

**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**  
**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي**

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

**Université de RELIZANE**  
**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département :Sciences Biologiques**



**جامعة غليزان**  
RELIZANE UNIVERSITY

**MEMOIRE**

**En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en :**  
**Biochimie appliquée**

**Intitulé**

**Évaluation des propriétés antioxydantes et antidiabétiques  
in vitro de l'huile essentielle de romarin**

**Présenté par :**

Mme :Ouadah Fatima Zohra

Mlle :Khafif Rawiya

**Devant les membres de jury :**

**Président :** Mr. MALTI Charaf Eddine

Maître de conférence (B) (U. Relizane)

**Encadreur :** Mr.BRAHMI Mostapha

Maître de conférence (B) (U. Relizane)

**Examinateur :** Mlle .DERRADJIA Amina

Maître de conférence (B) (U. Relizane)

**Année universitaire : 2023/2024**

## REMERCIEMENTS

Nous remercions notre grand Dieu le tout Puissant. Dieu nous a garanti la foi, la volonté, la patience, la santé et la confiance afin de mener ce travail à terme.

Mes plus vifs remerciements vont d'abord à mon encadreur : Mr Brahimi Mustapha Maitre de conférence «B» à l'Université de Relizane de m'avoir fait l'honneur et le plaisir de diriger ce travail. Il a su me guider avec patience, compréhension et rigueur. Je lui en Serai toujours reconnaissant. J'exprime toute ma gratitude à Mr . MALTI Charaf Eddine Maitre de conférence «B» à l'Université de Relizane pour avoir accepté de présider ce jury et pour sa grande disponibilité et pour son total dévouement. Mes remerciements s'adressent aussi à Mlle .DERRADJIA Amina Maitre de conférence «B» à l'Université de Relizane de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être membre du jury. nous remercions tous les membres de l'équipe de laboratoire de notre département des sciences biologiques pour leur accueil, leur sympathie ainsi que leurs idées constructives Un chaleureux merci à toute ma famille que j'adore, Pour l'encouragement et le soutien dans les moments difficiles.

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail Aux deux être les plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour pour nous couvrir de leur amour, mes parents.

A mon père Trouve dans ce travail qui est aussi le tien, le témoignage de mon amour et de mon infinie reconnaissance. Tu as toujours souhaité pour tes enfants les meilleures conditions de vie. Que Dieu te garde encore longtemps auprès de tes chers enfants afin que tu puisses goûter aux fruits de ton dur labeur

A ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma chère mère Que ALLAH vous garde en bonne santé.

Je dédie aussi ce modeste travail :

A mes sœurs Samira Ikram sérine Merci pour vos encouragements et vos soutiens inestimables, qu'Allah puisse renforcer les liens sacrés qui nous unissent, ce travail est le résultat de votre précieux soutien.

A toutes les famille.

A toutes mes amies surtout fatima et qui m'ont beaucoup aidé. A tous ceux que j'aime et que je respecte.

KHAFIF Rawiya

## Dédicace

Dédié à l'âme du défunt (ma mère bien-aimée et ma grand mère )

A mon père pour sa patience avec moi et son encouragement.

A mon mari : Merci pour ton soutien inestimable, financier, matériel, moral et tes conseils aussi nobles, pour ma réussite. Merci infiniment pour ton accompagnement, retrouve ici ma profonde gratitude. Merci d'être un bon père et un bon mari, les enfants et moi en sont reconnaissants.

A et mes enfants Amira,soulef, feriel et mounir pour leur soutien sans oublié mon frère Yabri omar et le medcin chef de l'EPH de Relizane Dr. Fekira Ali .

A tous les étudiant de biochimie appliquée surtout ma binome Rawya.

Ouadah fatima zohra

## **الملخص**

لقد كانت النباتات مصدراً مهماً للمركبات النشطة بيولوجياً منذ العصور القديمة و قد جذبت مؤخراً انتباه الباحثين و المستهلكين بسبب التأثيرات السامة للأدوية الاصطناعية يهدف علمنا إلى دراسة بعض الأنشطة البيولوجية في المختبر للزيت عطري روزمارينوس او فيسيناليس (أكليل الجبل) .

ينتمي إلى الفصيلة الشفوية بمنطقة غليزان تم تقييم نشاط مضاد الاكسدة للزيت العطري أظهر الزيت العطري باستخدام طريقة الكسح (2.2 ثاني الفينيل -1-بيكريل هيرازيل) قدرة عالية على مقاومة الاكسدة مع قدرة تثبيط  $50 = 34,42$  ميكروغرام/مل و الذي يمكن ان يعزى الى محتواه العالي من الفينول .

في الواقع تم تقييم النشاط مضاد للسكري من خلال دراسة قوة التثبيط .

فيما يتعلق لانزيم الفا اميلاز يتمتع الزيت العطري باعلى نشاط مع  $50 = 27,25$  ميكروغرام/مل من معيار الاكاربوز الذي يساوي  $14,49$  ميكرو غرام/مل بالإضافة الى ذلك اظهرت النتائج ان هذا الزيت العطري انشطة بيولوجية مهمة ويمكن استخدامه في علاج السكري بخصائص مضادة للاكسدة.

## ***Summary***

Plants have been an important source of bioactive compounds since ancient times, and have recently attracted the attention of researchers and consumers due to the toxic effects of synthetic drugs. Our work aimed to study some in vitro biological activities of *Rosmarinus officinalis* essential oil. Belongs to the Lamiaceae family, in the Relizane region.

The antioxidant activity of the essential oil was evaluated using a method: DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) scavenging activity. *Rosmarinus officinalis* essential oil showed the highest antioxidant capacity with an IC<sub>50</sub>=34.42ug/ml, which can be attributed to its high phenol content.

Anti-diabetic activity was assessed by studying the inhibitory power towards the alpha-amylase enzyme. *Rosmarinus officinalis* essential oil showed the highest activity, with an IC<sub>50</sub> of 27.35ug/ml lower than that of standard Acarbose (14.49 $\mu$ g/ml).

Furthermore, these results showed that *Rosmarinus officinalis* essential oil has significant biological activities and could be used in the treatment of diabetes with antioxidant properties.

**Keywords:** *Rosmarinus officinalis* , DPPH, CI50, anti-oxidant, anti-diabetic activity.



## *Liste des tableaux*

N°	Titre	
01	Taxonomie de <i>Rosmarinus officinalis</i> .	20
02	Appareil végétatif de romarin	21
03	Composition biochimique de <i>Rosmarinus officinalis</i> de l'Algérie	22
04	Rendement de l'huile essentielle de <i>romarin</i>	32
05	Radical Scavenging activité DPPH	35
06	Les valeurs CI50 D'inhibition de l'alpha-amylase.	36

# Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation d'HE.	11
02	Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau	12
03	L'hydrodiffusion	13
04	<i>Rosmarinus officinalis</i>	20
05	<i>Rosmarinus Officinalis</i>	25
06	<i>L'extraction par Hydro distillation à la vapeur d'eau de type clevenger</i>	26
07	<i>Mécanisme réactionnel du radical libre DPPH</i>	27
08	<i>préparation des différentes dilutions d'huile essentielle</i>	28
09	<i>dosage de DPPH</i>	29
10	<i>Activité Piégeage du radical libre DPPH à différentes concentrations de l'Huile essentielle de Romarin</i>	33
11	<i>Activité Piégeage du radical libre DPPH à différentes concentrations de l'acide ascorbique.</i>	34
12	<i>Pourcentages d'inhibition de l'enzyme <math>\alpha</math>-amylase en fonction de différente concentration de l'HE de Romarin</i>	35
13	<i>Pourcentages d'inhibition de l'enzyme <math>\alpha</math>-amylase en fonction de différente concentration de l'Acarbose</i>	36

## **Introduction**

La valorisation scientifique de la médecine traditionnelle doit notamment aboutir au développement de médicaments à base de plantes (Bounab, 2020). Actuellement, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'environ 80 % de la population mondiale utilise des préparations traditionnelles à base de plantes comme soins de santé primaire (Berbache et al., 2022).

Parmi les métabolites secondaires des végétaux, les huiles essentielles sont particulièrement étudiées et ont suscité, ces dernières années, un intérêt croissant dans les domaines pharmaceutique, agroalimentaire et cosmétique, en raison de leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. La dynamique de marché des huiles essentielles est soutenue par une demande croissante en ingrédients naturels, incitant les industries agroalimentaire, cosmétique et pharmaceutique à les intégrer davantage dans leurs formulations. La substitution de produits de synthèse par des huiles essentielles permet d'accroître la valeur ajoutée des produits (Djendli et Bouali, 2022).

Les plantes ont été le premier outil thérapeutique de l'humanité pendant des siècles. Dans diverses civilisations et sur tous les continents, les pharmacopées végétales se sont développées et enrichies grâce à l'empirisme. Avec une observation inégalée, les anciens ont pu mettre en évidence des propriétés curatives ou préventives des plantes médicinales, lesquelles n'ont jamais été démenties par l'usage (Abdelli, 2017).

*Rosmarinus officinalis*, connu sous le nom de romarin, est une plante aromatique vivace de la famille des Lamiacées, originaire de la région méditerranéenne. Ce buisson persistant peut atteindre jusqu'à 1,5 mètre de hauteur et possède des feuilles étroites et en forme d'aiguilles, vertes sur le dessus et blanches en dessous. Il produit de petites fleurs bleues, blanches ou roses. Le romarin préfère les sols bien drainés et une exposition en plein soleil, étant résistant à la sécheresse une fois établi. Utilisé en cuisine pour aromatiser viandes et légumes, il possède également des propriétés médicinales, notamment la préservation de la mémoire, la prévention de la maladie d'Alzheimer et des maladies cardiovasculaires, et entre dans la composition de produits cosmétiques et aromathérapies. En jardinage, il est apprécié pour son feuillage décoratif et ses capacités répulsives contre certains insectes (Gardenia,2024).

Cette plante, présente dans la région de Relizane, a été étudiée dans ce travail, focalisé sur leurs huiles essentielles. Après extraction par hydro distillation et détermination des rendements,

deux activités biologiques de cette huile essentielle ont été évaluée, notamment leurs activités antioxydantes, et antidiabétiques.

Notre travail est structuré en deux parties. La première partie propose une synthèse bibliographique organisée en trois chapitres : le premier chapitre aborde les généralités sur les plantes médicinales, la deuxième traite des généralités sur les huiles essentielles, et le troisième s'intéresse à la plante étudiée.

La 2 ème partie est subdivisée en deux chapitres. Le premier présente le matériel et les méthodes utilisés et le deuxième présente les résultats et discussion

## *Chapitre 1*

### *Généralité de la plante médicinale*

## **Introduction aux plantes médicinales**

La médecine traditionnelle, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), englobe une gamme de pratiques et de connaissances intégrant des médicaments à base de plantes, d'animaux, de minéraux, ainsi que des traitements spirituels et physiques, utilisés seuls ou en combinaison pour maintenir le bien-être, prévenir, diagnostiquer ou traiter les maladies (**Tefiani, 2015**).

Les plantes aromatiques et médicinales ont joué un rôle crucial dans l'histoire des civilisations à travers le monde, étant utilisées non seulement en médecine, mais aussi en parfumerie, en cosmétique et pour l'aromatisation des aliments (**El amri et al., 2014**). Récemment, les recherches approfondies sur les solutions thérapeutiques alternatives basées sur les ressources naturelles ont pris de l'ampleur (**Chebbac et al., 2022**).

Les principes actifs des plantes, comme les composés phytochimiques (métabolites primaires ou secondaires), agissent seuls ou en synergie pour produire des effets thérapeutiques. Le matériel végétal utilisé à des fins thérapeutiques est appelé drogue végétale, pouvant inclure la plante entière, une ou plusieurs de ses parties, ou des extraits (**Ouedraogo et al., 2021**).

L'importance économique des plantes aromatiques et médicinales est notable, car elles sont utilisées dans divers secteurs tels que l'alimentation, les soins, l'énergie, et l'agronomie (**Mpondo et al., 2012**).

### **1. Phytothérapie**

La phytothérapie, du grec "phyton" (plante) et "thérapie" (soin), désigne l'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques. Elle a évolué avec le développement scientifique et industriel, intégrant désormais des approches variées. La distinction entre l'approche traditionnelle et scientifique de la phytothérapie est établie dans la littérature scientifique et la législation des médicaments à base de plantes (Jorite, 2015).

### **2. Plante médicinale**

Une plante médicinale est une plante utilisée pour prévenir, soigner ou soulager diverses affections. Elles contiennent au moins une partie possédant des propriétés médicinales (**Khireddine, 2013; Lalmi et Laouri, 2021**).

### **3. Le séchage**

Le séchage est le processus visant à éliminer l'eau ou tout autre solvant contenu dans un matériau poreux, par transfert thermique et de masse (**Barka et Merahi, 2022**).

### **4. Les extraits**

Les extraits naturels de plantes contiennent divers composés phénoliques aux activités biologiques variées (**Bouzid et al., 2010**). Ils sont obtenus à partir de drogues végétales par des procédés d'extraction appropriés, utilisant des solvants comme l'éthanol (**Chabrier, 2010**).

## **5. Techniques d'extraction des extraits**

Les techniques d'extraction des extraits de plantes sont essentielles pour isoler les composés actifs à partir des drogues végétales. Chaque méthode est choisie en fonction des propriétés physico-chimiques des molécules à extraire et des exigences spécifiques du produit final.

### **5.1. Décoction**

La décoction est une méthode d'extraction où le matériau végétal est bouilli dans un solvant liquide, souvent de l'eau, pour extraire les principes actifs. Cette méthode est rapide mais doit être utilisée avec des composés non thermolabiles. Elle est couramment employée dans les pratiques traditionnelles pour préparer des infusions médicinales (**Deschepper, 2017**).

### **5.2. Infusion**

L'infusion est une méthode similaire à la décoction, à la différence près que le solvant n'est pas porté à ébullition, mais chauffé à une température inférieure. Cela permet de préserver les composés sensibles à la chaleur. Un exemple typique est la préparation du thé, où les feuilles sont infusées dans de l'eau chaude et laissées à tremper (**Bendia, 2020**).

### **5.3. Macération**

La macération est une méthode où le matériau végétal est placé dans un solvant à température ambiante ou élevée, sans chauffage, pendant une période prolongée. Cette technique est utilisée pour extraire des composés fragiles et est souvent employée dans les préparations à base de plantes médicinales (**Benbelli et Ghemit, 2022**).

## **5.4. Extraction par solvant**

L'extraction par solvant est une méthode utilisant des solvants organiques ou non aqueux pour extraire les composés actifs des drogues végétales. Cette méthode est particulièrement efficace pour isoler une large gamme de molécules, y compris celles peu solubles dans l'eau. Les solvants couramment utilisés incluent l'hexane, les éthers de pétrole et l'éthanol, en fonction des propriétés de solubilité des composés recherchés (**Deschepper, 2017**).

### **5.4.1. Extraction liquide-liquide**

L'extraction liquide-liquide est une méthode qui implique le transfert de substances dissoutes d'un solvant à un autre non miscible, sans implication de chaleur. Cette technique est utilisée pour concentrer les composés dans un solvant spécifique, en fonction de leur solubilité différentielle (**Deschepper, 2017**).

### **5.4.2. Extraction solide-liquide (Soxhlet)**

L'extraction Soxhlet est une méthode classique pour extraire des composés d'une matrice solide à l'aide d'un solvant, généralement dans un montage de reflux. Ce processus permet une extraction efficace en récupérant le solvant à plusieurs reprises sur la matière végétale, maximisant ainsi le rendement d'extraction (**Bendia, 2020**).

# *Chapitre 2*

# *Huile essentielle*

## 2.1. Définition des Huiles Essentielles

Les huiles essentielles, ou essences végétales, sont des substances volatiles extraites des plantes par différents procédés comme l'hydrodistillation, la distillation à sec ou l'extraction mécanique. Elles se composent d'un mélange complexe de molécules aromatiques, incluant des terpènes, des cétones, des alcools, des esters et des aldéhydes (**Laurent, 2017**). Ces composés confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés distinctives, notamment leurs effets thérapeutiques largement étudiés et utilisés en aromathérapie (**Clarisso, 2019**).

L'utilisation des huiles essentielles remonte à des millénaires, avec des traces de leur utilisation retrouvées dans les civilisations anciennes à des fins médicinales, cosmétiques, rituelles et alimentaires (**Tony, 2016**). Par exemple, les Égyptiens utilisaient des huiles essentielles pour l'embaumement et l'hygiène personnelle dès 3000 av. J.-C., tandis que les techniques de distillation ont été développées par les Perses vers 1000 av. J.-C., puis perfectionnées par les Arabes au XI<sup>e</sup> siècle (**Toure, 2015**).

Aujourd'hui, les huiles essentielles sont largement utilisées non seulement pour leurs propriétés thérapeutiques mais aussi pour leurs applications en parfumerie, en cosmétique et en aromathérapie moderne. La qualité des huiles essentielles est évaluée à travers différentes caractéristiques physico-chimiques telles que leur pH, leur densité relative et leur indice de réfraction (**Mahboub et al., 2019**).

## 2.2. Aromathérapie

L'aromathérapie se réfère à l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles (**Clarisso, 2019**). Le terme "aromathérapie" a été créé en 1928 par le pharmacien français René-Maurice Gattefossé. Il désigne l'utilisation des huiles essentielles, des composés liquides très volatils qui s'oxydent au contact de l'air, extraits de plantes aromatiques. Cette pratique vise à améliorer la santé et le bien-être, à prévenir et à guérir les maladies, ainsi qu'à rétablir l'équilibre entre le corps, l'esprit et les émotions (**Tiziana et Héritier, 2016**). Les huiles essentielles sont utilisées par voie interne, cutanée ou par inhalation (**Dischepper, 2017**).

## 2.3. Historique

À travers l'histoire et sur tous les continents, les plantes ont été utilisées par les civilisations pour leurs vertus thérapeutiques, rituelles, cosmétiques et alimentaires. Les plantes

aromatiques ont joué un rôle significatif, utilisées initialement telles quelles dans l'alimentation ou les rituels religieux. Au fil des siècles, les hommes ont perfectionné l'extraction de leurs essences pour bénéficier de leurs propriétés. Par exemple, les Aborigènes d'Australie utilisaient déjà les feuilles du Tea Tree il y a environ 40 000 ans av. J.-C. pour des cataplasmes. Les Égyptiens utilisaient les huiles essentielles comme agents d'embaumement et pour l'hygiène personnelle dès 3000 ans av. J.-C. La technique de distillation aurait été inventée par les Perses vers 1000 ans av. J.-C., tandis que les Arabes perfectionnèrent cette méthode au XIe siècle, notamment grâce à Avicenne qui obtint la première huile essentielle pure de rose (**Tony, 2016**).

## **2.4 Localisation et Caractéristiques**

### **2.4.1. Localisation des Huiles Essentielles**

Les huiles essentielles sont généralement localisées dans des glandes spécifiques présentes dans tous les organes végétaux, tant végétatifs que reproducteurs. Différents types de tissus sécréteurs peuvent coexister dans une même espèce ou un même organe (**Tefiany, 2015**).

### **.2.4.2 Caractéristiques Chimiques**

Les huiles essentielles sont des mélanges de substances aromatiques naturelles, présentes en faible quantité dans les plantes, principalement composées de composés volatils d'origine terpéniique ou non terpéniique. Les composés terpéniques incluent les monoterpènes (C<sub>10</sub>), les sesquiterpènes (C<sub>15</sub>), les diterpènes (C<sub>20</sub>) et les triterpènes (C<sub>30</sub>), tandis que les composés non terpéniques comme les phénylpropanoïdes sont également fréquents (**Rezzag et Zahi, 2021**).

## **2.5 Caractères et propriétés physiques des HE**

### **2.5.1. Rendement**

Le rendement est le rapport de la quantité d'huile recueillie après distillation sur la quantité de la biomasse, exprimée en pourcentage. Les quantités d'huile essentielle proviennent du cumul suivre l'effet de séchage sur le rendement d'extraction.

$$R = (MHE / Mvg) \cdot 100$$

R : Rendement en HE en (%)

MHE : Masse de l'HE

Mvg : Masse végétale sec.

### **Propriétés Physicochimiques des Huiles Essentielles**

Les huiles essentielles sont caractérisées par plusieurs propriétés physicochimiques qui influencent leur composition et leur utilisation. Cette section examine les principales caractéristiques telles que le pH, la densité relative, l'indice de réfraction et la miscibilité à l'éthanol, tout en soulignant leur importance dans l'identification et la qualité des huiles essentielles.

#### **2.5.2 pH des Huiles Essentielles**

Le pH des huiles essentielles est une mesure de leur acidité ou alcalinité, influençant leur stabilité et leur efficacité dans diverses applications. La détermination du pH est cruciale pour évaluer leur compatibilité avec d'autres composés et leur impact potentiel sur la peau ou les muqueuses lorsqu'elles sont utilisées à des fins médicales ou cosmétiques (**Mahboub et al., 2019**).

#### **2.5.3. Densité Relative**

La densité relative des huiles essentielles est déterminée par rapport à celle de l'eau et reflète leur légèreté ou leur densité par rapport à ce liquide. Cette mesure est essentielle pour évaluer la pureté et la concentration des composants volatils dans les huiles, influençant également leur viscosité et leur volatilité (**Rezzag et Zahi, 2021**).

#### **2.5.4. Indice de Réfraction**

L'indice de réfraction des huiles essentielles est une mesure de la vitesse de la lumière à travers leur composition. Cette propriété est utilisée pour identifier les composants individuels des huiles essentielles et évaluer leur pureté, notamment en comparant les valeurs obtenues à des standards connus comme la raie D du sodium ( $\lambda=589\text{nm}$ ) (**Kfouri, 2015**).

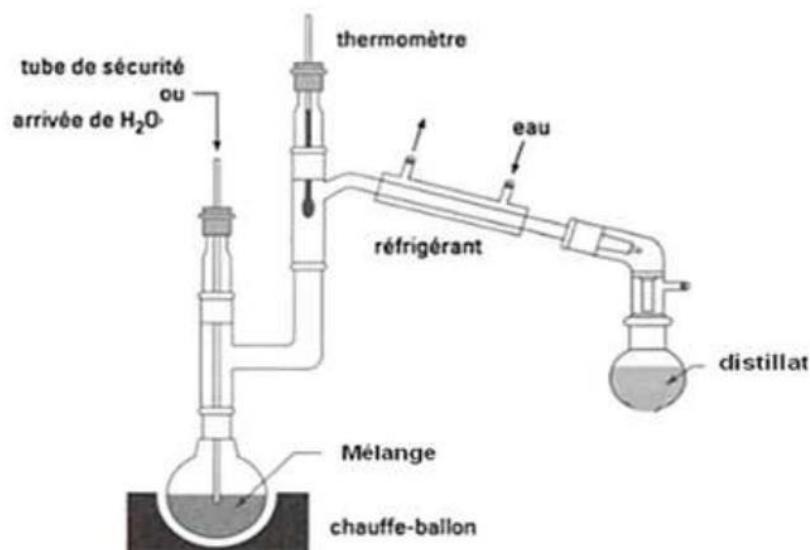
### **2.5.5. Miscibilité à l'Éthanol**

La miscibilité des huiles essentielles avec l'éthanol est un indicateur de leur solubilité dans les solvants organiques. Cette caractéristique est importante pour leur utilisation en parfumerie, où elles sont souvent diluées dans des alcools pour créer des compositions homogènes et stables (Tefiany, 2015).

## **2.6. Méthodes d'Extraction des Huiles Essentielles**

### **2.6.1. L'Hydrodistillation**

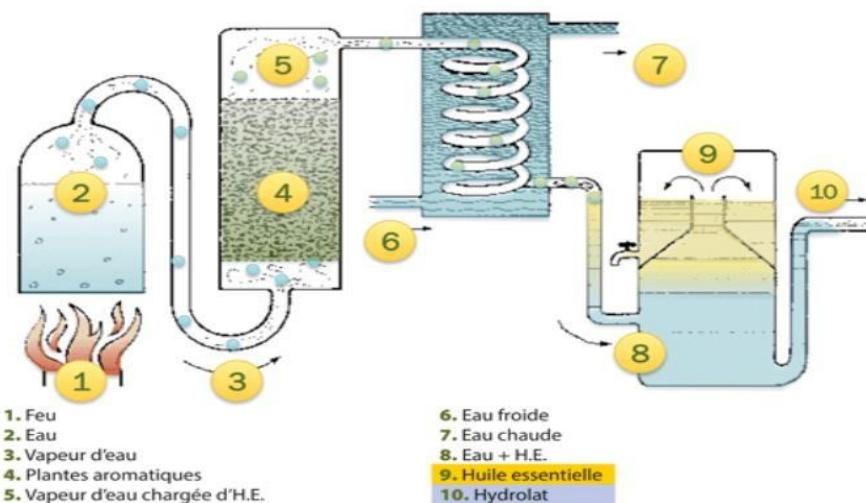
L'hydrodistillation, ou entraînement à la vapeur, est une méthode d'extraction où l'eau est utilisée comme solvant. Le principe consiste à chauffer un mélange d'eau et de plantes dans un ballon, afin de libérer les molécules odorantes des cellules végétales. Ces molécules sont alors transportées par la vapeur d'eau générée, passent à travers un réfrigérant à eau pour se condenser, puis sont collectées dans un récipient (Toure, 2015).



**Figure 01 :** Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation d'HE (Chekoual, 2019).

## 2.6.2. L'entrainement à la vapeur

L'entrainement à la vapeur d'eau est une variante plus récente de distillation dans laquelle il n'y a pas de contact direct entre la matière végétale et l'eau. Ici, de la vapeur d'eau est produite dans une chaudière séparée, puis injectée à la base de l'alambic dans lequel se trouve la plante. La vapeur remonte dans l'alambic et traverse la plante. De la même façon que dans l'hydrodistillation, on assiste à un éclatement des cellules et à la formation d'un mélange azéotrope, récupéré en haut de la cuve et condensé (Dischepper, 2017).



**Figure 02:** Montage de l'entrainement à la vapeur d'eau (Gurfa et Merah, 2018).

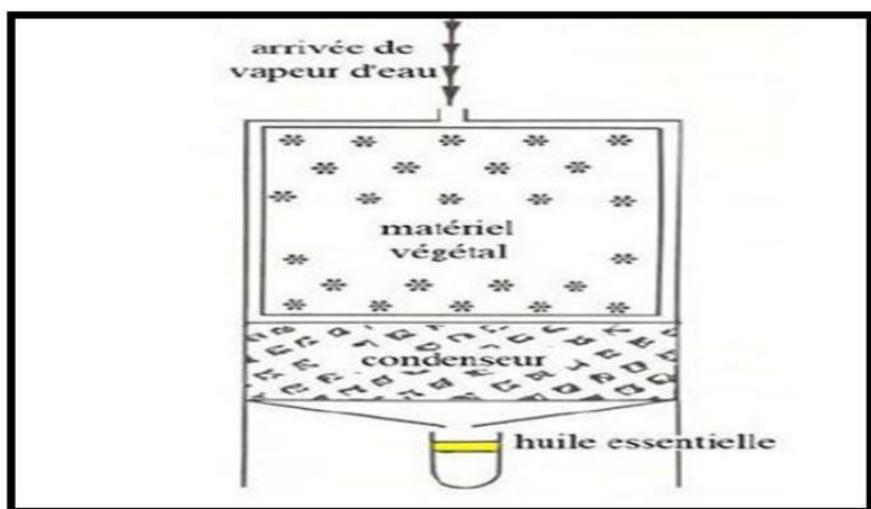
## 2.6.3. Extraction par fluide à l'état supercritique

L'originalité de la technique d'extraction par fluide supercritique, dite SFE, provient de l'utilisation de solvants dans leur état supercritique, c'est-à-dire dans des conditions de températures et de pressions où le solvant se trouve dans un état intermédiaire aux phases liquide et gazeuse et présente des propriétés physico-chimiques différentes, notamment un pouvoir de solvatation accru. Si, en pratique, de nombreux solvants peuvent être employés, 90% des SFE sont réalisées avec le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), principalement pour des raisons pratiques. En plus de sa facilité d'obtention due à ses pression et température critiques relativement basses, le CO<sub>2</sub> est relativement non toxique, disponible à haute pureté et à faible prix, et il possède l'avantage d'être éliminé aisément de l'extrait. La SFE est une technique dite « verte » utilisant peu ou pas de solvant organique et présentant l'avantage d'être bien plus rapide que les méthodes traditionnelles. Les compositions chimiques des HE ainsi obtenues peuvent présenter des différences,

qualitatives et quantitatives, avec celles issues de l'hydrodistillation (**Boukhatem et al., 2019**).

#### 2.6.4. L'hydro-diffusion

L'hydro-diffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur, cette technique relativement récente et particulière. Elle exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydro-diffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (**Guerfa et Merah, 2018**).



**Figur 03 : L'hydrodiffusion (Khadir et al., 2016, Kraiffi et Boualam, 2021).**

#### 2.6.5. Evaporation-Concentration

Les miscella évacués des extracteurs, soit par gravité, soit au moyen d'une pompe centrifuge de circulation, sont envoyés dans un décanteur, séparant la phase aqueuse, de la phase huileuse qui est filtrée puis concentrée pour récupérer le solvant. Notons que « la qualité d'un extrait est en raison inverse de la température maximale mise en œuvre pour son obtention et de la durée d'application de cette température, en particulier dans la concentration du solvant d'extraction » (**Bousbeia, 2011**).

## **2.6.6 La distillation sèche**

La distillation « sèche », aussi appelée distillation destructive, est utilisée Séparez les produits chimiques liquides des matériaux solides. Par conséquent, la créosote (un mélange de phénols), le méthanol et de nombreux autres produits peuvent être obtenus à partir du bois par calcination. En revanche, il existe très peu de littérature sur la distillation sèche car Méthode d'extraction de composés aromatiques volatils. Cependant, il s'agit d'une méthode d'extraction d'huiles essentielles propre aux plantes fragiles comme les pétales de rose. Dans le domaine de l'extraction végétale, la distillation sèche consiste à chauffer des plantes ou des parties de plantes très doucement, sans ajout d'eau ni de solvants organiques, puis de condenser les substances volatile. L'avantage de cette méthode est la température à laquelle s'effectue l'extraction: en dessous de 100°C, elle permet d'éviter la dénaturation de certaines molécules thermosensibles (**Bougerra et al., 2021**).

## **2.7. Application des Huiles Essentielles**

Les huiles essentielles sont largement utilisées comme matières premières dans divers secteurs d'activité, et leur popularité a considérablement augmenté ces dernières années (**Bessah et Benyoussef, 2015**).

### **2.7.1. L'aromathérapie**

Est l'utilisation médicale des HEs dans les soins ou les cures. Cette pratique peut aussi se faire par inhalation des odeurs dont les effets bénéfiques se traduisent au niveau du système limbique du cerveau. Il existe aussi le massage romathérapique (massage aux HE) fréquemment appliqué par les aromathérapistes. En fait l'aromathérapie est une niche de la « phytothérapie » (**Kfouri, 2015**).

Les huiles essentielles riches en principes actifs sont commercialisées dans les pharmacies dans le monde entier. Leur délivrance doit être contrôlée car trop d'accidents sont apparus lors d'utilisations inconsidérées (**Ben Salha, 2020**).

## **2.8. Toxicités Des HE**

La toxicité des huiles essentielles est difficile à établir. En effet, si l'on peut étudier et décrire les effets biologiques et/ou pharmacologiques d'un monoterpène ou sesquiterpène

pur, il est difficile (voire impossible) de parler de pharmacologie, pharmacocinétique ou de métabolisme d'une huile essentielle, c'est-à-dire d'un mélange d'une centaine de composés. De plus, il n'existe pas encore d'études complètes et rigoureuses, de type partie toxicologique d'un dossier d'AMM. De nombreuses études sont réalisées par différents laboratoires, avec des objectifs différents, des conditions expérimentales très variables. Il est donc difficile de faire le point. L'action de l'huile essentielle est assimilée à l'action de l'un de ces composants ou quelques-uns de ses composants, ainsi qu'à certains métabolites issus des biotransformations de ces composés (**Zaybet, 2016**).

## **2.9. La composition chimique des HEs**

Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée (**Djoudi et Trad, 2020**). Ces constituants appartiennent principalement mais pas exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les terpénoïdes et les substances bio-synthétisées à partir de l'acide shikimique (donnant naissance aux dérivés du phénylpropane) (**Attou, 2017**).

### **2.9.1. Les terpénoïdes**

Le terme terpène rappelle la toute première extraction de ce type de composé dans l'essence de térébenthine. Les terpénoïdes Dans les huiles essentielles, sont celles qui ont la masse moléculaire n'est pas élevée c'est à dire, ceux dont les molécules les plus volatils. Ils portent dans la plupart des cas la formule générale  $(C_5H_8)_n$ . Suivant les valeurs de n, on a les hémiterpènes (n =1), les monoterpènes (n=2), les sesquiterpènes (n=3), les triterpènes(n=6), les tétraterpènes (n=8) et les polyterpènes. Les constituants des huiles essentielles sont très variés. On y trouve en plus de terpènes, des hydrocarbures, des esters, des lactones, des aldéhydes, des alcools, des acides, des cétones, des phénols, des oxydes et autres (**Bencheikh, 2017**).

### **2.9.2. Les composés aromatiques**

De manière moins systématique que les terpénoïdes, une autre famille chimique est souvent rencontrée parmi les composés volatils; il s'agit des dérivés du phénylpropane. Ce sont surtout des allyles-, des propénylphénols et parfois des aldéhydes. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles caractéristiques de certaines huiles d'Apiaceae (anis,

fenouil, persil etc) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la muscade, des cannelles, exemple : anéthole, anisaldéhyde, méthylchavicol, eugénol, myristicine, asarones, cinnamaldéhydes...ect (**Touhami, 2017**).

## **2.10. Les activités biologiques des HEs**

### **2.10.1. Activité antibactérienne**

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est principalement liée à leur composition chimique, en particulier de leurs composés volatils majeurs. Jusqu'à présent, il n'existe pas d'étude pouvant nous donner une idée claire et précise sur le mode d'action des HEs. Etant donné la complexité de leur composition chimique, tout laisse à penser que ce mode d'action est assez complexe et difficile à cerner du point de vue moléculaire. Il est très probable que chacun des constituants des HEs ait son propre mécanisme d'action (**Bazzine et Benzaid, 2019**).

### **2.10.2. Activité antioxydant**

Un radical libre est une espèce chimique, ayant un ou plusieurs de ses électrons non appariés, extrêmement instable, doté d'une forte énergie et qui avant d'être neutralisé détruit ce qu'il rencontre. Ces molécules jouent un rôle vital dans la signalisation cellulaire, contrôle de tonalité vasculaire, défense contre les micro-organismes, la génération de cellule et la régulation de l'homéostasie. Toutefois, lorsqu'il y a un excès des radicaux libres, les espèces réactives de l'oxygène (ROS) participent également à la pathogenèse liées à des dommages de l'ADN et aux protéines causant des modifications des gènes et des mutations protéiques, des dommages gluco- oxydatifs et une dégradation des lipides membranaires des cellules, causant des troubles de santé: le cancer, le diabète, l'athérosclérose (**Mekhadmi, 2021**).

### **2.10.3. Activité anti-inflammatoire**

Sont définis comme étant des substances qui agissent sur la douleur et le gonflement qui apparaissent suite à une agression d'un agent pathogènes. Elles bloquent la sécrétion ou l'action de certains médiateurs chimiques de l'inflammation (comme les prostaglandines) et donc diminuent la sensation de la douleur mais aussi l'inflammation (**Orliaguet et al., 2013 ; Hajjaj, 2017**). Elles sont utilisées lorsque la réaction inflammatoire se prolonge de façon anormale (inflammation chronique) et entraîne des dommages aux tissus. Selon

le mode d'action, il existe trois (3) catégories d'anti-inflammatoire :

- Les anti-inflammatoires stéroïdiens (A.I.S).
- Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (A.I.N.S.) (**Haioun et Zohra, 2015**).
- Les anti-inflammatoires naturels (**Mebirouk, 2017**).

#### **2.10.4. Activité enzymatique**

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques qui jouent un rôle important dans les réactions biochimiques nécessaires pour la croissance, la maturation et la reproduction des êtres vivants. Leur quantification par mesure de l'activité catalytique dans les échantillons biologiques est importante dans divers domaines (**Glatz, 2006**).

#### **2.10.5. L'activité antidiabétique**

Le diabète est une maladie complexe tant par ses mécanismes physiopathologiques que par son déterminisme génétique ainsi que la genèse de ses complications. C'est un groupe hétérogène de maladies métaboliques dont la caractéristique principale est une hyperglycémie résultant d'un défaut de sécrétion, d'action de l'insuline ou de ces deux anomalies associées (**Eddouks et al., 2007**).  $\alpha$ -Amylase est une métallo-enzyme, que l'on trouve dans sérum, urine et salive normaux de l'homme (**Liang et al., 2013**). En tant qu'enzyme omniprésente, elle est produite par les animaux, les plantes et les microorganismes (**Rana et al., 2013**). L'enzyme alpha-amylase catalyse l'endohydrolyse de  $\alpha$  (1-4) glycosidique les liens entre les polysaccharides communs (amidons) issus de l'alimentation, pour réguler la glycémie. Pendant l'état pathologique du diabète sucré, cette enzyme peut être préjudiciable, en raison du défaut biochimique qui entraîne une élévation du taux de glucose dans le sang. L'inhibition de l'activité de l'enzyme réduirait l'absorption du glucose par l'intestin grêle et contrôlerait l'élévation des niveaux de glucose. Cela permettrait ensuite de l'amidon non digéré pour arriver au côlon (**Sethi et Brahmlin, 2006**).

*Chapitre 3*  
*romarin*

***Rosmarinus officinalis*****3.1 Historique**

Le romarin, chargé de symboles chez les Anciens qui en faisait des couronnes, a servi à l'élaboration d'un remède longtemps réputé, « l'Eau de la reine de Hongrie » qui en fait est un alcoolat : à l'aide de ce remède, la souveraine, âgée de 72 ans, guérit des rhumatismes et de la podagre. Les médecins arabes utilisaient beaucoup le romarin et ce sont eux qui réussirent les premiers à en extraire l'huile essentielle (**Berkane, 2015**).

Le romarin a été nommé Herbe de l'année en 2001 par l'International Herbe Association. Il a été introduit en Grande-Bretagne par les Romains et est encore particulièrement apprécié aujourd'hui par les Italiens et les Britanniques, qui l'utilisent fréquemment dans leur cuisine. Dans la Grèce antique et à Rome, on croyait que le romarin renforçait la mémoire, ce qui explique qu'il soit connu comme l'herbe du souvenir et de la fidélité. Le romarin faisait partie intégrante du répertoire de l'apothicairerie à la Renaissance. Hippocrate, Galien et Dioscoride prescrivaient du romarin pour les problèmes de foie [**Rosemary... 2012**], Il a été introduit par les Européens comme plante de jardin en raison de ses feuilles parfumées agréablement parfumées (**Begum et al., 2013**).

**3.2 Définition**

Le Romarin est un arbrisseau qui doit son nom au latin ros, rosée et marinus, marin. En effet, d'après la légende, le Romarin est une plante que l'on retrouvera seulement dans les régions où s'étend la rosée venant de la mer, au petit jour. Dans d'autres régions, on le surnomme "la Rose de mer" en latin Rosa marina qui a donné son nom au genre.

Le Romarin, très prisé par les anciens pour les cérémonies religieuses, n'était que peu utilisé pour ses propriétés médicinales. Alors que pour Dioscoride et Pline, au début de notre ère, il était très estimé comme plante médicinale et condimentaire . Vers le 1er siècle, Archigenes en tira l'huile par décoction (**Leplat, 2017**).

Ce dernier appartient à La famille des lamiacées, dénommée aussi labiées, comporte environ 200 genres pour 6500 espèces répartis dans le monde entier; mais dont la plupart se concentrent dans le bassin méditerranéen. (**Chenni, 2016**).



**Figure 04 : *Rosmarinus officinalis***

### Systématique

**Tableau 01:** Taxonomie de *Rosmarinus officinalis*. (Ouibrahim; 2015)

Rang taxonomique	Nomenclature
Règne	<i>Végétal</i>
Sous règne	<i>Cormophytes</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Sous Embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Eudicots.</i>
Sous Classe	<i>Gamopétales</i>
Ordre	<i>Lamiales.</i>
Famille	<i>Lamiacées</i>
Genre Espèce	<u><i>Rosmarinus officinalis</i></u>

**Nom en français :** Romarin

**Nom local en arabe :** Azir, Iklil Aljabal, Ihhalhal

**Noms vernaculaires :** Encensier, herbe aux couronnes, rose des marins, rose de la mer, rose marine

### 3.2.1 Description

Le romarin qui dit le nom rose de mer vient simplement du fait qu'il 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 (**Makhloifi, 2013**).

Les fleurs bleu lavande à blanche (variétés *albiflorus*) sont disposées en courtes grappes à l'aisselle des feuilles, sur la partie supérieure des rameaux, la floraison a lieu presque toute l'année. Le calice bilabié, pulvérulent, nu à la gorge, présente un tube campanulé à 3 divisions dont la plus large est la lèvre supérieure. La corolle, plus longue que le calice dont elle s'élargit sur 2 lèvres inégales, la lèvre supérieure à 2 lobes et la lèvre inférieure à 3 lobes qui possède un médian le plus développé et concave. L'androcée comporte 4 étamines dont 2 sont stériles et réduites à des crochets. Les 2 autres, saillantes, sont insérées sur la gorge par leur filet muni d'une petite dent. Ces 2 étamines sont des anthères allongées uniloculaires et déhiscentes par une seule fente. Le gynécée se compose d'un style se terminant par un stigmate qui se développe souvent après les étamines. L'ovaire a 2 carpelles divisés en 2 parties. Le fruit est tétramère brun dont chaque partie renferme un seul embryon sans albumen. (**Ouibrahim, 2015**).

### 3.2.2 Appareil végétatif

**Tableau 02 : Appareil végétatif de romarin (Mostefai, 2012).**

Racine	La racine du <i>Rosmarinus officinalis</i> est profonde et pivotante.
Tige	Arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètres cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme axillaire plus ou moins simulant des épis
Feuille	Linéaire, gaufrée, feuilles coriaces, sessiles, opposées, rigides brillantes à bords repliés verdâtre en –dessus plus ou moins hispides blanchâtre en dessous de 18 à 50 x 1.5 à 3 mm

### 3.2.3 Période de récolte

De manière générale, la récolte d'une plante est réalisée quand les principes actifs sont à leur maximum, afin de pouvoir compter sur des effets utiles et constants. Les feuilles et tiges herbacées

sont récoltées lorsque la fleur commence à se développer, 12 à 18 mois après plantation. Les feuilles se récoltent toute l'année mais sont plus parfumées l'été. Il faut donc les cueillir à cette période. La récolte se fait par temps chaud et sec soit deux ou trois heures après le lever du soleil quand la rosée s'est dissipé (**Reclu, 2004**).

### 3.2.4 Composition chimique de *Rosmarinus officinalis*

**Tableau 03:** Composition biochimique de *Rosmarinus officinalis* de l'Algérie (**Boutabia et al., 2016**).

<b>Les huiles essentielles</b>	
Pinène, camphène, bornéol, d'acétate, bornyle, cinéole et de camphre ordinaire	
<b>Composés phénoliques (Les bourgeons)</b>	
<b>Acides Phénoliques :</b>	Acide caféïque, chlorogénique et acide rosmarinique
<b>Flavonoides :</b>	Lutéoline, apigénine, diosmetine, dimetoxi-flavone

### 3.2.5 Utilisation traditionnelle et propriétés

Le romarin est une plante méditerranéenne ayant des qualités et propriétés aromatique antispasmodiques, toniques, astringentes, anti-inflammatoires et carminatives. L'extrait du *Rosmarinus officinalis* était généralement utilisé contre l'asthme, l'eczéma et présente également des effets divers tels que l'effet hépato protective, anti-hyper glycémique et anti-ulcérogénique.

Le romarin est un stimulant ou un calmant mais c'est surtout un remède diurétique, cholagogue et un stimulant digestif; il est également employé contre les coliques néphrétiques, les vers et les rhumatismes. En usage externe, il combat la règle irrégulière, les pertes blanches, accélère la cicatrisation, guérit les entorses, les foulures et les contusions. Il est employé pour améliorer et stimuler la mémoire encore aujourd'hui en Grèce, les Etudiants en font brûler dans leurs chambres en période d'examens (**Zidi et Houilia, 2020**).

### 3.2.6 Vertus médicinales

En médecine traditionnelle, le romarin aide à la digestion, traite les céphalées et les migraines, les blanchâtres, les coliques, améliore les fonctions hépatiques et biliaires en cas de troubles digestifs. Il est utilisé en usage externe pour soigner les rhumatismes et les troubles circulatoires

C'est un hypoglycémique, il soigne les affections oculaires et est utilisé comme antiseptique, cholagogue, antispasmodique, vulnéraire et diurétique (Dans la région de Béchar, *Rosmarinus officinalis L.* est traditionnellement destiné à la conservation des pâtes des dattes et comme un emménagogue (favorisant l'écoulement des règles) (**Makhloufi, 2019**).

### **3.2.7 Utilisations cosmétiques**

Il est utilisé comme aromatisant pour liniments, lotions capillaires, inhalateur, savons et cosmétique (**Begum et al., 2013**)

### **3.2.8 Industrie agro-alimentaire**

Depuis plus de vingt ans, les extraits de romarin sont utilisés dans l'industrie alimentaire. Les premiers extraits de romarin utilisés comme antioxydants dans les aliments étaient des ingrédients dérivés d'oléorésines aromatisants de romarin, ils étaient produits par extraction par les solvants, ils sont principalement utilisés pour préserver la viande, des huiles de triglycérides ou des émulsions (**Loussouarn, 2017**).

# *Chapitre 4*

## *Matériel et méthode*

Le matériel végétal utilisé dans cette étude correspond à une plante : la partie aérienne de l'espèce de ***Rosmarinus officinalis*** récolté dans la Wilaya de Relizane durant le mois de janvier 2024, L'identification de l'espèce végétale est réalisée par botaniste Dr Maghrabi Ahmed, Maitre de conférence A au département des sciences biologiques de l'université de Relizane- Algérie.

Après la collecte de la plante fraîche, les impuretés ont été enlevées, et la plante a été étalée sur le sol et laissée sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré pendant 15 jours, Une fois la plante séchée, sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique, puis conservé dans des boites en verre ; bien fermées, couvertes par des papier aluminium et stockées à l'obscurité, loin de la lumière et de l'humidité et à une température ambiante jusqu'au leur utilisation (**Brahmi, 2020**).



**Figure 05 : *Rosmarinus Officinalis***

#### 4.1 Extraction de l'huile essentielle

L'extraction que nous avons utilisée par Hydro distillation à la vapeur d'eau de type clevenger le protocole de cette méthode consiste à immerger de 30g de broyat de plante dans une fiole jaugée thermorésistante, avec 600 ml d'eau distillée, L'ensemble est porté à ébullition pendant 3 à 4 heures. La vapeur émise sera condensée grâce à un système de refroidissement à eau, puis elle sera collectée dans un flacon opaque. A la fin de l'expérimentation le liquide collecté est mis dans une ampoule a décanté afin de séparer les deux phases (aqueuse et organique) pour obtenir l'huile essentielle (**Brahmi, 2020**).



**Figure 06 :** L'extraction par Hydro distillation à la vapeur d'eau de type clevenger.

#### **4.2 Détermination du rendement**

Le rendement est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait obtenu et la masse sèche de la matière végétale utilisée, il est donné selon la formule :

$$\boxed{\mathbf{R\%} = (M_E / M_s) \times 100}$$

**R** : rendement

**M<sub>E</sub>** : la masse extraite (g).

**M<sub>s</sub>** : la masse du matériel végétal sèche (g).

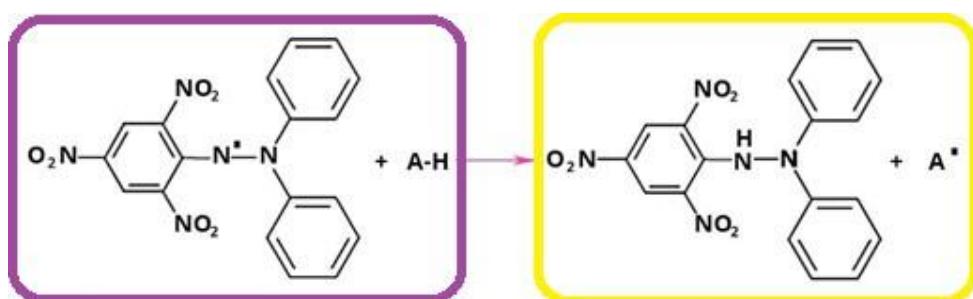
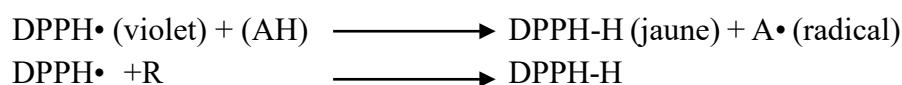
#### 4.3 Les activités biologiques de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*

##### 4.3.1 Activité antioxydant

Un antioxydant est défini comme étant toute substance qui peut retarder ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques, ce sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs. La capacité antioxydant des extraits est étroitement liée à tout le contenu phénol (**Bougandoura et al, 2012**).

###### 4.3.1.1 Test de piégeage du radical libre DPPH

Ce test est basé sur l'utilisation du DPPH (diphényl picryl\_hydrazyle) comme un radical libre relativement stable. Il consiste à une réaction de réduction du diphényl picrylhydrazyle (DPPH<sup>•</sup>) de sa forme radicalaire ayant une couleur violette en un composé jaune ; le diphényl picryl-hydrazine (DPPH-H) où sa forme est non radicalaire, par les antioxydants (A-OH) donneurs d'hydrogène (**Mansouri et al, 2005**) présents dans les extraits, comme le montrent les équations suivantes :



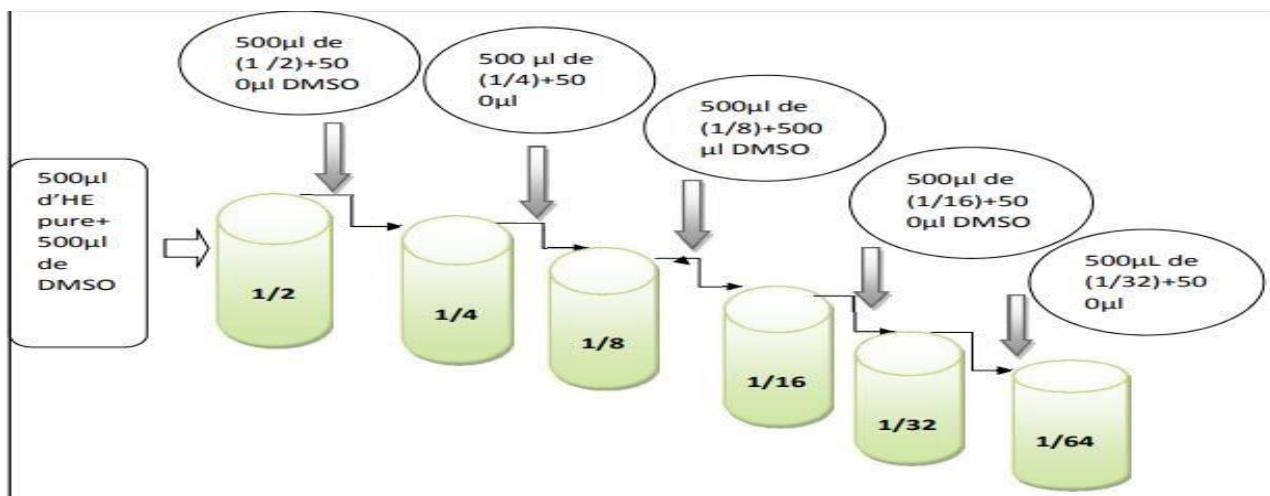
**Figure 07** : Mécanisme réactionnel du radical libre DPPH. (**Talbi et al, 2015**).

###### 4.3.1.2. Méthode

###### 4.3.1.2.1 Préparation des dilutions de l'HE

Une série de dilutions de l'huile essentielle de thym dans le DMSO (diméthylsulfoxyde) a été réalisée en débutant par une dilution à 1/2 jusqu'à la dilution de 1/64, dans des tubes en verre

stériles : - Le premier contient 500 µl d'huile essentielle et 500 µl de DMSO. - 500 µl de la première dilution sont transférées dans le deuxième tube (1/4) auquel on rajoute 500 µl de DMSO, puis agiter. - des dilutions à 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 sont préparés de la même manière selon le schéma



**Figure 08 :** préparation des différentes dilutions d'huile essentielle.

#### 4.3.1.2.2 Préparation des essais

Un volume de 750 µl de différentes concentrations de chaque extrait est ajouté à 1.5ml de la solution méthanolique du DPPH (0.024g/l) fraîchement préparée. Le contrôle négatif est préparé en parallèle en mélangeant 750µl de méthanol avec 1.5 ml d'une solution méthanolique de DPPH. Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à température ambiante, la lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, contre un blanc pour chaque concentration qui contient 750µl de l'extrait et 1.5 ml de méthanol.

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

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

**A1** : représente l'absorbance du contrôle sans extrait

**A2** : représente l'absorbance après l'addition de l'extrait

#### **4.3.1.2.3 Calcule de concentration inhibitrice à 50% « IC<sub>50</sub> »**

La concentration inhibitrice à 50% (**IC<sub>50</sub>**) permet de calculer la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% des radicaux DPPH. Elle est calculée graphiquement par la régression linéaire des graphes tracée des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions en utilisant le logiciel sigma-plot (**Scherer et Godoy, 2009**).



**Figure 09 : dosage de DPPH**

#### **4.3.2 L'activité anti diabétique**

##### **4.3.2.1 Préparation de la solution de réactif**

Le DNSA (1g) a été solubilisé dans 50ml d'eau distillée. A cette solution, 30g de sodium potassium tartrate tétrahydraté ont été ajoutés sous agitation. La solution obtenue est de couleur jaune opaque. L'addition de 20ml d'une solution de NaOH (2N) rend le réactif limpide d'une couleur orange. Le volume obtenu a été ajusté à 100ml avec de l'eau distillé et la réactif obtenu a été conservé à l'abri de la lumière à +4°C.

##### **4.3.2.2 Préparation de la solution de l'alpha amylase**

L'enzyme utilisé est l'alpha amylase de pancréas porcin sous forme lyophilisée. Ce dernier a été solubilisé dans la solution tampon phosphate (0,02M, pH=6,9 ; NaCl 0,006M) dont la concentration est de 0,5mg/ml.

##### **4.3.2.3 Préparation de la solution de substrat**

Le substrat utilisé est l'amidon soluble de pomme de terre. La concentration de l'amidon préparé

dans la solution tampon phosphate (0,02M ; pH=6,9 ; NaCl 0,006M) est de 1%.

#### **4.3.2.4 Test de l'inhibition de l'activité l'alpha amylase**

Les tests sont réalisés selon la méthode d'Apostolidis et al., 2007, avec une légère modification. Brièvement, différentes concentrations des extraits (50 ; 25 ; 12,5 ; 6,25 ; 3,125mg/ml) de chaque HE a été préparée dans 500µl de la solution tampon phosphate, puis 100µl de la solution alpha amylase a été ajoutée à chaque tube. Après l'incubation à 25C° pendant 10min, 500µl de la solution d'Amidon à 1% a été ajoutée à chaque tube, et le mélange réactionnel a été ensuite incubé à 25C° pendant 10min. La réaction a été stoppée avec 1ml de la solution de réactif colorant d'acide 3,5-dinitrosalicylique. Les tubes à tester ont été incubés au bain marie à 95C° pendant 5min puis refroidis à température ambiante. Le mélange réactionnel a été dilué avec 10ml de l'eau distillée et l'absorbance a été mesurée à 540nm. L'acarbose a été utilisé comme contrôle positif pour tous les tests de cette étude avec différentes concentration (3,125-50mg/ml).

L'inhibition de l'alpha-amylase est exprimée par un pourcentage d'inhibition par l'équation suivante :

$$9+\%d'inhibition = (Abs \, contrôle - Abs \, échantillon / Abs \, contrôle) .$$

# *Chapitre 5*

## *Résultats et discussion*

## **5.1 Résultats et discussion**

Les huiles essentielles sont des extraits botaniques provenant de diverses parties des plantes, y compris non seulement les fleurs, mais aussi les herbes, les arbres et d'autres organes végétaux. On estime qu'il existe environ 300 000 espèces de plantes, dont environ 10 % contiennent des huiles essentielles susceptibles d'être utilisées pour la production (**Chekoual, 2019**).

La variabilité de la composition de ces huiles essentielles et des extraits polaires peut influencer la valeur gastronomique des épices et altérer les effets physiologiques lorsqu'elles sont utilisées à des fins médicinales. Ainsi, il est aisé de comprendre pourquoi les études pharmacologiques exploratoires complexes des constituants actifs deviennent de plus en plus importantes, en complément des évaluations chimiques et analytiques (**Bendif, 2017**).

## **5.2 Rendement**

L'extraction par hydro distillation nous a permis d'identifier un rendement de 0,93 % pour l'huile essentielle de romarin (**Tableau 04**), qui se situe dans la fourchette des valeurs observées dans diverses études. Par exemple, une étude menée par Figueiredo et al. (2008) rapporte des rendements variant de 0,8 % à 1,2 % selon les conditions de culture et les méthodes d'extraction utilisées, ce qui est en accord avec notre résultat. En revanche, une recherche de Boutekedjiret et al. (2003) indique un rendement plus élevé, atteignant 1,5 %, lors de l'utilisation de techniques de distillation spécifiques et de conditions optimisées de culture, suggérant que notre rendement pourrait être amélioré par l'adoption de ces méthodes. D'un autre côté, une étude réalisée par Angioni et al. (2004) a trouvé des rendements aussi bas que 0,5 % dans certaines conditions climatiques et de sol, indiquant que notre rendement de 0,93 % est relativement favorable dans des contextes moins optimisés. Ces comparaisons soulignent l'importance des variables environnementales et techniques dans la production d'huile essentielle et suggèrent des pistes pour optimiser davantage le rendement de notre production de romarin.

**Tableau 04 :** Rendement de l'huile essentielle de *romarin*

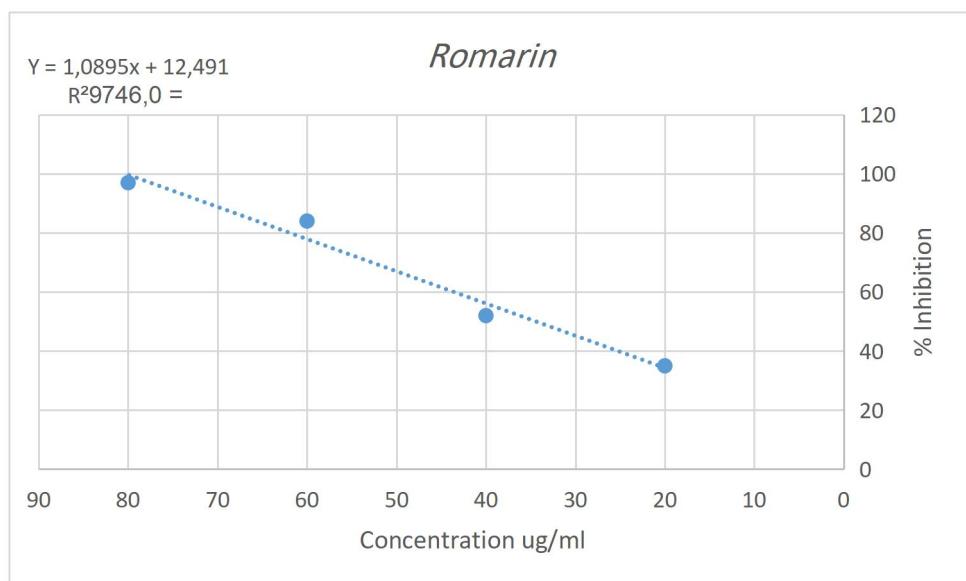
Huile essentielle	Rendement (%)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.93%

### **5.3 Les Activités biologique**

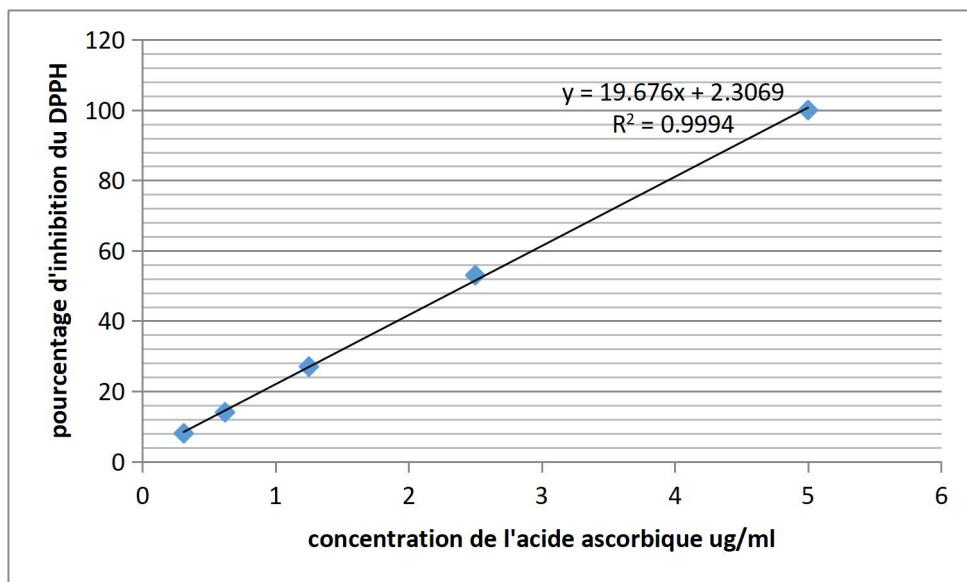
#### **5.3.1 Activité antioxydant**

**Chapitre** L'activité antioxydants de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* est mesurée en présence d'un antioxydant standard qui est l'acide ascorbique (vit C), vis-à vis du radical DPPH, l'activité est estimée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 517 nm. L'activité anti radicalaire est détectée par la réduction de radical DPPH. La réduction de ce dernier aboutit à un changement de la couleur (DPPH) violette vers le jaune (DPPH-H). La capacité de la réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance déduite par des substances anti radicalaires. D'après ces résultats, on remarque que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration. Le taux d'inhibition du DPPH enregistré en présence de HE est inférieur à celui de l'acide ascorbique (**Fig 10, Fig 11**).

Pour mieux caractériser le pouvoir antioxydant, nous avons introduit le paramètre IC50.



**Figure 10 :** Activité Piégeage du radical libre DPPH à différentes concentrations de l'Huile essentielle de *Romarin*



**Figure 11 :** Activité Piégeage du radical libre DPPH à différentes concentrations de l'acide ascorbique.

### 5.3.1.1 Évaluation de l'IC50

IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydants nécessaires pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée (Pokorny et al ; 2001). La concentration de l'échantillon essentiel pour inhiber 50% du DPPH radicalaire, a été calculée par régression linéaire des pourcentages d'inhibition calculés en fonction de différentes concentrations d'extraits préparés (**Tableau 05**).

**Tableau 05 :** Radical Scavenging activité DPPH

Echantillon	IC50 (ug/ml) DPPH
<i>Rosmarinus officinalis</i>	34.42
Acide ascorbique	2.42

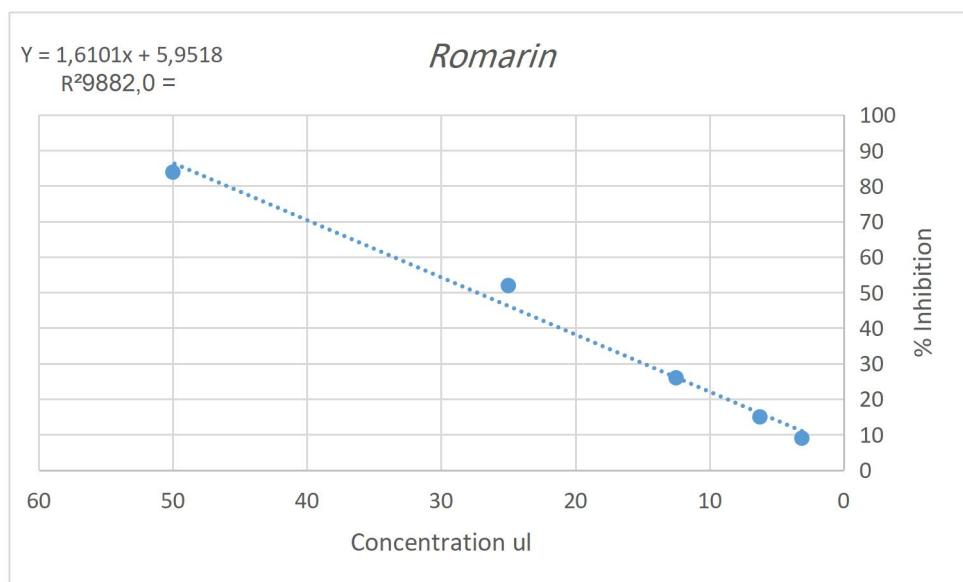
L'activité antioxydante de l'huile essentielle de romarin avec un IC50 de 34.42 µg/mL se situe dans une fourchette raisonnable par rapport à d'autres études, avec certaines concordances et divergences. Fadel et al. (2020) ont rapporté un IC50 de 20.5 µg/mL, indiquant une activité antioxydante plus forte, tandis que Kocak et al. (2021) ont trouvé un IC50 de 45 µg/mL, montrant une activité inférieure, ce qui est en désaccord avec nos résultats. Celik et al. (2019) ont obtenu un IC50 de 31.3 µg/mL, très proche de notre valeur, confirmant ainsi notre résultat,

et Boukhatem et al. (2014) ont rapporté un IC<sub>50</sub> de 24.7 µg/mL, indiquant une activité légèrement plus forte. Les variations dans les résultats peuvent être attribuées aux différences méthodologiques, aux conditions de croissance des plantes et aux méthodes d'extraction utilisées, mais globalement, elles confirment l'efficacité antioxydante notable de l'huile essentielle de romarin.

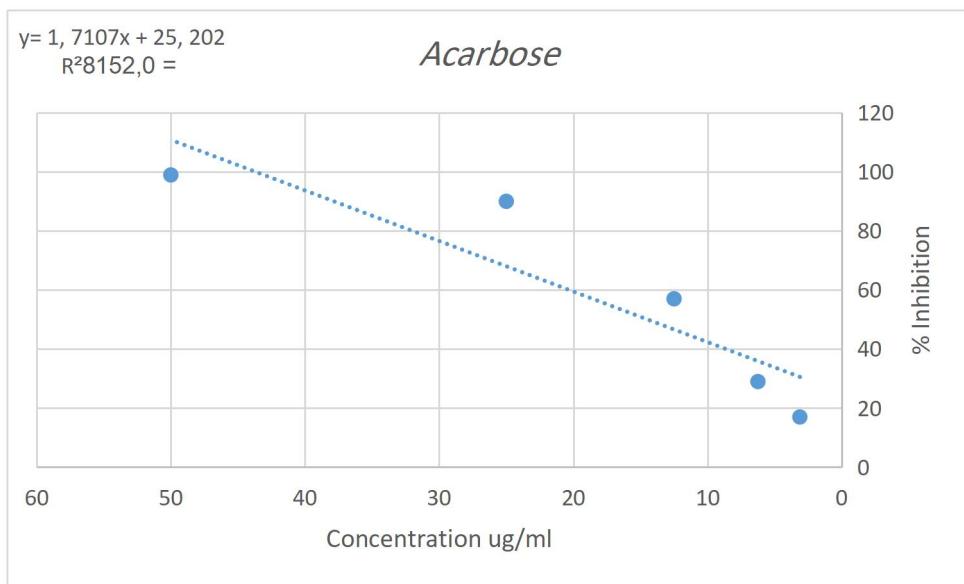
### **5.3.2 Activité antidiabétique**

L'activité antidiabétique des deux huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* est mesurée en présence d'un antidiabétique standard qui est l'Acarbose avec l'enzyme de l'alpha-amylase, l'activité est estimée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 540nm.

D'après ces résultats, on remarque que le pourcentage d'inhibition de l'alpha-amylase augmente avec l'augmentation de la concentration. Le taux d'inhibition du alpha amylase enregistré en présence de l'Huile essentielle de *Romarin* est inférieur à celui de l'acarbose (Figure12). Pour mieux caractériser le pouvoir antidiabétique , nous avons introduit le paramètre IC<sub>50</sub>.



**Figure 12:** Pourcentages d'inhibition de l'enzyme α-amylase en fonction de différente concentration de l'HE de *Romarin*



**Figure 13:** Pourcentages d'inhibition de l'enzyme  $\alpha$ -amylase en fonction de différente concentration de l'Acarbose

### 5.3.2.1 Évaluation d'IC50

Les valeurs d'IC50 trouvées pour l'huile essentielle testée et le standard sont mentionnées dans le tableau 06

**Tableau 06 :** Les valeurs IC50 D'inhibition de l'alpha-amylase.

Echantillon	IC50 ug/ml
<i>Rosmarinus officinalis</i>	27.35
Acarbose	14.49

L'activité antidiabétique de l'huile essentielle de romarin, avec un IC50 de 27.35  $\mu\text{g}/\text{mL}$  pour l'inhibition de l'alpha-amylase, indique une forte capacité à inhiber cette enzyme, ce qui est pertinent pour le contrôle de la glycémie. Comparée à d'autres études, cette valeur montre des variations intéressantes. Par exemple, des études menées par **Farzaneh et al. (2018)** ont rapporté un IC50 de 22.1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , indiquant une activité antidiabétique légèrement plus forte, tandis que d'autre recherche faite par **Thippeswamy et al. (2013)** ont trouvé un IC50 de 35  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , ce qui est en désaccord avec notre résultat, montrant une activité moins prononcée. En revanche, les travaux réalisé par **Zengin et al. (2015)** ont obtenu un IC50 de 29.8  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , très proche de notre valeur, confirmant ainsi notre résultat. Ces différences peuvent s'expliquer par des variations dans les conditions expérimentales, les méthodes d'extraction, et la composition chimique des huiles essentielles. Globalement, ces comparaisons mettent en évidence l'efficacité notable de l'huile essentielle de romarin comme inhibiteur de l'alpha-amylase, ce qui est prometteur pour des applications antidiabétique

Des préparations obtenues par traitement de substances végétales, tel que l'extraction, la distillation, l'expression, le fractionnement, la purification, la concentration ou la fermentation. Elles comprennent les substances végétales concassées ou pulvérisées, les teintures, les extraits, les huiles essentielles, les jus obtenus par pression et les exsudats traités.

L'homme a pu compter sur la nature pour subvenir à ses besoins de base tel que, nourriture, abris, vêtements et aussi pour ses besoins médicaux. Les plantes possèdent d'extraordinaires vertus thérapeutiques. Leurs utilisations pour le traitement de plusieurs maladies chez les êtres vivants et en particulier l'homme est très ancien et a toujours été faites de façon empirique.

Malgré le développement de la propulsion humaine, la médecine moderne est considérée comme le meilleur moyen de traiter les maladies de l'ère moderne en association avec des médicaments manufacturés, non seulement avec l'utilisation d'herbes dans le domaine médical, mais aussi dans les domaines : cosmétique, agro-alimentaire, industriel.

De ce fait, *Rosmarinus officinalis*, l'une des plantes aromatiques utilisée en médecine traditionnelle pour traiter de nombreuses pathologies grâce à son contenu en métabolites secondaires.

L'activité antioxydante *in vitro* est étudiée par le test du piégeage du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont révélé que l'huile essentielle de *romarin* présente des propriétés antioxydantes avec un IC<sub>50</sub>= 34,42ug/ml

En effet, L'activité antidiabétique a été évaluée en étudiant le pouvoir d'inhibition vis-à-vis l'enzyme alpha-amylase. L'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* à doter de la plus forte activité avec une IC<sub>50</sub> de 27,35ug/ml inférieur à celle du standard Acarbose (14.49µg/ml).

L'huile essentielle de romarin présente un large éventail d'activités biologiques *in vitro*, offrant des perspectives prometteuses dans divers domaines tels que la médecine, la cosmétique, l'agroalimentaire et la recherche biomédicale. Cependant, il est crucial de mener des études cliniques supplémentaires pour confirmer l'efficacité et la sécurité de ces applications chez l'homme.

# *Références bibliographiques*

-A-

- **Abdelli W, (2017).** Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de Juniperus phoenicea et de Thymus vulgaris. Thèse de doctorat. Université abdelhamid ibn badis – mostaganem.
- **Achir M et Smaïne K, (2020).** Identification et caractéristique de la sauge officinale au niveau de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de fin d'étude. Université abou bekhr belkaid de tlemcen.
- and Plant Sciences. V 15, Issue 1: 2083-2098
- **Anne-Sophie L, (2018).** La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de doctorat. La faculté de pharmacie de marseille.
- **Attou A, (2017).** Détermination de la composition chimique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques de l'ouest algérien (région d'Ain Témouchent), études de leurs activités antioxydantes et antimicrobiennes. Thèse de doctorat. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.

-B-

- **Badaoui C, Cherouat H, Dayf A, (2011).** Activité antimicrobienne des huiles essentielles de deux variétés d'agrumes, mémoire de fin d'étude, Université des Frères Mentouri Constantine 1.
- **Badenes, M.L., Janick, J., Lin, S., Zhang, Z., Wang, W., Liang, G.L. (2013).** Breeding loquat. In: Jules, Janick (Ed.), Plant Breeding Reviews, 37, pp. 259–296
- **Barka Lakhdar et Merahi Djihane, (2022).** Étude comparative entre les différentes techniques de séchage solaire des feuilles de menthe- Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen.
- **Bazzine O et Benzaid Z, (2019).** Etude de la composition chimique et les activités biologiques des huiles essentielles de Thymus Capitatus. Mémoire de fin d'étude. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- **Bechichi M et Zaiani A, (2021).** L'activité antidiabétique de Lavandula stoechas, Lepidium sativum et Nerium oleander L. Mémoire de fin d'étude. Université Mohamed Khider de Biskra.

## Références

- Begum A., Sandhya S., Syed Shaffath A., Vinod K.R., Swapna R., Banji D., (2013) An in-depth review on the medicinal flora Rosmarinus officinalis (Lamiaceae). *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment* **V12 (61-74)**.
- Ben Salha G, (2019). Déterpénation de l'huile essentielle d'Origanum Majorana L. Et évaluation des activités biologiques. Thèse de doctorat. Université de Tunis El Manar.
- Benayache B, Amirat K, Moussous M, (2020). Activité anti-inflammatoire des polyphénols du *Salvia officinalis* L. Mémoire de fin d'étude. Université Mohammed-Seddik Benyahia – Jijel.
- Benbelli et Ghemit, (2022). Etude de l'extraction des huiles essentielles et des extraits bruts d'eucalyptus camaldulensis et de pistacia lentiscus : caractérisation physico-chimiques et screening phytochimique .Mémoire Master, (الصديق بن يحيى جيجل جامعة محمد).
- Benchachoua R et Simoud A, (2021). Etude théorique sur l'activité antibactérienne et antioxydant des extraits (Huile essentielle et hydrolat) de *Salvia officinalis*. Mémoire de fin d'étude. Université des Frères Mentouri Constantine.
- Bencheikh S, (2017). Etudes de l'activités des huiles essentielles de la plante *Teucrium Polium ssp Aurasianum Labiateae*. Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah – Ouaregla.
- Bendia S. (2020). Polycopié du cours: Techniques de séparation partie du module "chimie analytique" Université Frère Mentouri Constantine 1 Institut de Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies agro-alimentaires département de technologie Alimentaire.
- Bendif Hamdi, (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. Thèse de docteaurat. L'école normale supérieure de kouba-alger.
- Beneteaud (2011). Document ressource Année 2011 1 E. BENETEAUD Source : Comité Français du Parfum.
- Benkherara S, Bordjiba O, Ali Boutlelis D, (2020). Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sauge officinale : *Salvia officinalis* L. sur quelques entérobactéries pathogènes Revue Synthèse N°23, Octobre 2011 Laboratoire de Biologie Végétale et Environnement, Faculté des Sciences,

## Références

- Département de Biologie, Université Badji Mokhtar, BP 12, Annaba 23000, Algérie.
- **BENKHERARA. S., BORDJIBA. O., BOUTELIS. D. A., (2011).** Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la sauge officinale : *Salvia officinalis* sur quelques entérobactéries pathogènes, Laboratoire de biologie végétale, et environnement, Faculté des sciences, Département de biologie, Université Badji Mokhtar, BP12, Annaba, Algérie, Vol 23, p72-80.
- **Benmendes M et Mamoun K, (2017).** Effets biologiques de *Salvia officinalis*. Mémoire de fin d'étude. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- **Berbache R, Nekaa A, Ameur R, (2022).** Évaluation et caractérisation biologique de la plante médicinale *Rosmarinus officinalis*. Mémoire de fin d'étude. Université frères Mentouri Constantin 1.
- **Berkane A., (2015).** Détermination des propriétés thermodynamiques d'huile essentielle de *Rosmarinus Officinalis L.* Mémoire Master. Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana.
- **Berrahal S et Bessedik I, (2018).** L'étude de l'activité antibactérienne d'huile essentielle de *Salvia officinalis .L* sur deux souches (*E.coli* et *Staphylococcus aureus*). Mémoire de fin d'étude. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- **Bessah R et Benyoussef E, (2015).** La filière des huiles essentielles Etat de l'art. Revue Des Energies Renouvelables Vol. 18 N°3 (2015) 513 – 528 513.Impacts et enjeux socioéconomiques 1 Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER 16340, Algiers, Algeria 2Ecole Nationale Polytechnique 10. Avenue Hassen Badi, B.P. 182, El-Harrach, Algiers, Algeria.
- **Binici-tables.**<https://www.binic-etales-sur-mer.fr/medias/2020/06/Salvia-officinalis.pdf>
- **Bouachria K et Ait hamouda F, (2018).** Effet antibactérien des huiles Essentielles de la Sauge (*Salvia officinalis L.*) sur deux souches bactériennes. Mémoire de fin d'étude. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- **Bougerra A, Aggoune R, Saadi N, (2021).** Etude Comparative des méthodes d'extraction des huiles Essentielles dans les plantes. Mémoire de fin d'étude. Université Mohamed Boudiaf –Msila.
- **Boukhatem M, Ferhat A, Kameli A, (2019).** Méthodes d'extracton et de distilation des huiles essentielles Revue Agrobiologia (2019) 9(2): 1653-1659.

## Références

- **Boulezazen Abd Elmoumen (2017).** Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'une plante aromatique (*Rosmarinus Officinalis L.*) de la forêt Béni Melloul –Khenchela. Mémoire de fin d'étude. Université El chahid Hamma Lakhder El-oued.
  - **Bounab S, (2020).** Biodiversité végétale de la région du Hodna (M'sila) : étude phytochimique et activité biologique de quelques espèces médicinales. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1.
  - **Bounoua D et Boumahdi L, (2013).** Hydrodistillation de *Salvia officinalis L.* et de *Rosmarinus officinalis L.* et valorisation des eaux de distillation. Mémoire de fin d'étude. Ecole Nationale Polytechnique.
  - **Bousbeia N, (2011).** Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co produits agroalimentaires. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique (Ex – INA El Harrach – Alger).
  - **Boutabia L, Telaileia S, Bouguetoufe I, Guenadil F, CHefrour A, (2016).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus* de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie).V85. 174 - 189
  - **Bouzid W., Yahia M., Abdeddaim M., Aberkane C et Ayachi A., (2010).** Eavaluation de l'activité antioxydante et antimicrobien des extraits de l'aubepien monogyne, Laboratoire de biotechnologie des molécules bioactives et de la physiopathologie cellulaire. Université de Batna .V12. 59-69.
  - **Bouzid Z et Raber L, (2020).** Etude morphologique et sémantique des noms des plantes Medicinales dans les deux régions :(TIGZIRT) et(TIRMITINE) . Memoire Master. Université de Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU.
  - **Brenger C, (2019).** Phytothérapie, aromathérapie, homéopathie : pathologies cutanées courantes chez le cheval et conseils à l'officine. Thèse de doctorat. Université de Lorraine.
  - **Brieskorn C.H, (1991)., Burt S.A, (2003).** Antibacterial activity of select plant essential oils against *Escherichia Coli O57147*, Lett. Appl.Microbial.,36, 162-167.
- C-
- **Chabrier Jean-Yves (2010).** Plantes médicinales et forme d'utilisation phytothérapie, Docteur en Pharmacie Université Henri Poincare – Nancy 1.
  - **Chebbac K ; Ghneim, H.K. ; El Moussaoui, A. ; Bourhia, M. ; El Barnossi, A. ; Benziane Quaritini, Z. ; Salamatullah, A. M. ; Alzahrani, A. ; Aboul-Soud, M.**

## Références

---

- A. M. ; Giesy, J.P. et Raja Guemmouh, R. (2022). :Antioxidant and Antimicrobial Activities of Chemically-Characterized Essential Oil from Artemisia aragonensis Lam. Against Drug-Resistant Microbes. Molecules, V 27 (1136) : 2-15.
- Chekoual Lilia, (2019). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles de Lavandula stoechas L. du Nord de l'Algérie extraites par Hydrodistillation et Ultrasons. Thèse de doctorat. Universite saad dahlab – blida.
- Chenni, M, (2016). Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic « Ocimum basilicum L.» extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse de Doctorat en Sciences. Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella. 185p
- Cherigui Mebarka et Zaibet Hanane, (2014). Pouvoir antibactérien et antioxydant des extraits (Huile essentielle et hydrolat) de Salvia officinalis de la région de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de fin d'étude. Université Mohamed El Bachir El-Ibrahimi Bordj Bou Arreridj.

-D-

- Dahamani S et Dahmani F, (2018). Evaluation de l'activité biologique des différents extraits, et des huiles essentielles de la plante : Salvia officinalis L. Mémoire de fin d'étude. Universite mohamed boudiaf - m'sila.
- Delphin J. R. Rabehaja, (2013). Production et analyse d'huiles essentielles de plantes aromatiques et médicinales de Madagascar. Doctorat en chimie, Université de
- Dendli S et Bouali L, (2022). Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la plante médicinale «Eucalyptus globulus ». Mémoire de fin d'étude. Université frères Mentouri Constantin 1.
- Deschepper R, (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie, thèse de doctorat, université de AixMarseille, 2017.
- Dhingra, A.K., Chopra, B., Bonthagarala, B. (2018). Natural Anti- Inflammatory Agents: Recent Progress and Future Perspectives. Annals of Pharmacology and Pharmaceutics ;3 (5);1158.
- Djermane N, (2021). Evaluation des activités biologiques d'huiles essentielles et d'extraits végétaux de plantes médicinales et fourragères. Thèse de doctorat. Université Larbi Ben M'Hidi-Oum El Bouaghi.

## Références

- **Djoudi A et Trad O, (2020).** Etudes de la composition chimique et évaluation des activités biologiques des huiles essentielles et d'extraits de quatre plantes médicinales. Mémoire de fin d'étude. Université Frères Mentouri Constantine.
- E-
- **Eddouks, M., Ouahidi, M.L., Farid, O., Moufid, A., Khalidi, A., Lemhadri, A. (2007).** L'utilisation des plantes médicinales dans le traitement du diabète au Maroc. Phytothérapie 5: 194–203
- **El amri J., Elbadaoui K., Zair T., Bouharb H., Chakir S., Alaoui T. (2014).** Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de Silène vulgarise sur différentes souches testées. V82:7481– 7492.
- **Eidi M., Eidi A. Zamanizadeh H. (2005).** Effect of *Salvia officinalis* L. leaves on serum glucose and insulin in healthy and streptozotocin-induced diabetic rats. J ethnopharmacol, V100: 310-313.
- G-
- **Ghadermazi R., KeramatJ.,GoliS.A.H, (2017).** Antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata*Thunb), oregano (*Origanum vulgare* L) and sage (*Salvia officinalis* L) essential oils in various model systems. International Food Research Journal 24(4): 1628-1635.
- **Goetz, P., & Ghedira, K. (2012).** *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae): Romarin. In Phytothérapie anti-infectieuse, Springer, Paris. (341-347).
- **Gurfa T et Merah M, (2018).** Mémoire de fin d'étude : extraction de l'huile essentielle de l'espèce végétale *Hertia Cheirifolia* L. par hydrodistillation : caractérisation physico-chimique et modélisation paramétriques ; Universitie Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi.
- H-
- **Hadj Sadok A et Grbellah A, (2020).** Extraction et activité biologique des huiles essentielles de *Salvia officinalis*, Mémoir de fin d'étude. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

## Références

---

- **Haioun, A., Zohra, H.F. (2015).** Activité antioxydante et anti-inflammatoire de la plante médicinale Algérienne Anethium graveolens et leur effet cardioprotectrice contre la toxicité de la 152 Anethume Graveolens. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie. 29—36 p.
  - **Hajjaj, G. (2017).** Screening phytochimique, étude toxicologique et valorisation pharmacologique de matricaria chamomilla l. et de l'ormenis mixta l. (asteraceae). Thèse de Doctorat, Université Mohammed V, Maroc. 216 p.
  - **Hussain,A I; Anwar , F ; Ali Shahid ,S; Mahboob,S;et Nigam ,P,S. (2010).** Rosmarinus Officinalis essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. Brazilian journal of microbiology ,41,1070-1078.
- K-**
- **Kfoury M, (2015).** Préparation, caractérisation physicochimique et évaluation des propriétés biologiques de complexes d'inclusion à base de cyclodextrines : applications à des principes actifs de type phénylpropanoïdes. Thèse de doctorat. L'université du Littoral cote d'opale et l'université Libanaise.
  - **khenfer H et khinech C, (2020).** Caractérisation structurale et potentiel biologique des polysaccharides issus de Salvia officinalis. Mémoire de fin d'étude. Universite kasdi merbah ouargla. **Kraiffi F et Boualam K, (2018).** Extraction et Caractérisation de quelques huiles essentielles des plantes utilisés dans la thérapie grippale( Thymus lanceolatus, Eucalyptus globulus). Mémoire de fin d'étude. Université Mohamed khider de Biskra.
- L-**
- **Laib I, (2011).** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de Lavandula officinalis sur les moisissures des légumes secs. Mémoire de magister. Université de Constantine.
  - **Lalmi Yasmine et Laouri Karim, (2021).** Contribution à l'étude d'une enquête ethnobotanique de dans la région quelque s plantes médicinales d'El oued (Sahara Algérien) Memoire Master Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED
  - **Laurent J, (2017).** Conseil et utilisations des huiles essentielles les plus courant en officine, Thèse de doctorat. Paul Sabatier Toulouse III .

## Références

---

- **Lepmat Marion, (2017).** Le Romarin, *Rosmarinus officinalis* L., une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale Thèse de doctorat en pharmacie. Université d'Aix-Marseille
- Les plantes à phénols utilisées par les populations de la ville de Douala. Journal of Animal
- **Loussouarn-Yvon., (2017).** L'acide carnosique et le carnosol, deux super- antioxydants du romarin (*Rosmarinus officinalis*). Doctorat D'Etat en Biologie Végétale. Université AI XMarseille. 180p.
- M-
- **Mahboub N, Kadri M, Aminata K, Slimani N, (2019).** Extraction et caractérisation phisycoco-chimique et biologique des huiles essentielles à partir de *Cymbopogon schoenanthus* dans la région de Ghardaia. Revue des BioRessources , Vol 9 N° 2 Décembre 2019.
- **Mahdi S, (2021).** Etude phytochimique et évaluation des activités hémolytique, antioxydante et antidiabétique des extraits et fractions enrichies en polyphénols de *Salvia officinalis* L. Universite abou bekra belkaid tlemcen.
- **Makhlofi, A, (2019).** 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. Doctorat D'Etat en Biologie. Université Aboubaker Belkaid. 77p.
- **Mebirouk, R. (2017).** Recherche et évaluation des activités biologiques de trois extraits d'*Helix aspersa* (aqueux, hydro alcoolique et organique) : Activités antiinflammatoire, anti tumorale et antiangiogénique. Thèse de Doctorat. Université des frères Mentouri Constantine, Algérie. 172 p.
- **Mecheri Fatiha et Akdif Nardjesse (2017).** Contribution à l'étude de l'effet des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et de *Ruta graveolens* sur la croissance des quelques microorganismes pathogènes. Mémoire de fin d'étude. Universite m'hamed bougara de boumerdes.
- **Mekhadmi N, (2021).** Etude Phytochimique et Activités Biologiques des Huiles Essentielles de *Matricaria pubescens* Desf. du Sud Algérien. Thèse de doctorat. Université Farhat Abbas Sétif 1.

## Références

---

- **Mostefai A., (2012).** Contribution à une étude morphométrique de Rosmarinus officinalis L (Lamiacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire Master. Université Abou beker Belkaid, 100p.
- **Mpond, E. M., Dibong, D. S., Flora, C., Yemed, L., Priso, R. J., & Ngoye, A. (2012).** Rosmarinus officinalis L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). Vol. 85 :174 – 189.
- N-**
- **Naimi, M., T. Tsakiridis, T.C. Stamatatos, D.I. Alexandropoulos and E.(2015).** Tsiani. Increased skeletal muscle glucose uptake by rosemary extract through AMPK activation. Appl. Physiol. Nutr. Metab. V40: 407–413.
- O-**
- **Orliaguet, G., Gall, O., Benabess-Lambert, F. (2013).** Nouveautés concernant les anti-inflammatoires stéroïdiens et non stéroïdiens. Le Praticien en Anesthésie Réanimation. 17(5):228–237.
- **Ouedraogo Salfo, Jules YODA, Tata Kadiatou TRAORE, Mathieu NITIEMA, Bavouma C. SOMBI, Hermine Zime DIAWARA, Josias B.G. YAMEOGO, Abdoulaye DJANDE, Lazare BELEMNABA, Félix B. KINI, Sylvain OUEDRAOGO et Rasmané SEMDE. (2021).** Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales V 15(2): 750-772
- **Ouibrahim A, (2015).** Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (Laurus nobilis L., Ocimum basilicum L. et Rosmarinus officinalis L.) de l'Est Algérie. Doctorat (LMD) .Université BADJI MOKHTAR – ANNABA.
- P-**
- **Poirot T, (2016).** Bon usage des huiles essentielles, effets indésirables et toxicologie. Thèse de doctorat. Université de Lorraine.
- **Pokorny J. et ai, (2001):** Antioxydants in food, Practical applications. Woolhead.
- R-**
- **Rana, N., walia, A., Gaur, A., Natl, A. (2013).** Acad. Sci. Lett. 36: 9–17.

## Références

---

- **Reclu M. (2004).** Comportant la culture, la récolte, la conservation, les propriétés médicinales des plantes du commerce, et un dictionnaire des maladies et des remèdes. Nîmes : C. Lacour, 2004, 160p.
- **Rezzag S et Zahi S, (2021).** Etudes statistique sur l'influence de la composition chimique des huiles essentielles sur l'activité antioxydante. Mémoire de fin d'étude. Université de Ghardaia.

-S-

- **Salhi S., Fadli M., Zidane L., Douira A., (2010).** Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc) V31: 133- 146.
- **Sethi., Brahma, Kaur. (2006).** "Synthesis and Analysis of an  $\alpha$ -Amylase Inhibitor and an Antimicrobial Peptide". Senior Honors Theses & Projects. 32.
- **Sophia Jorite, (2015).** La Phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. Doctorat EN PHARMACIE. Université Bordeaux 2.
- **Sophie Limonier, (2018).** La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Docteurat en Pharmacie . Université MARSEILLE.

-T-

- **Tarabet et Toumi, (2017).** Contribution à l'étude ethno pharmacologique des plantes médicinales utilisées par voie externe en Kabylie. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.
- **Tayeb-Cherif Y et Menacer I, (2016).** L'activité antibactérienne des huiles essentielles du Rosmarinus officinalis et de Origanum vulgare sur la bactérie E.coli. Mémoire de fin d'étude. Université Des Frères Mentouri Constantine1.
- **Tefiani C, (2015).** Les propriétés biologiques des huiles essentielles de Curcuma longa, Ammoides verticillata et Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus. Thèse de doctorat. L'Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- **Thibaut Joliet. (2015).** Fiche technique a été réalisée suite à la formation Séchage des plantes aromatiques et médicinales » réalisée par Thibaut Joliet formateur au CFPPA de Montmorot qui s'est tenue les 13 novembre 2014 à Cort.

- **Tiziana R et Héritier C, (2016).** L’Aromathérapie : un moyen antalgique pour soulager la douleur du travail et de l’accouchement ?. Mémoire de fin d’étude. Haute école de santé Genève.
- **Touhami A, (2017).** Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres Thymus récoltées dans les régions de l’Est Algérien pendant les deux périodes de développement. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba.
- **Toure D, (2015).** Etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Cote d’ivoire. Thèse de doctorat. Université Félix Houphouët-Boigny.

-W-

- **Xie, Z.S., L.J. Zhong, X.M. Wan, M.N. Li, H. Yang, P. Li and X.J. Xu.( 2016).** Petroleum ether sub-fraction of rosemary extract improves hyperlipidemia and insulin resistance by inhibiting SREBPs. Chin. J. Nat. Med. V14: 746–756.

-Z-

- **Zaybet W, (2016).** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de *Daucus aureus* (Desf) et de *Reutera lutea* (Desf) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD). Thèse de doctorat. Université Farhat Abbas-Sétif 1.
- **Zemour M et Henne A, (2020).** Evaluation de l’activité antibactérienne et de l’activité antioxydante des huiles essentielles des feuilles de Romarin *Rosmarinus officinalis*. Mémoire de fin d’étude. Universite saad dahleb blida.
- **Zidi Meryem et Houilia Samia., (2020).** Contribution à l’étude de L’activité biologique de la plante *Rosmarinus officinalis* L. Université L’Arbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi.
- **Zoreik k et Issolah Y, (2020).** Synthèse bibliographique sur l’évaluation de l’activité antioxydante de *Mentha pulegium* et *Salvia officinalis*. Mémoire de fin d’étude. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.