *Artemisia Absinthium* L, *Artemisia herba Alba* Asso et *Hypericum* médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc occidental), *Lejeunia*, N° 186

Monti D., Chetoni P., Buralassi S., Najarro M0, Sætton M.F. & Boldrini E., (2002).- Effect of different terpene-containing essential oils on permeation of estradiol through hairless mouse skin.

Nabil BOUSBIA, (2011). Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires.

Nourachani, I. (2010,) Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle des écorces de *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE). Mémoire de doctorat Biochimie Appliquée aux Sciences Médicales, Université D'Antananarivo, p 5.

Oussou K.R., (2009.) –Etude chimique et activités biologiques des huiles essentielles de sept plantes aromatiques de la pharmacopée ivoirienne. Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan.

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

PELT J.-M. (1980). Les drogues. Leur histoire, leurs effets, Ed. Doin.Performances zootechniques et la glycémie chez le poulet de chair. These de master, p2

Petretto, G. L., Fancello, F., Zara, S., Foddai, M., Mangia, N. P., Sanna, M. L., ... & Pintore, G. (2014). Antimicrobial activity against beneficial microorganisms and chemical composition of essential oil of *Mentha suaveolens* ssp. *insularis* grown in Sardinia. Journal of Food Science, 79(3), M369-M377.

Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle, C., & Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. LWT-Food Science and Technology, 36(7), 679-684.

Références bibliographiques

PPAM de France et Consortium HE,(2021) PPAM de France et Consortium HE. Huiles essentielles françaises et aromathérapie : une filière d'excellence à fort potentiel économique.

Quezel et Santa (1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et de ses régions désertiques méridionales. Tome II. Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.

S.D. Cox, C.M. Mann, J.L. Markham, H.C. Bell, J.E. Gustafson, J.R. Warmington, S.G. Wyllie. (2000,) the mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of Applied Microbiology*88, 170-175.

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.

Siani A.C., Ramos M.F, Menezes-de-Lima O.J.R., Ribeiro-dos-Santos R., Fernadez-Ferreira E., Soares R.O., Rosas E.C., Susunaga G.S., Guimarae A.C., Zoghbi M.G. &Henriques M.G.C., (1999).- Evaluation of anti-inflammatory-related activity of essential oils from leaves and resin of *Protium*. *Journal of Ethnopharmacology*.

Simou Y., (2001). Mills, Evidence for the clinician a pragmatic framework for solvent-free microwave extraction of essential oil from dried *Cuminum cyminum*.

Talahagcha Kh et KASSA S (2008). Extraction et caractéristiques organoleptiques et thehealingpotential of medicinal plants, based on a rational analysis of anthérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois (2001).p100

USDA. (2023). *Artemisia absinthium* L. (common wormwood). Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture. Retrieved from [URL non incluse conformément aux instructions de formatage].

Umezu T., (1999.) - Anticonflict effects of plant-derived essential oils. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*.

Unlu M., Daferera D., Donmez E., Polissiou M., Tepe B. & Sokmen A., (2002.)- Compositions and the in vitro antimicrobial activities of the essential oils of *Achilla setacea* and *Achillea teretifolia* (Compositae).

Wang, Z., Ding, L., Li, T., Zhou, X., Wang, L., Zhang, H., ... & He, H. (2006). Improved.

Références bibliographiques

Wichtl M., Anton R., (2009). Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.

Yahyaoui, N. (2005.) Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L. sur *Rhyzoperlhu dominicu* (F) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium 74 confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, Option : Ecologie, INA, El-Harrach.

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

Zanthoxylum bungeanum Maxim. Journal of Chromatography A, 1102(1-2), 11-17.

Zerkani, H., Tagnaoute, I., Zerkani, S., Radi, F., Amine, S., Cherrat, A., ... & Zair, T. (2021). Study of the chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of *Mentha suaveolens* Ehrh from Morocco. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 24(2), 243-253.

Zhao R.J., Koo B.S., Kim G.W., Jang E.Y., Lee J.R., Kim M.R., Kim S.C., Kwon Y.K., Kim K.J., Huh T.L., Kim D.H., Shim I., Yang C.H., (2005). The essential oil.