



République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

قسم البيولوجيا

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : biochimie appliquée
Option : biologie

Thème

Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Syzygium aromaticum*

Réalisé par :

LAHRECHE Meriem.
ARRACHI Fatima.

Jury de soutenance :

Mme. Kraza Lamia	MCB	Présidente
M. BERRAMDANE Tayeb	MCB	Examineur
Mme. BOUSSOUSSA Hadjer	MCA	Promotrice
Mme. KHACHEBA Ihen	Pro	Co-promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021/2022

Remerciements

Toute notre gratitude et remerciements avant tout vont à Allah Qui nous a donné la santé, la force, la patience le courage et la volonté afin d'accomplir ce modeste travail.

Nous adressons le grand remerciement à nos encadreurs **Mme. BOUSSOUSSA Hadjer & Mme KHACHEBA Ihcen** pour leur encadrement et leur Conseils scientifiques tout le long de ce travail.

Aussi Nos remerciements vont aux membres du jury d'avoir honoré notre Soutenance et pour l'effort fourni afin de juger ce modeste travail.

Nos remerciements vont également à tous nos enseignants qui ont, Contribués à notre formation.

Enfin nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je Dédie ce travail à :

Ma mère qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que dieu la garde.

Mon père qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui, Que Dieu lui fasse miséricorde et le place dans ses paradis qui a été l'une des victimes de cette épidémie, Corona, et je le compte parmi les martyrs.

A mon cher mari Merci pour ton soutien et tes encouragements qui ont toujours été pour moi d'un grand réconfort. Merci pour ta gentillesse et ton sens du sacrifice.

A mes frères Ibrahim et Mohammed merci pour tout encouragement.

Je n'oublie pas en particulier ma sœur, Saïda, et notre petit-fils, Abdellah, Ainsi que leur petite famille et toutes mes amies pour leur aide et leur soutien moral.

Meriem

Dédicace

A mes très chers parents, Aucune dédicace aucun mot ne pourrait exprimer à leur juste gratitude et l'amour que je vous porte. Je mets entre vos mains, le fruit de de votre soutien infallible, de votre amour et de votre tendresse.

A mon grand frère Abdelkader mon bras droit, à mes jumeaux Manani et Mia la joie de ma vie.

A mon mari, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te protège.

A toute ma famille et mes meilleurs amis, je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur de santé et de réussite.

Merci d'être toujours à mes côtés.

Fatima

Liste des abréviations

Abs : Absorbance

Ac : Absorbance du contrôle négatif (contenant tous les réactifs excepté le composé d'essai)

Ae : Absorbance de l'échantillon testé (Absorbance du DPPH en présence du composé d'essai)

AFNOR : Association Française de la Normalisation

°C : Degrés Celsius

Cm : Centimètres

DPPH: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil

HE: Huile essentielle

Ii: Indice d'incubation

IC 50 : concentration inhibitrice de 50%

L : Litre

µl : Microlitre

mg : Milligramme

Mh : Masse de l'huile essentielle

ml : Millilitres

Mp : Masse de la plante sèche

nm : Nanomètre

PI % : Pourcentage d'inhibition

V : volume

Vit C : Vitamine C

Liste des figures

Figure 01 : la classification des plantes médicinales et aromatique.	6
Figure 02 : Quelques Exemples de localisation des HE.	8
Figure 03 : <i>Rosmarinus officinalis-L.</i>	12
Figure 04 : Allure d'un giroflier de Madagascar.	14
Figure 05 : Clou de girofle.	15
Figure 06 : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger.	17
Figure 07 : Structure chimique du radical DPPH [·] et de sa forme réduite.	18
Figure 8 : Courbe représentant la variation du pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction de la concentration en Acide ascorbique.	23
Figure 9 : Représentation graphique du pouvoir réducteur DPPH de l'huile de <i>Syzygium aromaticum</i> .	24
Figure 10 : Représentation graphique du pouvoir réducteur DPPH de l'huile de <i>Rosmarinus officinalis.L.</i>	24
Figure 11 : Histogramme présente les concentrations inhibitrices à 50% de l'acide ascorbique et d'HE de girofle et de romarin.	26
Figure 12 : Représentation graphique de test phosphomolybdate de l'acide ascorbique.	28
Figure 13 : Représentation graphique de test phosphomolybdate de l'extrait <i>Syzygium aromaticum</i> .	28
Figure 14 : Représentation graphique de test phosphomolybdate de l'extrait <i>Rosmarinus officinalis</i> .	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : La classification des huiles essentielles.	9
Tableau 2 : L'activité biologique de quelques composés des huiles essentielles chez certaines espèces végétales.	10
Tableau 3 : Classification de <i>R. officinalis</i> dans la systématique botanique.	13
Tableau 4 : Classification de <i>Syzygium aromaticum</i> dans la systématique botanique.	15
Tableau 5 : Caractéristiques organoleptique des huiles essentielles.	22
Tableau 6 : les valeurs d'IC50 de des différents échantillons de teste DPPH.	25
Tableau 7 : les valeurs AAEC des huiles essentielles du test phosphomolybdate.	29

Sommaire

Introduction générale	2
Partie bibliographique	
Chapitre 1 : les métabolites secondaires	
I. Introduction	5
II.Généralités sur les plantes médicinales et aromatiques	5
1.Les plantes médicinales	5
2.Les plantes aromatiques	5
3.Classification des plantes médicinales et aromatiques	6
III. Les métabolites secondaires des plantes	6
1.Les alcaloïdes	6
a.Définition	7
2.Les composés phénoliques	7
a.Définition	7
3.les huiles essentielles	8
a.Définition	8
b.Classification des huiles essentielles	9
c.Activités biologiques des huiles essentielles	10
Partie expérimentale	
Chapitre 1 : Extraction des huiles essentielles	
I.Les plantes étudiées	12
1. Le <i>Rosmarinus officinalis</i>	12
a.Description morphologique	12
b.Classification botanique	13
c.Distribution géographique	13
d.Composition chimique d'HE de Romarin	13

2.Le <i>Syzygium aromaticum</i>	14
a.Description morphologique	14
b.Classification botanique	15
c.Distribution géographique	16
d.Composition chimique d'HE de girofle	16
II.Extraction des huiles essentielles	16
III. Calcul du rendement en huile essentielles des deux plantes étudiées	17
Chapitre 2 : Etude de l'activité antioxydante	
I.Activité antioxydante	18
1. Principe du test DPPH	18
2.Test DPPH sur les huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> L et <i>Syzygium aromaticum</i>	18
3.Principe du test phosphomolybdate	19
4.Test phosphomolybdate sur les huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> L et <i>Syzygium aromaticum</i>	20
Résultats et discussions	
I.Détermination du rendement des extraits	22
II.L'activité antioxydante	23
1.Evaluation de l'activité antioxydante par diphényle-picryl-hydrazyl (DPPH)	23
2.Détermination d'CI ₅₀	23
3.Evaluation de l'activité antioxydante par phosphomolybdate	27
Conclusion	32
Références bibliographiques	35
Résumé	

Introduction Générale

Au cours de ces dernières années, l'augmentation de la demande du consommateur pour des produits « bio » naturels, sans conservateurs a conduit l'industrie à envisager l'incorporation de substances considérées comme « non synthétiques ». Ainsi, de nombreux composés phytochimiques y compris les huiles essentielles, commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Elles ont fait l'objet de plusieurs études pour leur éventuelle utilisation comme antioxydants, antimicrobiens, anti-inflammatoires et anticancéreux (**Benyahia., 2015**).

Les plantes médicinales aromatiques sont des plantes qui présentent des activités médicamenteuses (**Borée., 2012**) qui peuvent être utilisées entières ou sous forme d'une partie précise de la plante ; des feuilles, des fleurs, des racines... (**Beloued., 2001**).

L'Algérie possède une richesse non négligeable en plantes aromatiques et médicinales constituent une grande source d'antioxydants et d'antibactériens naturels qui susceptible d'être utilisées dans différents domaines tels qu'en pharmacie, parfumerie, cosmétique et en agroalimentaire pour leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et odorantes.

Parmi les métabolites secondaires extensivement étudiés figurent les huiles essentielles qui possèdent de nombreuses propriétés pharmacologiques telles que la propriété antioxydante (**Lemaoui., 2011**).

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à l'étude des huiles essentielles de deux plantes spontanées ; *Rosmarinus Officinalis* et *Syzygium aromaticum*.

Le romarin (*Rosmarinus Officinalis*) fait l'objet de récentes recherches dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et agro-alimentaires. C'est une herbe aromatique de la famille des Labiées, appréciée pour ses propriétés aromatiques, antioxydantes, antimicrobiennes, antispasmodiques, emménagogues et anti-tumorales, largement utilisée dans les produits pharmaceutiques et en médecine traditionnelle (**Madjour., 2014**).

Le girofle (*Syzygium aromaticum*) ou giroflier est un arbre originaire des Iles Moluques dans l'archipel indonésien. Les clous sont en fait des boutons de fleurs. De couleur verte puis rouge une fois mûrs, les clous se parent de leur jolie couleur brune lors de la phase de séchage, qui se déroule à l'air libre pendant un mois. Les clous de girofle auraient également une propriété **antiseptique** et auparavant servaient d'**anesthésiant local**. Ils sont utilisés depuis des millénaires en Asie pour soulager les douleurs dentaires (dents de sagesse par exemple). (**victoirekephale., 2015**).

Une grande partie des recherches actuelles porte sur l'étude de molécules antioxydantes telles que les huiles essentielles, des vitamines, les caroténoïdes et les polyphénols. Il nous a semblé donc, intéressant d'inscrire notre travail dans ce contexte de recherche.

Le but de cette étude est l'extraction et l'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles des plantes étudiées, par le test de DPPH et le test phosphomolybdate.

Notre étude sera répartie en deux parties, structurées de la manière suivante :

La première partie :

- **Le premier chapitre** : sera consacré sur la présentation des métabolites secondaire et les deux plantes choisies pour cette étude.

Nous présentons dans la partie expérimentale deux chapitres :

- **Le premier chapitre** : est réserve à l'extraction des huiles essentielles.
- **Le deuxième chapitre** : développe l'étude de l'activité antioxydante.

À la lumière des résultats obtenus, différentes perspectives de recherche seront évoquées.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale.

Partie Bibliographique

I. Introduction

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert Pour se nourrir, se soigner et parfois dans ces rites religieux (**Mebarki N., 2010**), Les plantes Sont capables de produire des substances naturelles très diversifiées. Elles accumulent des Métabolites dits secondaires parmi lesquels, les huiles essentielles très utilisées par l'homme Dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Haddouchi F., 2009**).

II. Généralités sur les plantes médicinales et aromatiques

1. Les plantes médicinales

La définition d'une plante médicinale est très simple. En fait, il s'agit d'une plante qui Est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Les plantes médicinales sont des Drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (**Benadji et khoukhi., 2010**).

Les plantes médicinales sont toutes les plantes qui possèdent une activité pharmacologique pouvant conduire à des utilisations thérapeutiques, grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain (**Bubulka P., 2007**).

2. Les plantes aromatiques

Les plantes aromatiques appartiennent à la fois au domaine des plantes médicinales et des matières premières industrielles d'origine végétale, et constituent des sources de substances naturelles complexes, destinées à apporter des caractères organoleptiques particuliers aux aliments. Les plantes aromatiques fraîches, séchées, ou conservées peuvent servir à l'assaisonnement des mets et également donner naissance à des formes galéniques particulières que sont les extraits végétaux, les huiles essentielles ou les oléorésines (**Balaib et Saidi., 2012**).

3. Classification des plantes médicinales et aromatiques

La classification des plantes peut se faire en fonction de nombreux intérêts (**Kateb J., 1989**).

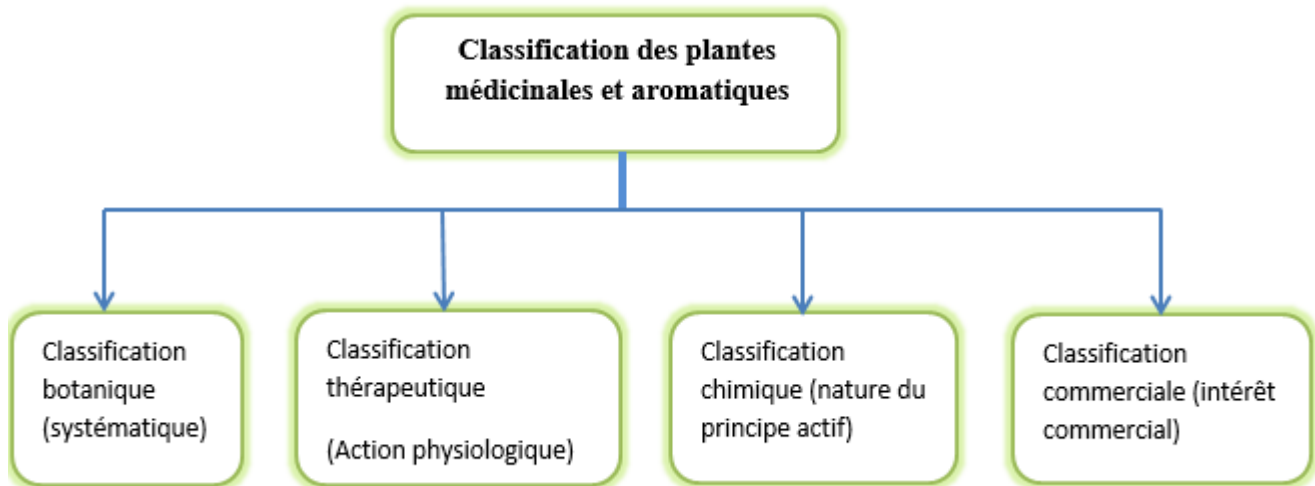


Figure 01 : la classification des plantes médicinales et aromatique.

III. Les métabolites secondaires des plantes

Les produits naturels sont les composés chimiques ou les substances qui sont isolés d'un organisme vivant. Il peut être sous forme de métabolites primaires ou secondaires (**Anulika NP et al., 2016**).

Les métabolites secondaires des plantes sont des composés organiques ou phytochimiques qui ne sont pas directement impliqués dans la croissance, le développement ou la reproduction normale de la plante. Les métabolites secondaires des plantes sont essentiels dans les mécanismes de défense des plantes hostiles aux stress environnementaux et aux attaques offensives par des agents pathogènes. Ils ne sont pas seulement nécessaires au développement des plantes, mais ils sont également largement utilisés comme composés bioactifs naturels ayant des fonctions biologiques importantes (**Satich L., 2020**).

Les métabolites secondaires comprennent les alcaloïdes, les glycosides, les flavonoïdes, les huiles volatiles, les tanins, les résines, etc. Actuellement, la plupart de ces métabolites secondaires sont isolés à partir de plantes sauvages ou cultivées parce que leur synthèse chimique est soit extrêmement difficile, soit économiquement impossible (**Namdeo A.G., 2007**).

1. Les alcaloïdes

Le terme alcaloïde a été introduit par W.Meisner au début du 19^{ème} siècle pour désigner des substances naturelles réagissant comme des bases. Ce terme est dérivé de l'arabe « Al Kaly » qui signifie la soude et de grec « Eidos » qui signifie l'aspect (**Mangambu et al., 2014**).

a. Définition

Les alcaloïdes sont des composés azotés hétérocycliques. Les alcaloïdes ont des structures chimiques complexes en conséquence. Ce sont des corps de masse moléculaire faible et de fonction basique. Cette dernière est un facteur d'instabilité pour ces molécules qui à l'état de base et en solution, sont sensibles à la chaleur, à la lumière et à l'oxygène (**Daira et al., 2016**). Les alcaloïdes ont une histoire de plus de 3000 ans d'histoire dans l'utilisation médicale humaine comme purgatif, antitussifs et sédatifs dans les morsures de serpent, la fièvre et la folie. Les alcaloïdes sont un groupe de composés chimiques naturels. Ils sont largement répandus, et environ 5500 alcaloïdes sont connus (**Jain C et al., 2019**).

2. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires végétaux. Ils peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes (d'où la dénomination de métabolites secondaires). Par opposition aux métabolites primaires qui alimentent les grandes voies du métabolisme basal, mais ils sont essentiels dans l'interaction de la plante avec son environnement. Ces composés ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles (**Urquiaga et Leighton., 2000**). La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés) (**Macheix et al., 2005**). Avec plus de 8000 structures phénoliques identifiées (**Urquiaga et Leighton., 2000**).

a. Définition

Les polyphénols (8000 composés connus) représentent un groupe de métabolites secondaires complexes, exclusivement synthétisés dans le règne végétal. Les composés phénoliques sont des dérivés aromatiques non azotés dont les cycles aromatiques sont issus du métabolisme de l'acide shikimique ou de celui d'un polyacétate. Les composés phénoliques sont divisés en plusieurs groupes (**Collin et Crouzet., 2011**).

3. Les huiles essentielles

a. Définition

Depuis la neuvième édition (1972), la Pharmacopée n'utilise plus que le terme d'"huile essentielle". En octobre 1987, l'AFNOR (Association Française de la Normalisation) propose une autre définition "Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, Soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation à sec. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques. (Véronique L.C., 1971).

Une huile essentielle est la fraction odorante volatile extraite des végétaux. C'est le parfum concrétisé de la plante, un véritable concentré. Elle peut être extraite de différentes parties d'un végétal : les feuilles, les fleurs, l'écorce, le bois, le zeste et bien d'autres encore : les graines, les baies, les fruits, le bulbe... (Festy, 2018).

L'huile essentielle, au sens strict du terme, est le produit obtenu à partir de la matière première végétale par les techniques traditionnelles de distillation ou d'expression à froid. Cette définition ne comprend pas les extraits aromatiques obtenus par d'autres techniques d'extractions. L'essence est la substance aromatique sécrétée par la plante, qui par distillation devient une huile essentielle (Bonnafous, 2013).




		
Fleur Le bouton floral (girofle)	Feuille (menthe)	Risome (Gingembre)

Figure 02 : Quelques Exemples de localisation des HE.

En général, les constituants des huiles essentielles sont les terpènes (monoterpènes et sesquerpènes), les composés aromatiques (aldéhyde, alcool, phénol, dérivé méthoxy, etc.) et les terpénoïdes (isoprénoïdes) .Les composés et l'arôme des huiles essentielles peuvent être divisés en 2 grands groupes : les hydrocarbures terpéniques et les composés oxygénés (Tongnuanchan et Benjakul., 2014).

b. Classification des huiles essentielles

Tableau 01 : La classification des huiles essentielles. (Rocher, 2019).

	Exemple	Huiles essentielles
Carbures	limonène, pinènes, terpinènes, paracymène, sabinène, camphène,	limonène, pinènes, terpinènes, paracymène, sabinène, camphène,
Aldéhydes	Citrals, citronellal, aldéhyde cuminique, aldéhyde cinnamique	Citronnelle de java, Eucalyptus Citronné, Mélisse, Citron, Cumin, Cannelle...
Cétone	verbénone, thujone, bornéone (camphre), fenchone, menthone, carvone, italidiones...	Romarin à Verbénone, Sauge officinale, Romarin à Camphre, Lavandula Stoechas, Menthe Poivrée
Ester	Romarin à Verbénone, Sauge officinale, Romarin à Camphre, Lavandula Stoechas, Menthe Poivrée	apin de Sibérie, Epinette Noire, Sauge Sclarée, Petit Grain Bigarade
Oxydes	1,8-cinéole (eucalyptol), oxyde de linalol	Eucalyptus, Laurier Noble, Ravintsara, Niaouli, Cajepout,...
Phénol	carvacrol, thymol, eugénol	Origan Compact, Thym à thymol, Clou de Girofle, Sarriette des montagnes
Ether	méthyl-chavicol, apiol, safrol, myristine	Basilic, Estragon, Fenouil Doux
Alcool	linalol, géraniol, citronellol, terpinèn-4-ol, thujanol-4, menthol, borneol.	Thym, Lavande Fine, Palmarosa, Géranium Rosat, Tea Tree, Marjolaine à Coquilles, Menthe des

c. Activités biologique des huiles essentielles

L'activité biologique d'une huile essentielle est liée à sa composition chimique, les groupes fonctionnels des principaux composés (alcools, phénols, composés terpéniques et cétones) et leurs effets synergiques (Khayreddine B., 2018). Le tableau 2, résume quelques activités biologiques des huiles essentielles.

Tableau 02 : L'activité biologique de quelques composés des huiles essentielles chez certaines espèces végétales. (Pierron C., 2014).

HE de la plante	Composés	Activité biologique	Traitement
<i>Hysope officinale</i>	linaloloxyle-linalol	Antivirale	Pathologie virale (les voies respiratoires basses)
<i>Eucalyptus radié</i>	Alcool associé au cinéole	Antiseptique	Assainissement d'air des habitations
<i>Chénopode</i>	Ascardiole	Antiparasitaire	La lutte antiparasitaire
<i>Verveine citronné</i>	Aldéhyde citrale	Calmante	Trouble de système nerveux
<i>Clou de girofle</i>	Eugénol	Analgésique	Algies dentaire
<i>Cumin</i>	Cuminal	Digestive	Stimule l'appétit et les glandes digestives

Partie expérimentale

I. Les Plantes étudiées**1. Le *Rosmarinus officinalis*****a. Description morphologique**

Le Romarin pousse spontanément au bord de la mer. C'est un arbrisseau de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé. Les fleurs sont d'un bleu pâle ou blanchâtre. Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement odorante et tenace (Makhloufi, 2009). La floraison commence dès le mois de février (ou janvier parfois) et se poursuit jusqu'au avril-mai (Mostefai, 2012).

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



Figure 03 : *Rosmarinus officinalis*-L (Nour., 2021).

- b. Classification botanique :** La classification botanique de l'espèce *Rosmarinus officinalis* établie selon **Gaussen et al., (1982)** est synthétisée dans le tableau 03.

Tableau 03 : Classification de *R. officinalis* dans la systématique botanique.

Règne	Plantea
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Décotylédone
Ordre	Lamiales
Famille	<i>lamiaceae</i> (labiées)
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

c. Distribution géographique

Le romarin se trouve dans toutes les contrées mondiales de l'Europe, plus particulièrement sur le pourtour méditerranéen, dans les lieux secs et arides, exposés au soleil. A l'état sauvage il se trouve sur des sols calcaires (**Escuder O., 2007**).

d. Composition chimique d'HE de Romarin

L'huile de romarin contient de l' α -pinène (7 à 80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 35%), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à 19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène (**Belakhdar J., 1997**).

2. Le *Syzygium aromaticum*

a. Description morphologique

C'est un grand arbre fruitier, élancé, de forme conique, d'une hauteur moyenne de 10 à 12 mètres, qui peut atteindre jusqu'à 20 mètres de haut, à port pyramidal et au tronc gris clair ridé. De nos jours, il ressemble souvent à un arbuste car il est régulièrement taillé pour faciliter la cueillette. Ces feuilles, de 8 à 10 cm de long, sont coriaces, persistantes, opposées, pétiolées, ovales, aux limbes lancéolés, à la face supérieure vert rougeâtre et à la face inférieure vert sombre, légèrement ponctué. Elles sont aromatiques et dégagent une forte odeur de clou de girofle au froissement. Le pétiole portant le limbe mesure entre 0,5 et 1cm de long. Les nervures sont nombreuses mais ne se voient pas beaucoup et la marge de la feuille est lisse (**Barbelet S., 2015**).



Figure 04 : Allure d'un giroflier de Madagascar (**Heywood VH., 1996**).

Les fruits sont nommés « antofles » dans le commerce. Ce sont des petites baies elliptiques : environ 2,5cm de long pour 1cm de large .Ils sont de couleur pourpre, généralement uniloculaire, et ont une ou parfois deux graines à enveloppe rouge (**Heywood VH., 1996**).



Figure 05 : Clou de girofle (Koroch A., 2007).

b. **Classification botanique** : La classification botanique de l'espèce *Syzygium aromaticum* établie selon Aflatouni, (2005) est synthétisée dans le tableau 04.

Tableau 04 : Classification de *Syzygium aromaticum* dans la systématique botanique (Aflatouni.,2005).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta (= phanérogames)
Sous-embranchement	Magnoliophytina (= angiospermes)
Classe	<i>Magnoliopsida</i> (= dicotylédones)
Ordre	Myrtales
Famille	<i>Myrtaceae</i>
Genre	<i>Syzygium</i>
Espèce	<i>Syzygium. Aromaticum</i>

c. Distribution géographique

Originnaire de Madagascar, la Réunion, les Antilles, le giroflier est également cultivé en Indonésie et en Tanzanie. Les clous de girofle américains sont réputés être de qualité inférieure à cause de leur plus faible teneur en huile essentielle (**Alice., 2011**).

La superficie couverte par les girofliers à Madagascar s'élève à environ 37 000 hectares, superficie variant sensiblement d'une année à l'autre.

d. Composition chimique des clous de girofle

L'huile de girofle contient principalement de l'eugénol, de 75 à 85 % de l'acétate d'eugénol, 4 à 10 % du β -caryophyllène, de 7 à 10 % et de faibles quantités d'autres produits (dont un peu de vanilline) (**Ouidir S., 2018**).

II. Extraction des huiles essentielles

Ce travail a été réalisé au laboratoire de recherches scientifiques de l'université Ammar thelji

Le matériel végétal constitué de giroflier (clou de girofle) et de romarin séchés et conservés à température ambiante qui sont obtenus de magasin de moulin royal Laghouat.

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général, le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles), de la nature des composés (par exemple, les flavonoïdes, les HE, les tanins) (**Lucchesi M S., 2005**). L'extraction des huiles essentielles de nos plantes a été effectuée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger (**Figure 06**).

Le matériel végétal (éventuellement broyé) est immergé directement, dans un alambic rempli d'eau qui est porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées, refroidies, sur une surface froide, puis décantées. Par la suite, l'huile essentielle est séparée par différence de densité (**Bruneton, 2009**).

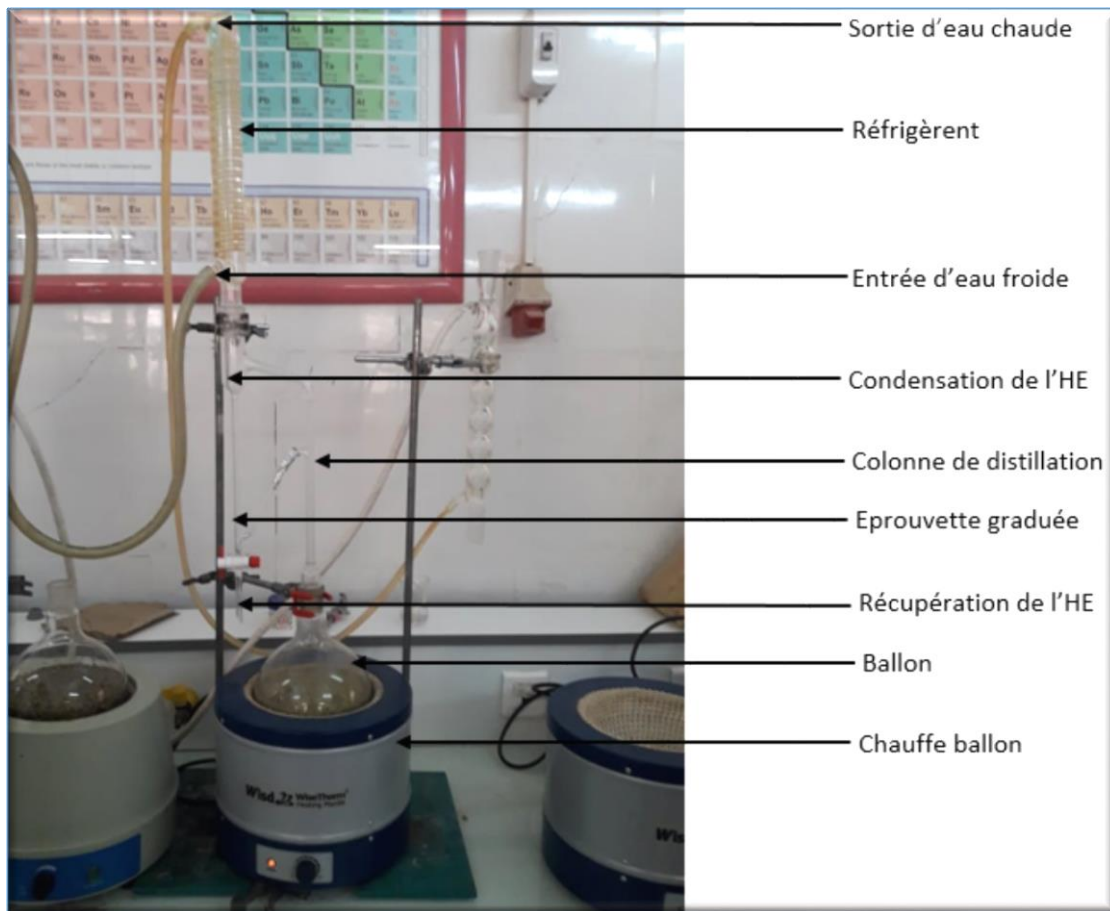


Figure 06 : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger.

La distillation dure de 3 heures à 6 heures après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur selon la matière végétale à traiter.

Cette opération a été répétée trois fois pour chaque plante.

III. Calcul du rendement en huile essentielles des deux plantes étudiées

Le rendement en huile essentielle est défini comme le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction et la masse de matière végétale sèche utilisée. Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

(Afnor., 1986).

$$R = \frac{M_h}{M_p} \times 100$$

R : Rendement d'HE en (%)

M_h : Masse de l'huile essentielle

M_p : Masse de la plante sèche

I. L'activité antioxydante

L'activité antioxydante est un processus complexe qui peut se produire au moyen de plusieurs mécanismes. En raison de sa complexité, plusieurs tests doivent être effectués lors de l'évaluation de l'activité antioxydante des composés purs ou extraits (Aruoma O I., 2003).

1. Principe du test DPPH

La molécule de 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]) est un radical libre stable, dont la solution possède une coloration violette et une absorption caractéristique à 517 nm. Quand une solution de DPPH[•] est mélangée avec une substance donneuse d'atomes d'hydrogène, antioxydante, il y a formation de la forme réduite (Figure 7). Ceci provoque la perte de la coloration violette et l'apparition d'une coloration jaune (Brand-Williams et al., 1995).

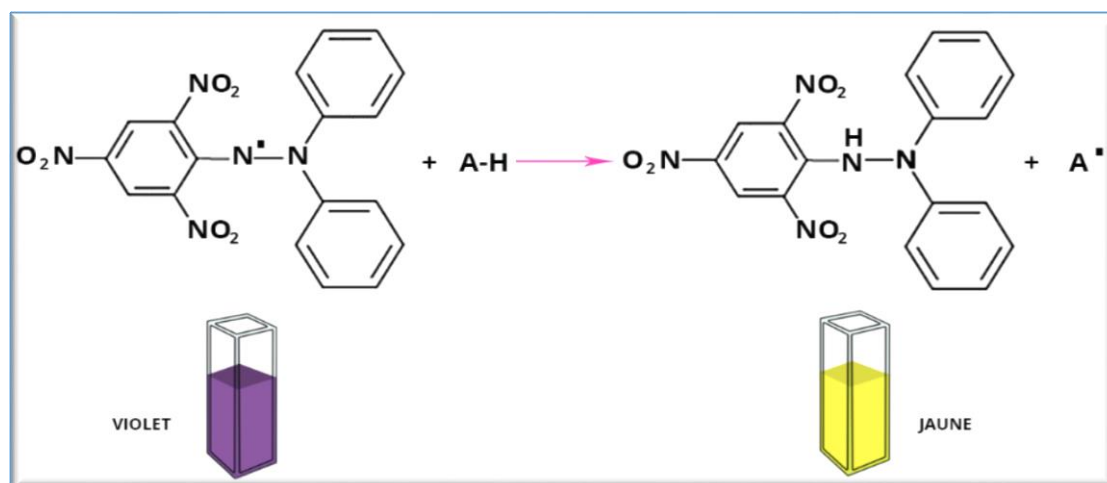


Figure 07 : Structure chimique du radical DPPH[•] et de sa forme réduite.

2. Test DPPH sur les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L et *Syzygium aromaticum*

- Le Protocole suivi est celui décrit par Katakawal et al., (2016) avec quelques modifications. Le DPPH 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl (C₁₈H₁₂N₅O₆) est solubilisé dans l'éthanol absolu pour en avoir une solution de 200 µM. Le control négatif correspond à l'absorbance de DPPH avec l'éthanol, il consiste à mettre dans un tube à essai 500 µl de DPPH et 500 µl de l'éthanol.

Après la dilution des extraits de chaque plante, 500 µl de la solution de DPPH est ajouté à 500 µL de l'éthanol contenant l'extrait dilué à tester de chaque échantillon à différentes concentrations croissantes.

A des fins comparatives, un contrôle positif représenté par une solution d'un antioxydant standard : la vitamine C (l'acide ascorbique) a été utilisé. Son absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons. Toutes les opérations ont été réalisées en duplicata.

L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage est calculée par l'équation suivante :

$$PI\% = \frac{Ac - Ae}{Ac} * 100$$

Avec : PI % : Pourcentage d'inhibition

Ac : Absorbance du contrôle négatif (contenant tous les réactifs excepté le composé d'essai) (DPPH + éthanol).

Ae : Absorbance de l'échantillon testé (Absorbance du DPPH en présence du composé d'essai). (Munteanu et Apetrei, 2021).

L'efficacité antioxydante de nos extraits est déterminée ensuite par le calcul du paramètre IC₅₀, qui est défini comme étant la concentration en substance qui est à l'origine de la perte de 50% de l'activité du DPPH. C'est-à-dire la concentration d'inhibiteur nécessaire pour diminuer 50% du taux des radicaux libres (Popovici et al., 2009).

3. Principe du test phosphomolybdate

Le test de réduction du phosphomolybdate d'ammonium pour les extraits est réalisé selon le protocole décrit par (Umamaheswari et Chatterjee., 2007) avec quelques modifications.

Le test de phosphomolybdate d'ammonium est une méthode quantitative pour évaluer la capacité antioxydant. Il est basé sur la réduction du Mo⁺⁶ en Mo⁺⁵ par les antioxydants présents dans l'échantillon. Cette réduction est suivie par l'apparition d'un complexe phosphate /Mo⁺⁵ de couleur verte qui est proportionnelle à la concentration des antioxydants et donne un maximum d'absorption à 695 nm (Umamaheswari et Chatterjee., 2007).

4. Test phosphomolybdate sur les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L et *Syzygium aromaticum*

Pour le test de phosphomolybdate, 200 µl de chaque échantillon dilué est ajouté à 2 ml d'un réactif contenant (0,6 M) d'acide sulfurique, 28 mM phosphate de sodium et 4mM de molybdate d'ammonium. Le tube est coiffé et incubé dans un bain marie à 90C° pendant 90 min, après refroidissement de l'échantillon à la température ambiante, l'absorbance de la solution aqueuse est mesurée à 695 nm contre blanc. Nous utilisons l'acide ascorbique comme un standard et on les a traités dans les mêmes conditions opératoires.

Résultats et discussion

I. Détermination du rendement des extraits

Les rendements en huiles essentielles ont été calculés à partir du poids des huiles essentielles, les caractéristiques organoleptiques des deux huiles extraites par hydrodistillation sont représentés dans le tableau ci-dessous (**Tableau 05**).

Tableau 05 : Caractéristiques organoleptique des huiles essentielles.

Huile essentielles de l'espèce	<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Rosmarinus officinalis L</i>
Aspect	Liquide mobile	Liquide mobile
Couleur	Jaune à jaune pale	Blanche
Odeur	Aromatique épicé	Camphrée
Rendement	5,01%	2,826%

A partir de ces résultats, on note qu'il existe une légère différence de rendement en huile essentielle.

Le rendement d'huile de romarin obtenu dans notre étude par l'hydrodistillation par est égal à **2,826%**, il est supérieur à celui d'huile de romarin marocain qui est extraite par différentes techniques selon la pharmacopée européenne 2014 : (Distillation industrielle **R=2,25%**, distillation artisanale **R=2,14%** et hydrodistillation par Clevenger **R=2,41%**). Notre rendement est aussi supérieure à celui de l'huile de Romarin (**R=0,41%**) extraite dans les travaux de **Djokhdem et khatoui, 2021**.

L'extraction par hydrodistillation de l'huile de girofle de notre travail a donné un rendement égale à **5,01%**, celui-ci est inférieur à celui obtenu par (**Louni, 2013**) (**R=11%**) utilisant les mêmes conditions d'extraction. Et il est supérieur par rapport au rendement d'huile de girofle (**R=0,4%**) obtenue par extraction à la vapeur d'eau dans l'étude d'**Abdelkader.O et Bouchakour.T (2018)**.

Cette différence pourrait être expliquée par le choix de la période de récolte car elle est primordiale en termes de rendement et qualité de l'extrait. Le climat, la zone géographique, l'organe de la plante utilisé, la période de séchage...etc. ce sont des facteurs entre autres qui peuvent avoir un impact direct sur les rendements de l'extrait (Vekiari *et al.*, 2002).

II. L'activité antioxydante

Dans notre étude, l'activité antioxydante d'huile de girofle et l'huile de romarin a été évaluée par deux méthodes *in vitro* : piégeage du DPPH et la méthode du phosphomolybdate.

1. Evaluation de l'activité antioxydante par diphényle-picryl-hydrazyl (DPPH)

Le test du DPPH est l'un des tests les plus utilisés pour déterminer l'activité antiradicalaire des extraits de plantes (Laguerre *et al.*, 2007). Cette méthode est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron, la forme non radicalaire (DPPH-H) est formée (Bortolomeazzi *et al.*, 2007).

2. Détermination d'CI₅₀

L'activité antioxydante des différents échantillons d'huiles essentielles et de la (vit C) a été exprimée par le facteur CI₅₀ qui exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'CI₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande.

Les résultats obtenus sont détaillés ci-dessous.

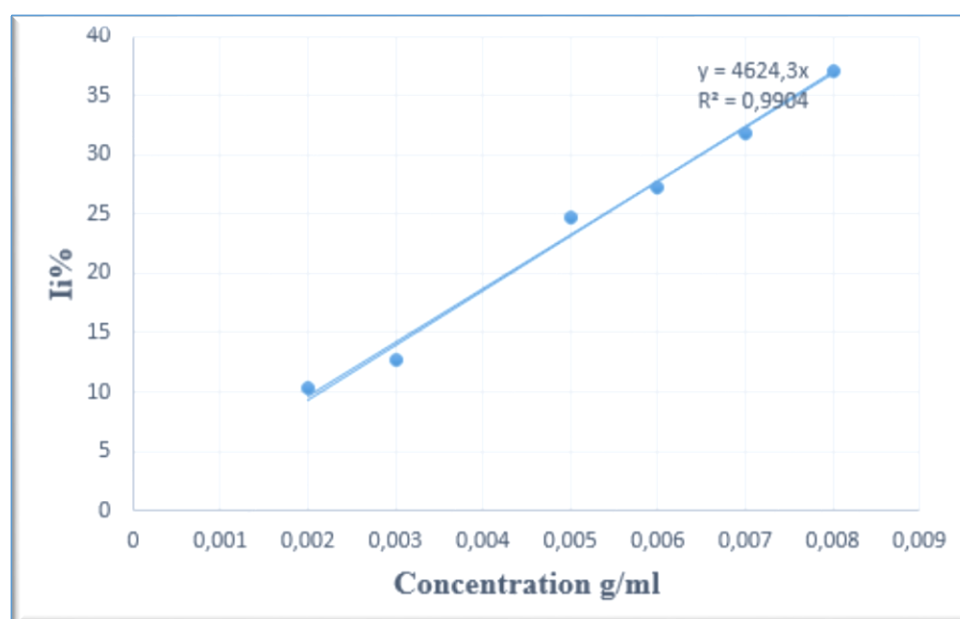


Figure 8 : Courbe représentant la variation du pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction de la concentration en Acide ascorbique.

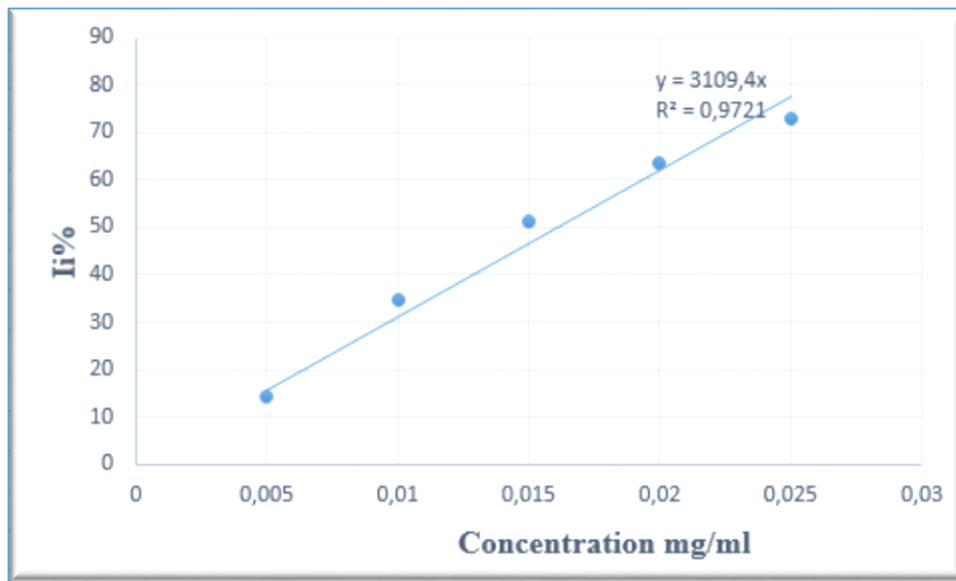


Figure 9 : Représentation graphique du pouvoir réducteur DPPH de l'huile de *Syzygium aromaticum*.

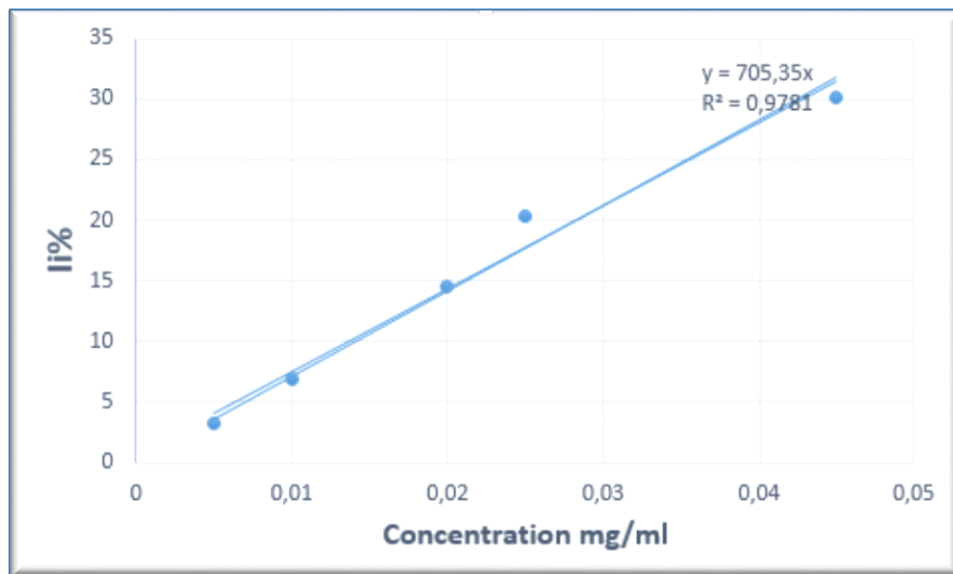


Figure 10 : Représentation graphique du pouvoir réducteur DPPH de l'huile de *Rosmarinus officinalis.L*

Les figures (16, 17,18) montrent le pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration d'acide ascorbique et des huiles essentielles de girofle et de romarin, on note que le pourcentage d'inhibition d'acide ascorbique est plus élevé que les huiles essentielles.

Les pourcentages d'inhibition (%) ainsi déterminés à partir des tracés précédents nous ont permis de déterminer la concentration d'inhibition à 50% (IC₅₀) des antioxydants présents dans les extraits aqueux et les huiles essentielles exprimés en mg/ml.

De même, nous avons calculés l'IC₅₀ de la vitamine C (l'acide ascorbique) afin de la comparer avec ceux des différents extraits. Les valeurs d'IC₅₀ obtenus sont résumées dans le (tableau 06). Plus la valeur d'IC₅₀ est petite plus la capacité antioxydante de nos extraits est importante.

Tableau 06 : les valeurs d'IC₅₀ de des différents échantillons de teste DPPH.

Echantillon	IC ₅₀ (mg/ml)
Acide Ascorbique	0,010 ± 0.0033
HE de <i>Syzygium aromaticum</i>	0,016 ± 0,0018
HE de <i>Rosmarinus officinalis.L</i>	0,070 ± 0,0275

D'après les valeurs du tableau ci-dessous, nous constatons que l'huile essentielle de Girofle (IC₅₀=0,016) est plus active que l'huile essentielle de Romarin (0,070mg/ml). Par contre, la valeur d'IC₅₀ pour l'acide ascorbique (0.010mg/ml) est inférieure par rapport à celles des huiles essentielles de Girofle et de Romarin.

D'une manière générale l'acide ascorbique possède une activité antioxydante plus forte que les huiles essentielles étudiées. Malgré que l'activité antioxydante des HES testées est faible devant la Vit C mais elles ont toujours une valeur ainsi importante.

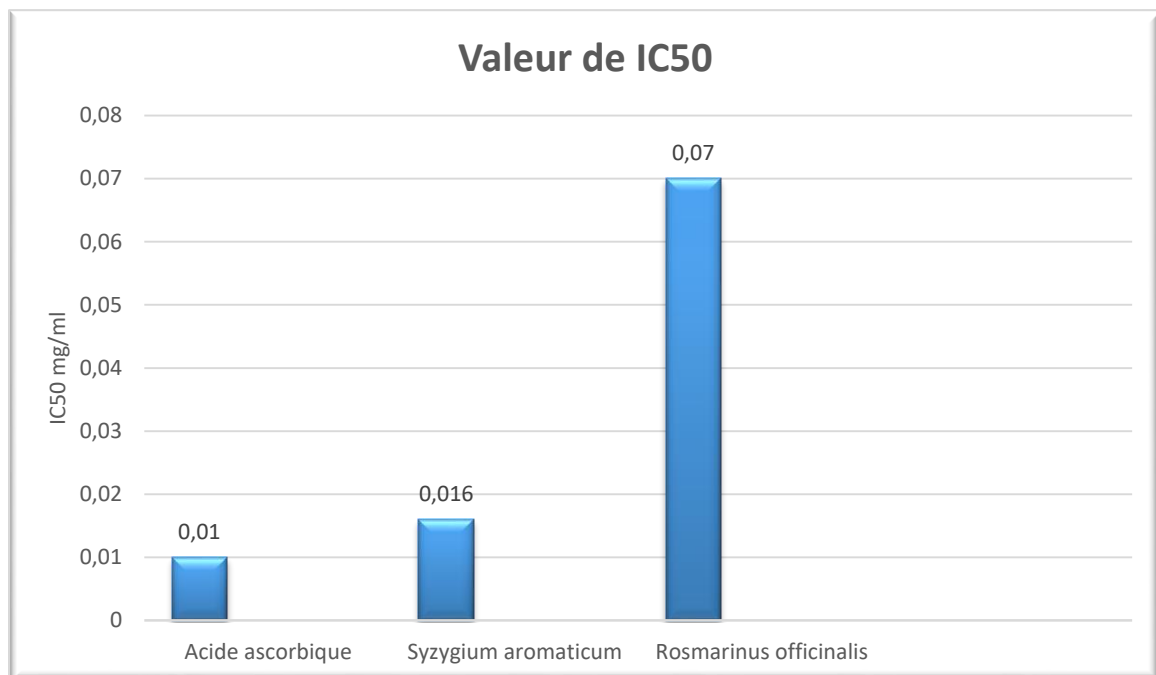


Figure 11 : Histogramme présente les concentrations inhibitrices à 50% de l'acide ascorbique et d'HE de girofle et de romarin.

La figure 11 montre une comparaison des valeurs de CI_{50} pour l'acide ascorbique et les huiles essentielles de notre étude. Les expériences faites par (Yanisse Y., 2021) et (Khima S et Merabti C., 2015) montrent une valeur d' IC_{50} égale **0,025mg/ml** et **1,63mg/ml** pour le *Syzygium aromaticum* du Maroc et du Bejaia respectivement. Donc notre extrait de huile de Girofle ($CI_{50}=0,0160mg/ml$) possède une activité antioxydante plus forte à celle du Maroc et de Bejaia.

En comparant l'activité antioxydante de notre extrait de *Syzygium aromaicum* avec différentes espèces de la même famille (*Myrtaceae*). On constate que l'étude de **Gueddah et Soualat., (2019)** sur l'*Eucalyptus globulus* de Sétif a montré une valeur de $CI_{50} = 0,0189$ mg/ml et l'étude de **Gherzouli et Moudjari., (2021)** sur l'espèce *Mytrus communis* L a révélé un $CI_{50} = 0,156mg/ml$. D'après ces résultats, on conclut que l'activité antioxydante de notre huile de *Syzygium aromaticum* est plus forte par rapport à celle de l'*Eucaluptus globulus* et de *Mytrus communis*.

En revanche, le CI_{50} de notre extrait du Romarin est très inférieur à celui trouvé par **Fadili et al., (2015)** et qui correspondent à **0,103mg/ml**. ce qui signifie que nos échantillons de Romarin ont une activité antioxydante satisfaisante.

Ainsi, les études faites par (Dauqan et al., 2017) sur le *Thymus vulgaris* montre une valeur de CI_{50} égale à **0,00421mg/ml**. Amarti et al., (2013) ont déterminé une valeur de CI_{50} = **0,745 mg/ml** de *Thymus algériensis*. Nous concluons que l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* est plus puissante à celle de *Thymus algériensis*, mais faible par rapport au *Thymus vulgaris*.

3. Evaluation de l'activité antioxydante par phosphomolybdate

Le test phosphomolybdate d'ammonium est un test antioxydant important très utilisé basé sur la réduction de Mo^{+6} en Mo^{+5} par un composé antioxydant. Ceci conduit à la formation d'un complexe de phosphate $/Mo^{+5}$, de couleur verte, avec une absorption maximale à 695nm. (Nagavani et al., 2010).

Nous l'avons appliqué dans cette étude pour déterminer l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Syzygium aromaticum* et *Rosmarinus officinalis*, et de le standard utilisé est l'acide ascorbique.

L'activité antioxydante est mesurée en calculant le paramètre AAEC : qui présente l'activité antioxydante en équivalant de l'acide ascorbique des extraits étudiés. L'évaluation de l'activité antioxydante de nos extraits est comparée à celle de l'acide ascorbique (vitamine C) (Benslimane et Bouras., 2010). Plus la valeur de AAEC est importante, plus le pouvoir antioxydant des extraits est important (Boussoussa H., 2016).

Dans ce test, nous dessinons la courbe standard de l'acide ascorbique et les courbes des extraits présentées ci-dessous (Figures 12, 13 et 14).

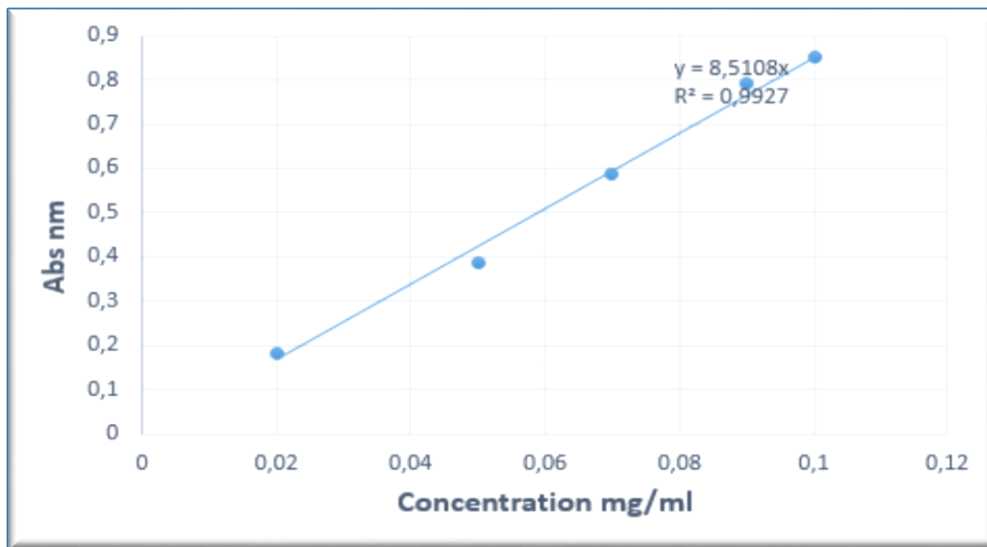


Figure 12 : Représentation graphique de test phosphomolybdate de l'acide ascorbique.

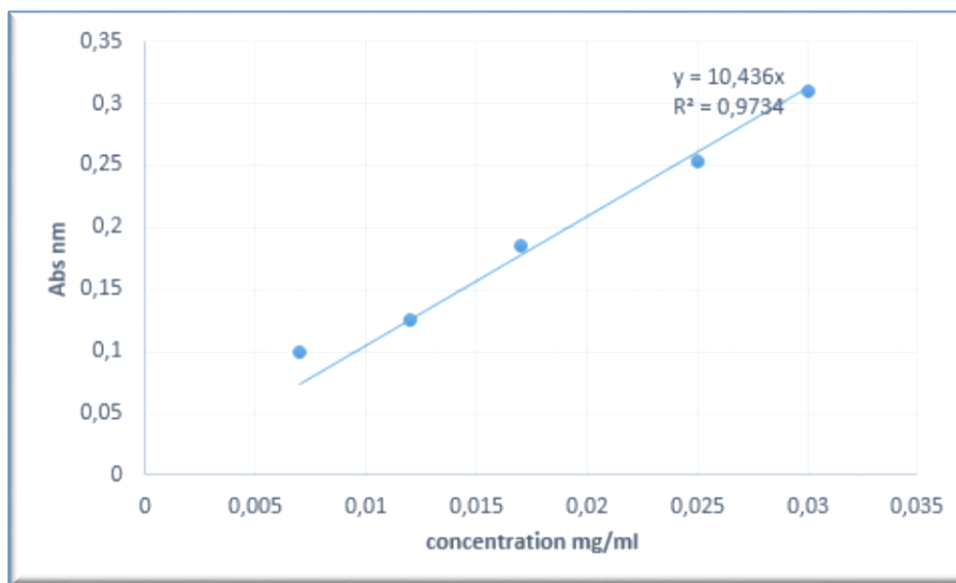


Figure 13 : Représentation graphique de test phosphomolybdate de l'extrait *Syzygium aromaticum*.

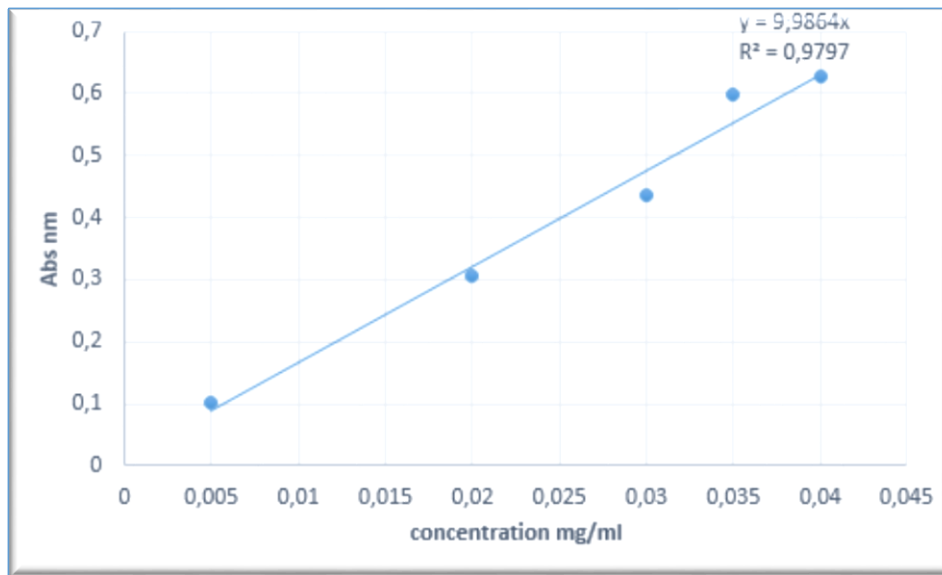


Figure 14 : Représentation graphique de test phosphomolybdate de l'extrait *Rosmarinus officinalis*.

Les courbes ci-dessus nous ont permis d'obtenir les valeurs AAEC en mg/ml. Le tableau suivant présente les résultats obtenus (**Tableau 07**).

Tableau 07 : les valeurs AAEC des huiles essentielles du test phosphomolybdate.

Extrait	AAEC (mg/ml)
<i>Syzygium aromaticum</i>	0,99
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,95

Le résultat de nos expériences sur l'huile de *Syzygium aromaticum* montre que son AAEC est proche de 1, donc son activité antioxydante est très importante et équivalente à celle de l'acide ascorbique.

Plusieurs espèces appartenant de la famille des Lamiacées présentent des activités antioxydantes importantes (Urban et al., 2021 , Touaibia,et al., 2021). Les résultats trouvés par (Bajalan et al., 2017) du teste phosphomolybdate sur l'huile de Romarin récoltée d'Iran (AAEC= 0,62mg/ml) est inférieur à celui obtenu par notre huile.

Les résultats obtenus de notre expérience sont supérieurs aux ceux de (**Khatoui et Djokhdem., 2021**) qui ont trouvé une valeur de AAEC= 0,48 mg/ml de Romarin de la zone Oued moura (Aflou Laghouat), ainsi sont supérieures ou presque identique par rapport aux travaux **d'Eric et al., (2012)** sur l'huile de Romarin chinois (AAEC=0,94mg/ml). À la fin nous concluons que nos deux HE de Romarin et de Girofle ont des valeurs d'activité antioxydante puissante et importante et comparables à celle de la vitamine C.

Conclusion

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation des antioxydants naturels, tel que les huiles essentielles des plantes, vu le rôle qu'elles peuvent jouer dans divers domaines.

Ce travail a été pour nous une très bonne expérience, ainsi qu'une bonne initiation à la recherche scientifique et ceci grâce au travail de laboratoire et la recherche bibliographique réalisé sur les extraits de *Rosmarinus officinalis* et *Syzygium aromaticum*.

L'objectif de la présente étude est double. Le premier objectif étant l'extraction et l'estimation de rendement des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Syzygium aromaticum* qui appartiennent, respectivement, à la famille des Lamiacées et Myrtacées et qui sont importantes dans la flore Algérienne. Le second objectif est l'évaluation de l'activité antioxydante de ces derniers avec le standards Vit C en utilisant deux méthodes deux tests *in vitro* test DPPH et test phosphomolybdate.

Notre travail expérimental a été repartit en deux grandes étapes :

La première étape consiste à l'extraction du matériel végétale, on s'est intéressé particulièrement à l'extraction de l'huile essentielle de la plante *Syzygium aromaticum* et l'huile de *Rosmarinus officinalis* grâce à une méthode très simple et très pratique, qui est l'hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. Les résultats ont montré des rendements respectifs de 2,826% et 5,01% pour *Rosmarinus officinalis* et *Syzygium aromaticum*.

En deuxième étape, L'étude de l'activité antioxydante par la méthode de piégeage de radical libre DPPH des huiles essentielles a montré que nos échantillons possèdent des valeurs des CI_{50} modérées sont classés dans l'ordre suivant : *Syzygium aromaticum* ($CI_{50} = 0,0160$), *Rosmarinus officinalis* ($CI_{50} = 0,072$)

Enfin, ce travail a été complété par la détermination de l'activité antioxydante par le teste phosphomolybdate qui nous a donné les valeurs d'AAEc comme suit : *Syzygium aromaticum* (AAEc = 0,99mg/ml), *Rosmarinus officinalis* (AAEc = 0,95mg/ml).

En s'appuyant sur ces différents résultats, nous avons constaté que l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* possède une meilleure activité antioxydante par apport à celle de *Rosmarinus officinalis*.

Sachant que chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui demandent d'être exploitées par les recherches, de cet effet, et comme perspectives on propose de :

- Développer des médicaments anti-radicalaires à base de ces plantes ;
- Orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies et complémentaires de l'activité antioxydante des huiles essentielles étudiées ;
- Etude de la toxicité de ces huiles ;
- Étude des huiles essentielles de plantes étudiées dans d'autres régions d'Algérie.

Références Bibliographique

- Aflatuni. (2005).** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées.
- AFNOR** (Association Française de Normalisation). (1986). Recueil des normes françaises "huiles essentielles". AFNOR, Paris, p, 57.
- Alice, D. (2011).** Faisabilité de la mise en place d'une indication géographique sur le clou de girofle à Madagascar. Ecole supérieure d'Agro-Développement International ISTOM ; Thèse, p. 65 72.
- Anulika, N. P., Ignatius, E. O., Raymond, E. S., Osasere, O. I et Abiola, A. H (2016).** La chimie du produit naturel : les métabolites secondaires des plantes. Int. J. Technol. Enhanc. Emerg. Eng. Res, 4 (8) ; p. 1-9.
- Aruoma, O.I. (2003).** Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods. Mutation research, p. 523-524, 9-20.
- Barbelet, S. (2015).** Le giroflier : historique, description et utilisations de la plante et de son huile essentielle. (Mémoire de fin d'étude Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie) université de lorraine.
- Belaib, N et Saidi, S. (2012) ;** « Etude physico-chimique et microbiologique des huiles essentielles de Fenouil » ; thèse de master ; université de Khemis-Miliana.
- Belakhdar, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Idis PRESS (Ed). Paris, p.764
- Belouad A., 2001 :** Plantes médicinales d'Algérie. Office des Publications Universitaires, Alger, 5-10.
- Ben Slimane et M.T. Bouras. (2010).**" Quantification des principes actifs et évaluation du pouvoir antioxydant de L'Acacia arabica" ; Diplôme d'Ingénieur d'Etat, Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Benyahia S. (2015).** Activités antimicrobiennes et insecticides de *thymus capitalus*, *Daucus crinitus* et *tetraclinis articulata* sur la mineuse *Tuta absoluta* (Myrick) et la microflore pathogène de la tomate *lycopersicum esculentum*, thèse de Doctorat. p2.
- Bonnafous, C. (2013).** Traité scientifique aromathérapie : aromatologie & aromachologie.Éditions Dangles.

- Bortolomeazzi, R., Sebastianutto, N., Toniolo, R. & Pizzariello, A. (2007).** Comparative evaluation of the antioxidant capacity of smoke flavouring phenols by crocin bleaching inhibition, DPPH radical scavenging and oxidation potential. *Food Chemistry*, 100, p.1481-1489.
- Borée, D. (2012).** Atlas illustré des plantes médicinales et curatives.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., et Berset, C. L. W. T. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), p. 25-30.
- Bubulka, P. (2007)** ; « Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales ; la médecine traditionnelle à la phytothérapie », p. 137-145.
- Collin, S., et Crouzet, J. (2011).** Agence universitaire de la francophonie. Polyphénols et procédés : Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire. Edition Lavoisier, Paris, p. 13.
- Escuder, O. (2007).** Plantes médicinales mode d'emploi. Paris : Ulmer, p. 255.
- Festy, D. (2018).** Ma bible des huiles essentielles. Éditions Leduc. s.
- Gausсен, H., Leroy., et Ozenda, P. (1982).** Précis de botanique, végétaux supérieurs.vol.2. Paris: 2ème édition Masson.
- Haddouchi, F., Lazouni, H. A., Meziane, A et Benmansour, A. (2009).** Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut. *Afrique Science. Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 5 (2).
- Heywood, V. H. (1996).** Les plantes à fleurs : 306 familles de la flore mondiale. Paris : Ed. Nathan, p. 11 ,13-15.
- Jain, C., Khatana, S., et Vijayvergia, R. (2019).** Bioactivity of secondary metabolites of various plants : a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 10(2), p. 494-498
- Kateb J. (1989).** « Le travail sur la culture des plantes médicinales » ; Ed. Masson ; Paris.
- Khayreddine, B. (2018).** Essential oils, an alternative to synthetic food additives and thermal treatments. *MedCrave Group LLC*, p. 10-11.

Koroch, A., Ranarivelo, L., Behra, O., Juliani, h. R et SIMON J. E. (2007). «Quality Attributes of Ginger and Cinnamon Essential Oils from Madagascar» in : Issues in new crops and new uses. Ed by Janick and A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria, VA, p. 338-341.

Lemaoui F.(2011). Activités antioxydante et anticoagulante des huiles essentielles des graines de *Nigella sativa*.L Algérienne. universite Ferhat Abbas –Setif.thèse de Magister.

Lucchesi, M. S. (2005). Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Université de la Réunion. Thèse de Doctorat en science.

Macheix, J. J., Fleuriet, A.et Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Edition Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, p. 4-5,134.

Madjour, S. (2014). Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne d'une labiée *rosmarinus officinalis*". these de Master Université Med Khider Biskra, p1.

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

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

Mangambu, M., Mushagalusa, K., et Kadima N. (2014)."Contribution à l'étude photochimique de quelques plantes médicinales antidiabétiques de la ville de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, RD Congo)." *Journal of Applied Biosciences*, 75(1), p. 6211- 6220.

Marion, L. (2015). Le Romarin, *Rosmarinus officinalis* L. une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale. Université d'Aix-Marseille – Faculté de Pharmacie, p. 229.

- Mebarki N. (2010).** Extraction des huiles essentielles de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse -antimicrobienne», Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, Thèse de magister, Boumerdes.
- Makhloufi, A.. (2009)** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Mémoire doctorat. Université Aboubaker Belkaid Bechar, 136p
- Namdeo, A. G. (2007).**, Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: a review. *Pharmacogn Rev*, 1(1), p. 69-79.
- Ouidir, S. (2018).** Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* vis-à-vis des bactéries responsables d'infections urinaires, p. 29.
- Pierron C. (2014).** Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France : exemples d'applications en gériatrie-gérontologie et soins palliatifs.
- Quezel, P., Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. C.N.R.S. (Ed). Paris, p. 565.
- Richter G. (1993).** « Métabolisme des végétaux », Physiologie et Biochimie. Presses polytechniques et universitaires, Romandes, p. 292.
- Satish, L., Shamili, S., Yolcu, S., Lavanya, G., Alavilli, H., et Swamy, M. K. (2020).**, Biosynthesis of Secondary Metabolites in Plants as Influenced by Different Factors. In *Plant-derived Bioactives*, p. 61-100.
- Tongnuanchan, P et Benjakul, S. (2014).** Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. *Journal of food science*, 79(7), R1231-R1249
- Umamaheswari, M et Chatterjee, T.K. (2007).** In vitro antioxidant activities of the fractions of *Coccinia grandis* L. leaf extract. *Afr J Trad Complement Altern Med*. 5(1), p. 61–73.
- Urquiaga, I. et Leighton, F. (2000).** Plant Polyphenol Antioxidants and Oxidative Stress. *Biological research*, 33(2), p. 55-64.
- Vekiari S.A., Protopapadakis E.F., Papadopoulou P., Papanicolaou D, Panou C. et Vamvakias M. (2002).** Composition and seasonal variation of the essential oil from leaves and peel of a lemon variety; *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 5(1), p.147153.

Véronique, L. C. (1971). Toxicité des huiles essentielles (Doctoral dissertation, Université Paul-Sabatier).

victoirekephale. (2015). le-clou-de-girofle-l'anti-douleur-par-excellence.

Williams, G. M. (1996). Interventive prophylaxis of liver cancer. *European Journal of Cancer Prevention*, 3, p. 89-99.

Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'étude de l'activité antioxydante de plante aromatique et médicinale algériennes. Nous avons entrepris une étude sur les plantes très utilisées par la population locale, la plante aromatique *syzygium aromaticum* et *rosmarinus officinalis*.

Nous avons extrait les huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation, le rendement d'extraction est de **5,01%** de girofle et **2,826%** de romarin,

L'activité antioxydante des huiles essentielles est évaluée par le test du piégeage du radical libre DPPH à montre l'existence d'une activité antioxydante de nos huiles ($IC_{50} = 0.0160$ de *syzygium* et $IC_{50} = 0.072$ de *rosmarinus*).

Cette étude donne une activité antioxydante à partir de test phosmolybdate d'ammonium montre des valeurs AAEC d'huile essentielle de girofle et de romarin par l'ordre suivante : 0.99mg/ml, 0.95mg/ml.

Les résultats indiquent que les deux huiles essentielles possèdent une activité antioxydante très important.

Mots clé : huiles essentielles, Activité antioxydante, DPPH, phomolybdate d'ammonium.

ملخص

هذا العمل جزء من دراسة النشاط المضاد للأكسدة للنباتات العطرية والطبية الجزائرية. أجرينا دراسة على النباتات المستخدمة على نطاق واسع من قبل السكان المحليين، والنباتات العطرية القرنفل واكليل الجبل .

استخرجنا الزيوت العطرية بتقنية التقطير المائي، وبلغ معدل الاستخلاص 5.01% قرنفل و 2.826% إكليل الجبل.

يتم تقييم نشاط مضادات الأكسدة للزيوت الأساسية عن طريق اختبار محاصرة الجذور الحرة DPPH لإظهار وجود نشاط مضاد للأكسدة لزيوتنا ($IC_{50} = 0.016$ من القرنفل و $IC_{50} = 0.072$ من اكليل الجبل).

تعطي هذه الدراسة نشاطاً مضاداً للأكسدة من اختبار فوسموليبيدات الأمونيوم يظهر قيم AAEC للزيت العطري للقرنفل و اكليل الجبل على الترتيب التالي: 0.99 مجم/مل, 0.95 مجم/مل.

تشير النتائج إلى أن هذين الزيتين الأساسيين يمتلكان نشاطاً مضاداً للأكسدة مهماً جداً.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية ، الفعالية المضادة للأكسدة ، DPPH ، فوسموليبيدات الأمونيوم.

Abstract

This work is part of a study of the antioxidant activity of Algerian aromatic and medicinal plants. We conducted a study on plants widely used by local people, the aromatic plants *Syzygium aromaticum* and *rosmarinus officinalis*.

We extracted the essential oils by hydro-distillation technology, the extraction rate was 5.01% clove and 2.826% rosemary,

The antioxidant activity of essential oils is evaluated by DPPH free radical trapping assay to show the presence of antioxidant activity of our oils (IC50 = 0.0160 from *Syzygium* and IC50 = 0.072 from rosemary).

This study yields antioxidant activity from an ammonium phosmolybdate test showing the AAEC values of clove and rosemary essential oil in the following order: 0.99 mg/mL, 0.95 mg/mL.

The results indicate that these two essential oils possess very important antioxidant activity.

Keywords: essential oils, antioxidant activity, DPPH, ammonium phomolybdate.