

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des sciences

Département de sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Amélioration des plantes

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Amélioration des plantes

Thème

Extraction de l'huile essentielle de la plante *Rosmarinus officinalis*
et étude de certaines de ses propriétés physico-chimiques

Présenté le 01/07/2025 par :

- Kateb Amina
- Fadla Sana
- Ben Naga ikram
- Louraci Ikram

Membres de Jury :

Mme. Souilah Nabila (MCA)	Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme. Oudjane Faiza (MCA)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme. Amira Khedidja (MCA)	Promotrice	ENSET – Skikda

Année universitaire : 2024 – 2025

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master



Je soussigné : Nabila SOUILAH Présidente de Jury

Certifie que :

L'étudiant (e) : Ikram BEN NAGA

Spécialité : Amélioration des plantes

Intitulé : Extraction de l'huile essentielle de la plante *Rosmarinus officinalis* et étude de certaines de ses propriétés physicochimiques

.....
.....
.....

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Présidente de Jury

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master



Je soussigné : Nabila SOUILAH Présidente de Jury

Certifie que :

L'étudiant (e) : Ikram LOURACI

Spécialité : Amélioration des plantes

Intitulé : Extraction de l'huile essentielle de la plante *Rosmarinus officinalis* et étude de certaines de ses propriétés physicochimiques

.....
.....
.....
A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Présidente de Jury

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master



Je soussigné : Nabila SOUILAH Présidente de Jury

Certifie que :

L'étudiant (e) : Sana FADLA

Spécialité : Amélioration des plantes

Intitulé : Extraction de l'huile essentielle de la plante *Rosmarinus officinalis* et étude de certaines de ses propriétés physicochimiques.

.....
.....
.....
A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Présidente de Jury

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master



Je soussigné : Nabila SOUILAH Présidente de Jury

Certifie que :

L'étudiant (e) : Amina KATEB

Spécialité : Amélioration des plantes

Intitulé : Extraction de l'huile essentielle de la plante *Rosmarinus officinalis* et étude de certaines de ses propriétés physicochimiques

.....
.....
.....

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Présidente de Jury

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université 20 Aout 1955 Skikda

Faculté des sciences

Département de sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Amélioration des plantes

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Amélioration des plantes

Thème

**Extraction de l'huile essentielle de la plante *Rosmarinus officinalis*
et étude de certaines de ses propriétés physico-chimiques**

Présenté le 01/07/2025 par :

- **Kateb Amina**
- **Fadla Sana**
- **Ben Naga ikram**
- **Louraci Ikram**

Membres de Jury :

Mme. Souilah Nabila	(MCA)	Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme. Oudjane Faiza	(MCA)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme. Amira Khedidja	(MCA)	Promotrice	ENSET – Skikda

Année universitaire : 2024 – 2025

Remerciements

Dieu merci, qui nous a guidés vers cela ; jamais nous n'aurions été guidés si Dieu ne nous avait pas guidés.

Que les remerciements soient tout d'abord adressés à Dieu Tout-Puissant pour la force et la détermination qu'Il nous a accordées afin de poursuivre le chemin du savoir et de la connaissance. C'est par Sa miséricorde et Sa grâce que nous atteignons ce moment si particulier. Louange à Dieu, une louange abondante, pure et bénie.

Nous tenons à remercier l'Université de Skikda – 20 Août 1955 – pour son encadrement tout au long de nos années d'études. Nos remerciements et notre reconnaissance vont à tous ceux qui ont contribué à notre formation, chacun selon son nom et son rang.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent à notre encadrante Mme Amira Khedidja, pour les efforts qu'elle a fournis dans le suivi et l'orientation de ce travail de recherche, ainsi que pour ses idées précieuses qui ont grandement contribué à la réussite de ce projet.

Nos remerciements vont également aux membres du jury : Mme Souilah Nabila et Mme Oudjane Faiza, pour l'honneur qu'elles nous ont fait en évaluant et en examinant ce travail, et pour leur présence afin de nous offrir leurs remarques constructives, dans le but d'enrichir et d'améliorer ce mémoire.

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de physiologie végétale à l'École Normale Supérieure de l'enseignement Technologique de Skikda, dans le cadre de l'obtention du diplôme de Master 2 en Amélioration des plantes. À partir de cette tribune, nous adressons nos plus sincères remerciements au directeur Mr. Boudjaadar Djamel, ainsi qu'à Melle Bouguedah Iman, pour sa présence constante durant toute la période de notre stage.

Nous exprimons également notre gratitude au personnel de L'ETAF de Mezzadj Edchiche en général, et à Mr. Merdjani Ahsène en particulier, pour sa supervision de notre formation sur le terrain, sans relâche ni lassitude.

Enfin, il ne serait pas juste de conclure sans exprimer notre profonde reconnaissance envers nos familles, qui nous ont soutenus depuis le début de ce parcours, ainsi qu'à nos amis pour leur soutien constant. Merci à vous tous pour votre présence à nos côtés.

Dédicace

En toute sincérité et avec une profonde gratitude, je dédie ce mémoire :

À mes parents, Mohamed et Dalila, dont la patience et l'amour silencieux ont été les piliers invisibles qui m'ont portée à travers chaque défi, et dont la force tranquille a toujours éclairé mes pas sans jamais demander reconnaissance.

À mes chères sœurs, Sarah, Rania et Nour el Djana, sources inépuisables de tendresse et de force, vous êtes le refuge où mon cœur trouve paix et inspiration à chaque instant.

À mes compagnons de mémoire, Sana, Ikram et Ikram, avec qui j'ai vécu cette expérience de collaboration et d'apprentissage.

À un soutien fidèle et précieux, qui a illuminé mon chemin au-delà des mots.

Je remercie Dieu de m'avoir donné le courage et la force d'arriver là où je suis aujourd'hui (الحمد لله)

Amina

Dédicace

En toute humilité, je dédie ce mémoire :

À ma mère bien-aimée Habiba, mon refuge, ma source d'amour et de courage, pour ses prières silencieuses et son soutien inconditionnel.

À mon père Hamid, pour sa confiance, sa patience et ses encouragements permanents.

À mes frères Mohamed, Abd el Nour et Youcef, et à ma sœur Nouha, pour leur affection, leur inspiration et leur présence constante.

À mes partenaires de mémoire Amina, Ikram et Ikram, avec qui j'ai partagé cette aventure intellectuelle dans un bel esprit de collaboration.

À toute ma famille, pour leur amour, leur foi en moi, et leur présence à mes côtés, même dans le silence.

Et enfin, à la promotion 2024–2025, pour les souvenirs partagés, l'entraide, et tous les moments uniques vécus ensemble durant cette étape marquante de notre vie étudiante.

Sana

Dédicace

Avant toute, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience.

Avec toute mon estime et mon amour, je vous dédie ce modeste travail :

A mon adorable mère Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta bénédiction m'ont été un grand secours tout au long de ma vie.

A mon cher père qualités humaines, ta persévérance et ton perfectionnisme.

À mes très chères sœurs : « Khawla », « Malak » et « Manel » pour leurs encouragements, qui m'ont soutenu depuis toujours.

Je vous souhaite du bonheur et du succès dans toute votre vie.

À mes binômes « Amina, Ikram et Sana » que j'ai passé avec vous des moments agréables, qui a travaillé dur avec moi pour compléter ce travail.

Ikram

Dédicace

Je dédie cet humble ouvrage à ceux pour qui, quels que soient les mots, je ne peux exprimer mon amour sincère.

À ma chère mère, Saliha, qui m'a donné naissance, et à mon cher père, Hassane, qui m'a élevé.

Ce travail est le fruit de votre travail acharné et de votre soutien, mes parents. Mes remerciements ne suffiront jamais à exprimer leur amour et leurs sacrifices.

À mon soutien indéfectible, mes frères, Zahwani, Salah Eddine et Alaa Eddine. Ils ont partagé mes joies et mes peines et m'ont toujours soutenu. Merci pour tout.

À mes amies, Ikram, Amina et Sanaa, dont les contributions ont été inestimables pour ce travail.

Merci pour votre coopération et votre soutien continu.

Ikram

Résumés

Résumé :

Cette étude vise à extraire l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (romarin), une plante aromatique et médicinale largement répandue en Algérie, et à étudier ses caractéristiques afin d'assurer sa qualité et sa sécurité avant son utilisation.

L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation à partir des feuilles séchées récoltées dans deux régions (Skikda et Annaba), à l'aide d'un appareil de type Clevenger. Le rendement d'extraction, les caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur, aspect) ainsi que les propriétés physico-chimiques (pH, indice de réfraction, degré Brix) ont été évalués.

Les résultats organoleptiques montrent que les deux huiles obtenues sont limpides, liquides, de couleur jaune clair, et présentent une forte odeur aromatique, ce qui est conforme aux standards de qualité des huiles essentielles. Cependant, elles présentent des différences concernant les autres caractéristiques. La plante récoltée d'Annaba a montré un rendement plus élevé (0,5 % contre 0,21 % pour celle de Skikda). Le pH (~6) indique une bonne stabilité. L'indice de réfraction (1,3841 et 1,4073 pour les plantes des deux sites respectivement Annaba et Skikda) suggère une variation en concentration des composés volatils. Le degré Brix (31,6 % et 43,8% respectivement) traduit une différence dans les substances solubles.

Les résultats obtenus confirment l'effet des conditions géographiques sur les caractéristiques des huiles essentielles.

Mots- clés : *Rosmarinus officinalis*, Huile essentielle, Hydrodistillation, Rendement, Caractéristiques organoleptiques, Propriétés physico-chimiques.

Summary:

This study aims to extract the essential oil of *Rosmarinus officinalis* (rosemary), an aromatic and medicinal plant widely found in Algeria, and to examine its characteristics in order to ensure its quality and safety before use.

The essential oil was extracted by hydrodistillation from dried leaves collected from two regions (Skikda and Annaba) using a Clevenger-type apparatus. The extraction yield, organoleptic characteristics (color, odor, appearance), as well as physico-chemical properties (pH, refractive index, Brix degree) were evaluated.

The organoleptic results show that the two obtained oils are clear, liquid, light yellow in color, and have a strong aromatic odor, which complies with the quality standards for essential oils. However, they show differences in other characteristics. The plant harvested from Annaba showed a higher yield (0,5% compared to 0,21% for that of Skikda). The pH (~6) indicates good stability. The refractive index (1.3841 and 1.4073 for the plants from the two sites, respectively Annaba and Skikda) suggests a variation in the concentration of volatile compounds. The Brix degree (31.6% and 43.8%, respectively) reflects a difference in soluble substances.

The results confirm the effect of geographical conditions on the characteristics of essential oils.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, essential oils, Hydrodistillation, Yield, Organoleptic characteristics, Physico-chemical properties.

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى استخراج الزيت الأساسي من نبات إكليل الجبل *Rosmarinus officinalis*، وهو نبات عطري وطبي منتشر على نطاق واسع في الجزائر، ودراسة خصائصه لضمان جودته وسلامته قبل استخدامه. تم استخراج الزيت العطري بواسطة التقطير البخار من أوراق مجففة جُمعت من منطقتين (سكيكدة و عنابة) باستخدام جهاز من نوع كليفنجر. تم تقييم معدل الاستخلاص، والخصائص الحسية (اللون، الرائحة، المظهر)، بالإضافة إلى الخصائص الفيزيوكيميائية (درجة الحموضة، مؤشر الانكسار، مؤشر بريكس). أظهرت النتائج الحسية أن الزيوت المستخرجة من المنطقتين كانت صافية، سائلة، ذات لون أصفر فاتح، ذات رائحة عطرية قوية، وهذا يتوافق مع معايير جودة الزيوت العطرية. ومع ذلك، لوحظت اختلافات في الخصائص الأخرى. حيث أظهرت النباتات التي جُمعت من عنابة نسبة استخلاص أعلى (0.5% مقارنة بـ 0.21% لمنطقة سكيكدة). تشير قيمة الـ pH (~6) إلى استقرار جيد. كما أن مؤشر الانكسار (1.3841 و 1.4073 للنباتات من المنطقتين، عنابة وسكيكدة على التوالي) يدل على اختلاف في تركيز المركبات الطيارة. أما مؤشر بريكس (31.6% و 43.8% على التوالي) فتعكس اختلافاً في المواد الذائبة.

تؤكد النتائج وجود تأثير للظروف الجغرافية على خصائص الزيوت العطرية.

كلمات مفتاحية: إكليل الجبل، الزيت الأساسي، التقطير المائي، المردود، الخصائص الحسية، الخصائص الفيزيوكيميائية.

Liste des abréviations

Liste des abréviations	
MOT	SIGNIFICATION
HE	Huiles essentielles
AFNOR	Association Française de Normalisation
pH	Potentiel hydrogène
°Brix	Brix (indice mesurant la teneur en matières solubles)
DEQM	Direction Européenne de la Qualité du Médicament
MV	Matière végétale
MHE	Masse de l'huile essentielle
RHE	Rendement en huile essentielle
INPN	Inventaire National du Patrimoine Naturel
CETI	Centre d'Études Techniques Industrielles

Liste des tableaux

Chapitre 2 :	
Tableau 1: Systématique de <i>Rosmarinus officinalis</i>	14
Tableau 2: Les principales localisations du <i>Rosmarinus officinalis</i> L. en Algérie	16
Chapitre 3:	
Tableau 3 : Matériel utilisé.	23
Chapitre 4:	
Tableau 4: Rendement final d'extraction (%) des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	32
Tableau 5: Propriétés organoleptiques des huiles essentielles du <i>Rosmarinus officinalis</i> des deux régions étudiées	33
Tableau 6: Caractéristiques physicochimiques des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> des deux régions étudiées	33

Liste des figures

Chapitre 1:	
Figure 1: Exemples de structures de Monoterpènes	5
Figure 2 : Exemples de structures de phénylpropènes	5
Figure 3: Exemples de structure de composés issus de la dégradation d'acides gras ou de terpènes	6
Figure 4: L'Aromadose Nez&Gorge	7
Figure 5: Principe schématisé de l'extraction par l'entraînement à la vapeur	8
Figure 6: Principe schématisé d'Hydrodistillation	9
Chapitre 2:	
Figure 7: Aspect morphologique du romarin	14
Figure 8: Carte de la répartition du romarin dans le monde	15
Figure 9: 1,8-cinéole (a), Camphre (b) et α-pinène (c)	17
Figure 10: Acide rosmarinique	18
Figure 11 : Acide carnosique (a) et Carnosol (b)	18
Chapitre 3:	
Figure 12: Les étapes expérimentales.	22
Figure 13: Romarin de la région de Salah Boulkeroua à Skikda (Prise personnelle: Le 23 Février 2025.	24
Figure 14: Romarin de la région de Draa Erriche à Annaba (Prise personnelle: Le 22 Février 2025.	24
Figure 15: Feuilles de Romarin séché (Prise personnelle: Le 03 Mars 2025).	25
Figure 16 : Appareil de distillation Clevenger (Prise personnelle: Le 03 Mars 2025).	26
Figure 17: Stockage de l'huile extraite (Prise personnelle: Le 04 Mars 2025).	27
Figure 18: Papier pH (Prise personnelle: Le 03 Mars 2025).	28
Figure 19 Réfractomètre numérique pour la mesure de l'indice de réfraction (Prise personnelle: Le 03 Mars 2025).	29

Chapitre 4:

Figure 20 : Rendement en huile au fil du temps pour les deux échantillons.	31
Figure 21: La production d'huile des deux échantillons sur les trois périodes.	32
Figure 22: Résultats des mesures de pH de l'huile de romarin des deux échantillons (Prise personnelle: Le 04 Mars 2025).	34
Figure 23: Variation de l'indice de réfraction de l'huile de romarin entre les deux régions.	35
Figure 24 : Variation de l'indice de Brix (%) des échantillons selon la région d'étude (Skikda et Annaba).	35

Sommaire

Résumés

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1: Les Huiles essentielles4

1.1. Définition :4

1.2. Localisation des huiles essentielles :.....4

1.3. Composition chimique des huiles essentielles :4

1.4. Rôle des huiles essentielles :6

1.4.1. Rôle naturel dans les plantes :6

1.4.2. Usage chez l'homme :6

1.4.2.1. Pharmacie :6

1.4.2.2. Parfumerie et cosmétologie :7

1.4.2.3. Industrie alimentaire :7

1.5. Méthodes d'extraction :7

1.5.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau :8

1.5.2. Extraction par Hydrodistillation :8

1.5.3. Extraction par solvant :9

1.5.4. Extraction assistée par micro-ondes :10

Chapitre 2: Etude de la plante *Rosmarinus officinalis*11

2.1. Historique :12

2.2. Définition :12

2.3. Origine :12

2.4. Description botanique de romarin officinal :	13
2.5. Taxonomie :	14
2.6. Répartition géographique :	15
2.6.1. Dans le monde :	15
2.6.2. En Algérie :	15
2.7. Composition chimique de <i>Rosmarinus officinalis</i> L :	16
2.7.1. L'huile essentielle:	16
2.7.2. Composés phénoliques :	17
2.7.3. Diterpènes phénoliques :	18
2.7.4. Triterpènes :	18
2.7.5. Autres composés :	19
2.7.6. Flavonoïdes et autres métabolites secondaires :	19
2.8. Usages du <i>Rosmarinus officinalis</i> L :	19
2.8.1. Usage en phytothérapie :	19
2.8.2. Usage alimentaire :	19
2.8.3. Usage cosmétique :	19

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3: Matériel et méthodes	21
3.1. Objectif :	22
3.2. Matériel utilisé :	23
3.3. Choix de la plante :	23
3.4. Zone d'échantillonnage :	23
3.5. Préparation de la plante :	25
3.6. Extraction et étude de l'huile essentielle :	25
3.6.1. Principe d'extraction :	25
3.6.2. Étapes d'extraction :	26
3.6.3. Rendement d'extraction :	26

3.6.4. Conservation de l'huile :	27
3.6.5. Caractéristiques organoleptiques :	27
3.6.5.1. Aspect :	27
3.6.5.2. Odeur :	27
3.6.5.3. Couleur :	27
3.6.6. Évaluation de quelques indices physico-chimiques de l'huile essentielle :	28
3.6.6.1. PH (potentiel hydrogène) :	28
3.6.6.2. Indice de réfraction :	28
3.6.6.3. Echelle de Brix :	29
Chapitre 4: Résultats et discussion	30
4.1. Cinétique et rendement d'extraction :	31
4.2. Propriétés organoleptiques :	33
4.3. Caractéristiques physicochimiques :	33
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis des siècles, les plantes aromatiques et médicinales représentent une richesse naturelle précieuse pour l'humanité. Utilisées aussi bien dans les pratiques traditionnelles que dans les approches modernes, elles continuent de susciter un intérêt croissant dans le domaine scientifique, notamment en raison des composés actifs qu'elles renferment. Parmi ces composés, les huiles essentielles occupent une place de choix grâce à leurs propriétés biologiques remarquables et leur large spectre d'applications.

Les huiles essentielles sont des extraits volatils obtenus à partir de différentes parties des plantes. Elles se distinguent par leurs arômes caractéristiques et leurs effets biologiques variés, notamment antimicrobiens, antioxydants et anti-inflammatoires. Leur importance s'est accrue dans les domaines de la santé, de la cosmétique, de l'agroalimentaire et de l'aromathérapie, ce qui en fait aujourd'hui un sujet d'étude incontournable.

Dans cette optique, le *Rosmarinus officinalis* L. communément appelé romarin, attire une attention particulière en raison de sa richesse en huile essentielle et de sa large utilisation traditionnelle. Originaire du bassin méditerranéen, cette plante est connue pour ses nombreuses vertus thérapeutiques et son profil chimique complexe. Le présent travail s'inscrit dans une démarche de valorisation de cette plante à travers une double approche : une partie théorique dédiée à la compréhension générale des huiles essentielles et des caractéristiques du romarin, suivie d'une partie expérimentale visant à extraire, analyser et évaluer les propriétés organoleptiques et physico-chimiques de son huile essentielle. Cette étude ambitionne de contribuer à une meilleure connaissance de cette ressource naturelle et à son éventuelle exploitation dans des applications scientifiques et industrielles durables.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Les huiles essentielles

Chapitre 1 : Les huiles essentielles

1.1. Définition :

Les huiles essentielles sont des sécrétions naturelles élaborées par les différents organes (feuilles, fruits, racines, pétales, etc.) des plantes aromatiques (**Fourmentin et Kfoury, 2024**).

Selon la définition classique : Les huiles essentielles sont définies comme substances huileuses, lipophiles, intensément parfumées, d'origine végétale, distillables et généralement entraînées par les courants de vapeur (**Remy, 1991**).

Selon l'AFNOR (Association Française de Normalisation), une huile essentielle est définie comme un extrait obtenu à partir de matière végétale par des procédés spécifiques tels que l'entraînement à la vapeur d'eau, la distillation sèche ou encore l'expression des épicarpes de Citrus. Toutefois, cette définition limite l'extraction aux seules méthodes citées, excluant ainsi les extraits obtenus par d'autres techniques comme l'extraction aux solvants organiques ou à l'aide de fluides supercritiques (**AFNOR, 2000**).

1.2. Localisation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ne se retrouvent que chez un nombre restreint de plantes, représentant environ 10 % des espèces végétales, communément appelées plantes supérieures. On estime qu'environ cinquante familles botaniques, regroupant près de 17500 espèces, sont capables de produire ces métabolites secondaires. Leur synthèse et leur accumulation dans les organes végétaux sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées. Selon l'espèce, ces structures peuvent prendre la forme de cellules spécifiques, de poils glandulaires, de poches ou encore de canaux sécréteurs. Elles sont localisées dans divers organes de la plante, notamment les fleurs (comme la rose), les feuilles (citronnelle), les racines (iris), les écorces (cannelier), les rhizomes (gingembre), les bulbes (ail), le bois (cade), les fruits (vanillier) ainsi que les graines (muscade) (**Nebie, 2023**).

1.3. Composition chimique des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables, constitués de divers composés volatils. Selon la voie métabolique impliquée dans leur biosynthèse, leurs constituants appartiennent principalement à deux grandes classes de composés odorants : les composés terpéniques (monoterpènes et sesquiterpènes) et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (**Touhami, 2017**). Les terpènes les plus volatils, caractérisés par une masse moléculaire relativement faible, y sont majoritairement représentés. On y retrouve notamment des monoterpènes tels que le myrcène, le pinène ou encore le γ -terpinène, ainsi que des

Chapitre 1 : Les huiles essentielles

sesquiterpènes comme le β -caryophyllène, l' α -humulène ou le β -bisabolène. La diversité des composés fonctionnels présents dans les huiles essentielles s'explique en grande partie par la réactivité des cations intermédiaires générés au cours de la biosynthèse des monoterpènes et des sesquiterpènes. Cette réactivité conduit à la formation d'un large éventail de dérivés, parmi lesquels on retrouve des alcools (comme le géraniol et l' α -bisabolol), des cétones (telles que la menthone et la p-vétivone), des aldéhydes (comme le citronellal et le sinensal), des esters (notamment l'acétate d' α -terpinyle et l'acétate de cédryle), ainsi que des phénols (tels que le thymol), entre autres (Figure 1).

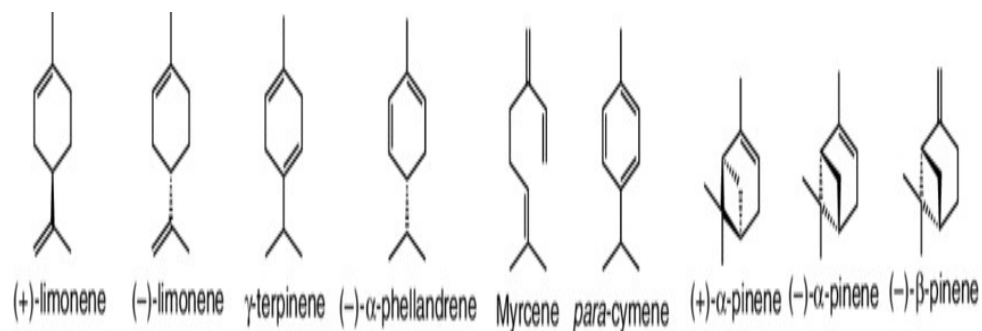


Figure 1: Exemples de structures de monoterpènes

(Salakhutdinov *et al.*, 2017).

Une autre catégorie de composés volatils que l'on rencontre fréquemment est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropène, comme illustré dans la Figure 2.

Cette classe comprend des composés odorants bien connus, tels que la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole, et bien d'autres encore. Ils sont plus fréquemment observés dans les huiles essentielles provenant des Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et caractérisent les huiles essentielles issues du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic, de l'estragon, et bien d'autres.

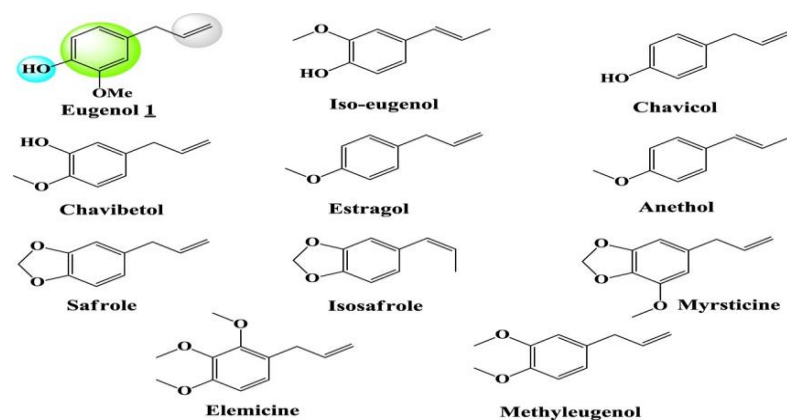


Figure 2 : Exemples de structures de phénylpropènes

(Abdou *et al.*, 2021).

Chapitre 1 : Les huiles essentielles

Enfin, un nombre non négligeable de composés volatils provient de la dégradation de substances non volatiles, notamment les déterpènes. C'est le cas, par exemple, des ionones, issues de l'auto-oxydation des caroténoïdes. D'autres composés odorants, tels que le (3Z)-hexén-1-ol ou le décanal, sont dérivés de la dégradation d'acides gras polyinsaturés comme l'acide linoléique et l'acide α -linoléique (Djerbal, 2023) (Figure 3).

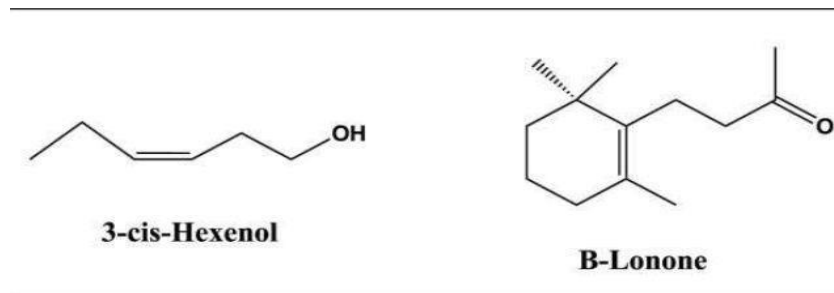


Figure 3: Exemples de structure de composés issus de la dégradation d'acides gras ou de terpènes
(Ahmed Chaouch et Benzoukh, 2020).

1.4. Rôle des huiles essentielles :

1.4.1. Rôle naturel dans les plantes :

Les plantes les utilisent pour se protéger contre les virus et tous pensent qu'il s'agit d'hormones végétales. D'autres considèrent que les huiles sont des messagers entre sorte de parasites et de microbes ; des travaux ont montré que les monoterpènes et les sesquiterpènes peuvent jouer des rôles importants dans la relation des plantes avec leur environnement. Par exemple, le 1,8- cinéole et le camphre inhibent la germination des organes infectés ou la croissance des agents pathogènes issus de ces organes (Benchiekh, 2017).

1.4.2. Usage chez l'homme :

Ces produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée à différents secteurs d'activité tels que :

1.4.2.1. Pharmacie :

L'importance des plantes aromatiques est indéniable, notamment en raison de leur richesse en huiles essentielles et de la diversité chimique de leurs constituants. Ces substances offrent de vastes perspectives d'application, en particulier dans les domaines médical et pharmaceutique. Les huiles essentielles possèdent un large spectre d'activité biologique : elles sont capables d'inhiber la croissance de nombreuses bactéries, levures et moisissures. Leur efficacité a, dans certains cas, été jugée supérieure à celle de certains fongicides commerciaux. De plus, leur action contre les germes résistants aux antibiotiques leur confère

Chapitre 1 : Les huiles essentielles

une valeur thérapeutique importante, notamment dans le cadre de la désinfection. Certaines huiles essentielles sont ainsi utilisées pour leurs propriétés anti-infectieuses (comme l'eucalyptus) ou analgésiques (comme le girofle). Leurs applications potentielles s'étendent également à d'autres domaines, tels que la stomatologie, le traitement des infections bactériennes et fongiques de la cavité buccale, les soins dentaires ou encore l'hygiène bucco-dentaire, sous forme de dentifrices ou de gommages à mâcher (Aliouane, 2015). Par exemple : L'Aromadose Nez&Gorge de Phytosun Arômes (Figure 4), est un concentré de 5 Huiles Essentielles spécifiquement sélectionnées (Thym à linalol, Lavande aspic, Laurier, Eucalyptus radié et Romarin à cinéole), pré-dosées dans une capsule pour apaiser les voies respiratoires (nez), faciliter la respiration et adoucir la gorge grâce au thym

(<https://www.phytosunaroms.com/aromadose-nez-et-gorges>, 2025).



Figure 4: L'Aromadose Nez&Gorge

(<https://www.phytosunaroms.com/aromadose-nez-et-gorges>, 2025).

1.4.2.2. Parfumerie et cosmétologie :

De nombreux parfums sont toujours d'origine naturelle et certaines HE constituent des bases des parfums. Exemples : Rose, Jasmine, Vétiver, etc....

1.4.2.3. Industrie alimentaire :

Les HE (huile de citron, de menthe, de girofle) sont très utilisés dans l'aromatization des aliments (jus de fruits, pâtisserie). Quel que soit le secteur d'activité, l'analyse des HE reste une étape importante qui, malgré les progrès constants des différentes techniques de séparation et d'identification, demeure toujours une opération délicate nécessitant la mise en œuvre simultanée ou successive de diverses techniques (Laiche et Mechri, 2023).

1.5. Méthodes d'extraction :

Il existe plusieurs méthodes d'extraction, les plus utilisées sont les suivants :

1.5.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau :

Il s'agit de l'une des méthodes officielles d'extraction des huiles essentielles (Figure 5). Dans ce procédé, la matière végétale est soumise à un courant de vapeur sans macération préalable. La vapeur, enrichie en composés volatils, est ensuite condensée, puis dirigée vers un essencier où elle se sépare en deux phases distinctes : une phase aqueuse (l'hydrolat) et une phase organique (l'huile essentielle). L'absence de contact direct entre l'eau et la plante, ainsi qu'entre l'eau et les composés aromatiques, permet de réduire les risques d'hydrolyse ou de dégradation, préservant ainsi la qualité de l'huile extraite.

Cette méthode permet d'obtenir une huile essentielle au parfum plus subtil, grâce à une distillation plus rapide et régulière, favorisant une concentration plus élevée en esters dans les notes de tête. Les premières fractions recueillies, dites « de tête », sont riches en molécules très volatiles et légères, qui confèrent leur fragrance caractéristique. En général, environ 95 % des composés volatils peuvent être extraits en seulement une demi-heure, ce qui est suffisant pour répondre aux besoins de l'industrie et de la parfumerie — comme c'est le cas pour la lavande. Toutefois, dans le cadre de l'aromathérapie, l'opération doit souvent être prolongée afin de recueillir l'ensemble des constituants aromatiques volatils (**Boukhatem et al., 2019**).

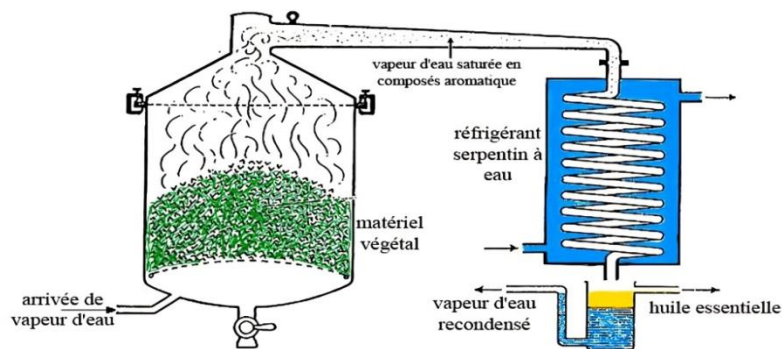


Figure 5: Principe schématisé de l'extraction par l'entraînement à la vapeur (Bali, 2015).

1.5.2. Extraction par hydrodistillation :

L'hydrodistillation est un procédé qui consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau, lequel est ensuite porté à ébullition, généralement à pression atmosphérique (Figure 6). La chaleur provoque l'éclatement des cellules végétales, libérant ainsi les composés volatils qu'elles contiennent. La vapeur d'eau, enrichie en molécules odorantes, est dirigée vers un serpentin de condensation au sein de l'alambic, où elle se liquéfie. Le

Chapitre 1 : Les huiles essentielles

condensat est ensuite recueilli dans un essencier, où l'huile essentielle, en raison de sa densité inférieure à celle de l'eau, forme une phase distincte à la surface de l'eau de distillation (Malki, 2014).

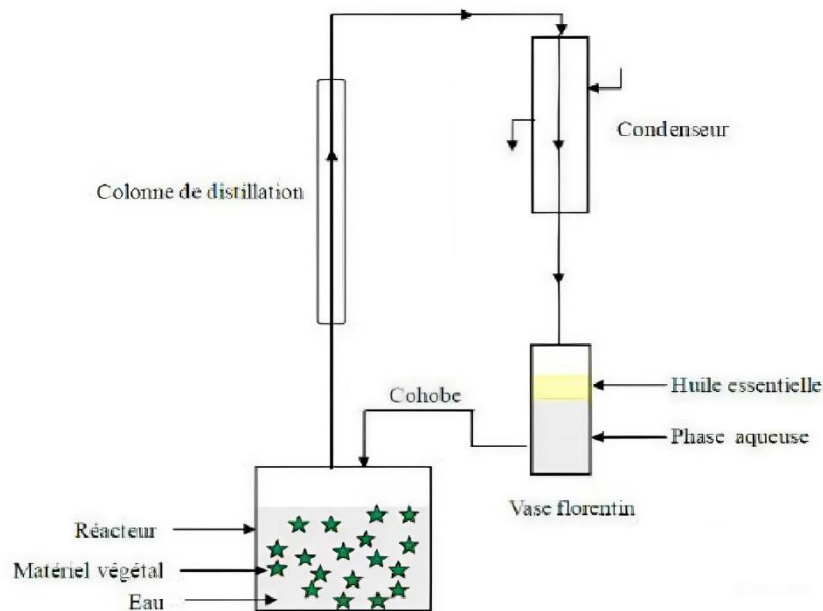


Figure 6: Principe schématisé d'Hydrodistillation
(Farhat, 2010).

1.5.3. Extraction par solvant :

Cette méthode d'extraction est réservée aux huiles essentielles peu volatiles ou difficilement entraînaibles par la vapeur d'eau. Elle repose sur l'extraction exhaustive des composés odorants présents dans la plante à l'aide d'un solvant organique sélectif. Le solvant utilisé doit être autorisé pour un usage dans ce contexte, et présenter une bonne stabilité vis-à-vis de la chaleur, de la lumière et de l'oxygène. Sa température d'ébullition doit être suffisamment basse pour permettre une élimination complète après extraction, tout en étant assez élevée pour limiter les pertes lors de l'évaporation. Les solvants les plus couramment employés aujourd'hui sont l'hexane, le cyclohexane et l'éthanol ; plus rarement, le dichlorométhane ou l'acétone peuvent être utilisés. Ces solvants possèdent un pouvoir d'extraction nettement supérieur à celui de l'eau.

La technique d'extraction classique par solvant consiste à placer la matière végétale dans un extracteur, en présence d'un solvant volatil. Grâce à une série de lavages successifs, le solvant se charge progressivement en composés aromatiques. Il est ensuite dirigé vers un concentrateur où il est distillé à pression atmosphérique. Cette méthode présente

généralement des rendements supérieurs à ceux obtenus par distillation à la vapeur, tout en évitant les effets d'hydrolyse que peut entraîner cette dernière (**Deschepper, 2017**).

1.5.4. Extraction assistée par micro-ondes :

La distillation assistée par micro-ondes fait aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches et connaît des améliorations continues en raison de ses multiples avantages. Elle est considérée comme une technologie verte, permettant une réduction significative de la consommation d'énergie et de temps, tout en nécessitant un investissement initial modéré. De plus, cette méthode limite les dégradations thermiques et hydrolytiques des composés extraits.

L'utilisation des micro-ondes constitue désormais une méthode d'extraction à part entière, en plein essor. Elle consiste à placer la matière végétale dans un réacteur inséré dans un four à micro-ondes, sans ajout de solvant. Le chauffage interne de l'eau naturellement présente dans les tissus végétaux provoque leur expansion, entraînant la rupture des glandes et des réservoirs oléifères. L'huile essentielle ainsi libérée s'évapore avec l'eau contenue dans la plante (**Deschepper, 2017**). La vapeur générée est ensuite récupérée et traitée selon les mêmes principes que ceux appliqués dans les méthodes de distillation traditionnelles (**Boukhatem et al., 2019**).

**Chapitre 2 : Etude de la plante *Rosmarinus*
*officinalis***

Chapitre 2 : Etude de la plante *Rosmarinus officinalis*

2.1. Historique :

Le romarin est utilisé depuis l'Antiquité la plus reculée, comme en témoignent des rameaux retrouvés dans les tombes des premières dynasties égyptiennes (**Bardeau, 2009**). Les Arabes furent les premiers à extraire son essence, notamment celle de l'encensier. Toutefois, c'est Arnaud de Villeneuve qui, en 1330, découvrit le moyen de la stabiliser dans une solution alcoolique. Par la suite, Raymond Lulle poursuivit ces recherches et décrivit avec précision le procédé de distillation du romarin. Cette plante acquit alors une grande renommée et entra dans la composition de nombreuses préparations pharmaceutiques entre le XVI^e et le XVIII^e siècle (**Bardeau, 2009**). On a affirmé que cette interprétation est un produit d'étymologie traditionnelle, mais probablement le nom original est dérivé du grec "rhops" arbuste et "myron" baume (**Heinrich et al., 2006**). En outre son emploi, en pharmacie comme antiseptique, antispasmodique, cholagogue, digestif, diurétique, tonique, vulnéraire la fit connaître, durant le Moyen Âge et fût un véritable « succès individuel » puisque de courts traités de pharmacologie lui furent consacrés exclusivement (**Fery-Hue, 2005**). Aujourd'hui le romarin est un aromate culinaire et fournit une huile essentielle encore recherchée par l'industrie des parfums (**Guy, 2005**).

2.2. Définition :

Le *Rosmarinus officinalis* (romarin) est un arbuste aromatique appartient à la famille des lamiacées (labiées) qui est connus depuis l'oligocène. C'est l'une des familles les plus répandues dans le bassin méditerranéen et spécialement en Algérie. Elle comprend plus de 3300 espèces et environ 200 genres (**Bruneton, 1993**). Le romarin possède de nombreuses vertus phytothérapeutiques et est aussi une herbe condimentaire, ainsi qu'un produit utilisé en parfumerie (**Akroum, 2006**). Le nom latin *Rosmarinus* est interprété, comme dérivé "ros" de la rosée et "marinus" d'appartenir à la mer, bien qu'elle se développe loin de la mer (**Heinrich et al., 2006**).

2.3. Origine :

L'espèce *Rosmarinus officinalis* appartient à la famille des Lamiacées, caractérisée par des fleurs gamopétales, à ovaire supère, et une structure tétracyclique, relevant de l'ordre des Lamiales. Le nom latin *Rosmarinus*, signifiant « rosée de mer », est composé de *Ros* (rosée), apparenté à *rhus* (buisson), en référence à son habitat fréquent sur les coteaux maritimes, et de *Marinus* (marin). C'est une plante odorante à tiges quadrangulaires, à feuilles opposées décussées, sans stipules et fleurs réunies en cymes axillaires, plus ou moins contractées sous

Chapitre 2 : Etude de la plante *Rosmarinus officinalis*

forme de verticille. Cette plante est connue par les noms : Iklil Al Jabal, Klil, Hatssalouban, Hassalban, Lazir, Azlir, Ouzbir, aklel, Touzala. Habituellement, *Rosmarinus officinalis* est considérée comme monotypique et présente sur le littoral dans tout le bassin méditerranéen, surtout en région calcaire. Elle y fleurit toute l'année, ses fleurs sont mellifères. Elle peut être sous forme d'arbuste, sous arbrisseau ou plante herbacée. Les fleurs sont des pentamères, en général hermaphrodites. Le calice est plus ou moins bilabié persistant. La corolle bilabiée, longuement tubuleuse, parfois de quatre à cinq lobes subégaux ou à une seule lèvre inférieure trilobée, la supérieure est bilobée. L'androcée est formé de quatre étamines, la cinquième étant très réduite, parfois deux étamines et deux staminodes. Le Gynécée forme deux carpelles biovulés subdivisés chacun par une fausse cloison en deux logettes uniovulées. Le style bifide gymno- basique est le fruit constitué par trois akènes plus ou moins soudées par leur face interne (Makhloufi, 2009 ; Messaili, 1995 ; Madadorim, 1982 ; Quézel et Santa, 1963).

2.4. Description botanique de romarin officinal :

Le romarin est un arbrisseau aromatique aisément reconnaissable à son odeur caractéristique. Il peut atteindre jusqu'à 2 mètres de hauteur, reste toujours vert et présente une ramification dense. Ses feuilles, persistantes et coriaces, sont sessiles, de forme linéaire, entières, avec les bords enroulés. Leur face supérieure est verte et rugueuse, tandis que la face inférieure est blanchâtre et tomenteuse, encore du latin *rhus marinus* « sumac de mer » (Rameau *et al.*, 2008). On l'appelle également « herbe aux couronnes », et en provençal, « encensier » (Max, 2008).

- Les fleurs du romarin sont d'un bleu pâle à blanchâtre, subsessiles, regroupées en petites grappes situées à l'aisselle des feuilles et à l'extrémité des rameaux. Le calice, en forme de cloche, est bilabié et couvert d'un fin duvet. La corolle est également bilabiée, avec un tube saillant ; sa lèvre supérieure forme un casque bifide. Elle porte deux étamines proéminentes, insérées à l'entrée du tube corollaire, munies à leur base d'une petite dent.
- Les anthères sont de forme linéaire.
- La tige est tortueuse, anguleuse et fragile.
- La racine est profonde et pivotante.
- Le fruit est une baie ovale, sèche et lisse (Figure 7).

Chapitre 2 : Etude de la plante *Rosmarinus officinalis*

- C'est une plante ayant des qualités et des propriétés stimulantes antiseptiques et insecticides. Il sert aussi à la fabrication des parfums (Bock, 2008).



Figure 7: Aspect morphologique du romarin

(Jardin botanique de la Citadelle, 2025).

2.5. Taxonomie :

D'après (Akshay *et al.*, 2019), la classification systématique de *Rosmarinus officinalis* est comme suit (Tableau 1) :

Tableau 1 : Systématique de *Rosmarinus officinalis*

Royaume :	Plantae
Embranchement :	Trachéophyte
Sous-embranchement :	Spremathophytina
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiacées
Genre :	Rosmarinus
Espèce :	<i>Rosmarinus officinalis</i>

2.6. Répartition géographique :

2.6.1. Dans le monde :

Le romarin (*Rosmarinus officinalis*) est une plante largement distribuée à travers le monde, particulièrement abondante dans les régions méditerranéennes. Il croît spontanément sur des sols calcaires, secs et bien exposés au soleil (Abdessultane, 2017). Cultivé depuis l'Antiquité, il est aujourd'hui présent dans de nombreux pays d'Europe et d'Asie, notamment en Espagne, Italie, Grèce, sud de la France, ainsi qu'en Inde, aux Philippines, en Australie, aux États-Unis, au Mexique et dans les Antilles (Pelikan, 1986 ; Teuscher *et al.*, 2005). Il est considéré comme endémique dans certaines régions, comme le sud de l'Espagne, et fait partie intégrante de la flore naturelle de plusieurs pays du pourtour méditerranéen : Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, France, Espagne, Portugal, Grèce, Turquie et Italie (Borges *et al.*, 2019). Grâce à sa remarquable capacité d'adaptation, cette plante est désormais répandue dans la plupart des zones à climat tempéré où les hivers demeurent cléments (Bousbia, 2011). Sa distribution est présentée dans la Figure 8.



Légende de la carte :

- Observations fréquentes
- Observations modérées
- Zones terrestres (continents)
- Zones marines (océans)

Figure 8: Carte de la répartition du romarin dans le monde

(Mnhn et Ofb, 2025).

2.6.2. En Algérie :

En Algérie, le romarin est une plante indigène qui pousse spontanément dans tout le pays (Ouibrahim, 2015). On le trouve particulièrement à l'état sauvage dans les zones littorales proches de la mer, mais aussi dans les régions sèches et arides, y compris certaines

Chapitre 2 : Etude de la plante *Rosmarinus officinalis*

zones sahariennes (Helal, 2010). Sa répartition couvre une superficie dépassant les 100 000 hectares (Bensebia *et al.*, 2009) comme indique le Tableau 2.

Tableau 2: Les principales localisations du *Rosmarinus officinalis* L. en Algérie (Bensebia *et al.*, 2009).

Wilaya	Surface estimée
Khenchela	5000 ha
M'sila	4500 ha
Souk Ahras	4410 ha
Mila	4000 ha
Sétif	3500 ha
Oran	2570 ha
Biskra	1500 ha
Mascara	1500 ha
Ain-Temouchent	800 ha
Béjaïa	500 ha
Naâma	500 ha
Sidi Bel Abbès	429,5 ha
Mostaganem	400 ha
Bouira	ND
El-Bayadh	ND
Médéa	ND

ND ; non déterminé

2.7.Composition chimique de *Rosmarinus officinalis* L :

La composition chimique du romarin varie selon l'origine géographique, les conditions de culture et le stade de récolte, la période optimale étant celle où la plante est la plus riche en essence (Staub et Bayer, 2013).

2.7.1. L'huile essentielle :

L'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* constitue environ 1 à 2 % de la masse totale de la plante. Elle est principalement extraite par hydrodistillation, selon les méthodes décrites dans la Pharmacopée Européenne (Direction Européenne de la Qualité du Médicament et Soins de Santé, 2013). Ce liquide, incolore à légèrement jaune, est riche en

Chapitre 2 : Etude de la plante *Rosmarinus officinalis*

composés volatils. Sa composition chimique varie en fonction du chimiotype : le chimiotype camphre (Provence, Espagne) est riche en camphre ; le chimiotype 1,8-cinéole (Maroc, Tunisie) est dominé par le 1,8-cinéole ; tandis que le chimiotype verbénone (Corse) contient principalement de la verbénone et de l'acétate de bornyle (**Da Silva Pinto *et al.*, 2008**). Les principaux constituants de l'huile essentielle sont (Figure 9) :

- α -pinène (3,48 % à 80 %)
- 1,8-cinéole (aussi appelé eucalyptol) : 1 % à 42,9 %
- Camphre : 1 % à 38 %
- Bornéol : 4 % à 19 %
- Acétate de bornyle : jusqu'à 10 %
- Verbénone : 1 % à 37 %
- Camphène : 3,53 % à 9,8 % (**Bellakhdar, 1997 ; Ammar et Mohsen, 2009**)

La feuille entière séchée, selon la Pharmacopée Européenne (11^e édition), doit contenir au minimum 3 % de dérivés hydroxycinnamiques totaux (exprimés en acide rosmarinique) et 12 mL/kg d'huile essentielle sur base anhydre (**Direction Européenne de la qualité du médicament et soins de santé, 2013**).

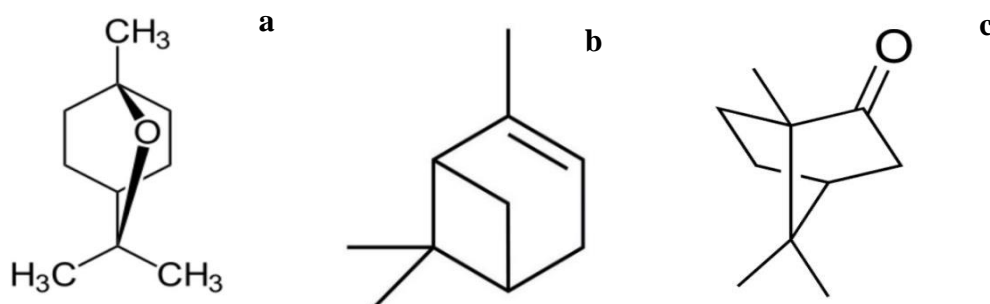


Figure 9: 1,8-cinéole (a), Camphre (b) et α -pinène (c)

(Wikimédia Commons, 2016).

2.7.2. Composés phénoliques :

Le romarin est riche en acides phénoliques, notamment : Acide rosmarinique (Figure 10): 1,7 % à 2,83 % en moyenne Acide caféique Acide vanillique Acide chlorogénique (souvent associé) (**Athamena *et al.*, 2010**).

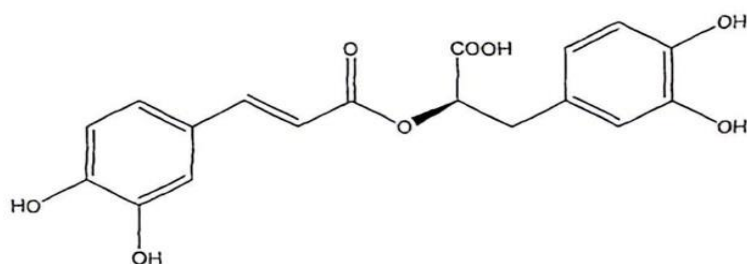


Figure 10: Acide rosmarinique

(Laurent, Paullac, Chinain *et al.*, 2016).

2.7.3. Diterpènes phénoliques :

Plus d'une douzaine de diterpènes ont été identifiés, incluant : Acide carnosique : $\approx 0,35$ % Carnosol (ou picrosalvine) (Figure 11) : jusqu'à 4,6 % Rosmanol Rosmadiol 12-acide méthoxy carnosique Épirosmanol (Athamena *et al.*, 2010). Ces composés sont réputés pour leurs propriétés antioxydantes.

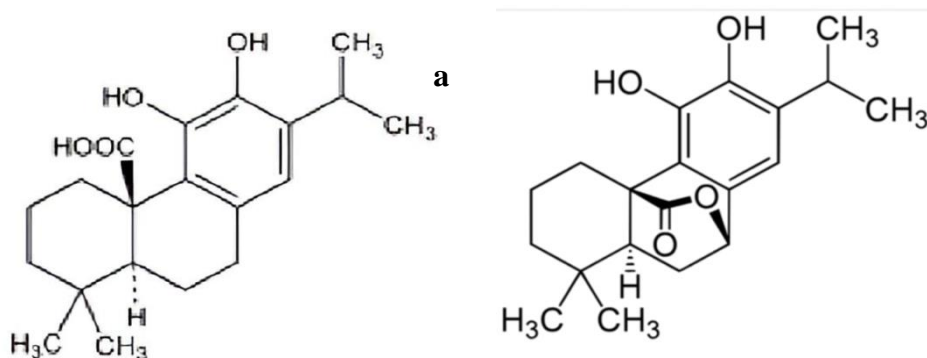


Figure 11 : Acide carnosique (a) et Carnosol (b)

(Santé Canada, 2016), (Wikimedia Commons, 2016).

2.7.4. Triterpènes :

Le romarin contient entre 2 % et 4 % de triterpènes, parmi lesquels : Acide ursolique Acide oléanolique : ≈ 10 % α - et β -amyrines Acétate de germanicol (Beloued, 1998).

2.7.5. Autres composés :

Acides gras hydroxylés (dérivés de l'acide décanoïque) Acides organiques : acide citrique, acide glycolique, acide glycérique Stérols, choline, mucilage, résine (**Beloued, 1998**).

2.7.6. Flavonoïdes et autres métabolites secondaires :

L'extrait éthanolique des parties aériennes contient des Flavonoïdes : quercétine, kaempférol, Tannins et Saponines (**Gonzalez-Trujano et al., 2007**).

2.8. Usages du *Rosmarinus officinalis* L. :

2.8.1. Usage en phytothérapie :

L'extrait de romarin est reconnu pour son efficacité dans le traitement des ulcères et des affections cutanées d'origine parasitaire. Son huile essentielle est couramment utilisée pour soulager les douleurs rhumatismales et améliorer la circulation sanguine. Elle contribue également à la cicatrisation des plaies, à l'atténuation des céphalées, à la stimulation de la mémoire, ainsi qu'à la réduction du stress et de la fatigue. En outre, elle est indiquée dans le traitement des inflammations des voies respiratoires. Le romarin exerce des actions stimulantes, antispasmodiques et cholagogues. Il est particulièrement recommandé en cas de dyspepsie atonique, de fermentations intestinales, d'asthénie, de surmenage, mais aussi lors d'états fébriles ou grippaux. Par ailleurs, cette plante possède des propriétés emménagogues, diurétiques, antivirales (notamment contre le VIH) et anticancéreuses (**Bousbia, 2011**).

2.8.2. Usage alimentaire :

Apprécié pour son arôme caractéristique, le romarin est largement utilisé en cuisine, notamment sous forme de feuilles séchées, pour parfumer les soupes, les marinades et les grillades. Il entre également dans la préparation de flans et de confitures (**Akroum, 2006**). En plus de ses qualités gustatives, ses extraits sont dotés d'un puissant pouvoir antioxydant, ce qui les rend particulièrement utiles pour la conservation des denrées alimentaires (**Zoubeidi, 2004**).

2.8.3. Usage cosmétique :

L'extrait des feuilles de romarin est largement intégré dans les produits cosmétiques. On le retrouve dans la formulation de divers articles tels que les savons, les détergents et les parfums. Le taux maximal d'utilisation rapporté est de 1 % (**Khan et Abourashed, 2010**).

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

Cette étude a été menée dans le laboratoire de département des sciences naturelles (Laboratoire de physiologie végétale) à l'École Normale Supérieure de l'Enseignement Technologique de Skikda (ENSET- Skikda).

3.1. Objectif :

La plante étudiée dans ce travail est le Romarin (*Rosmarinus officinalis*), en utilisant ses feuilles. L'objectif principal est de :

Extraire l'huile essentielle par hydrodistillation ;

- Calcul du rendement ;
- Caractériser l'huile extraite sur les plans organoleptique et physico-chimique afin d'évaluer sa qualité et sa sécurité, et ainsi confirmer son potentiel d'utilisation industrielle.

Le protocole expérimental est résumé dans la figure 12 suivante :

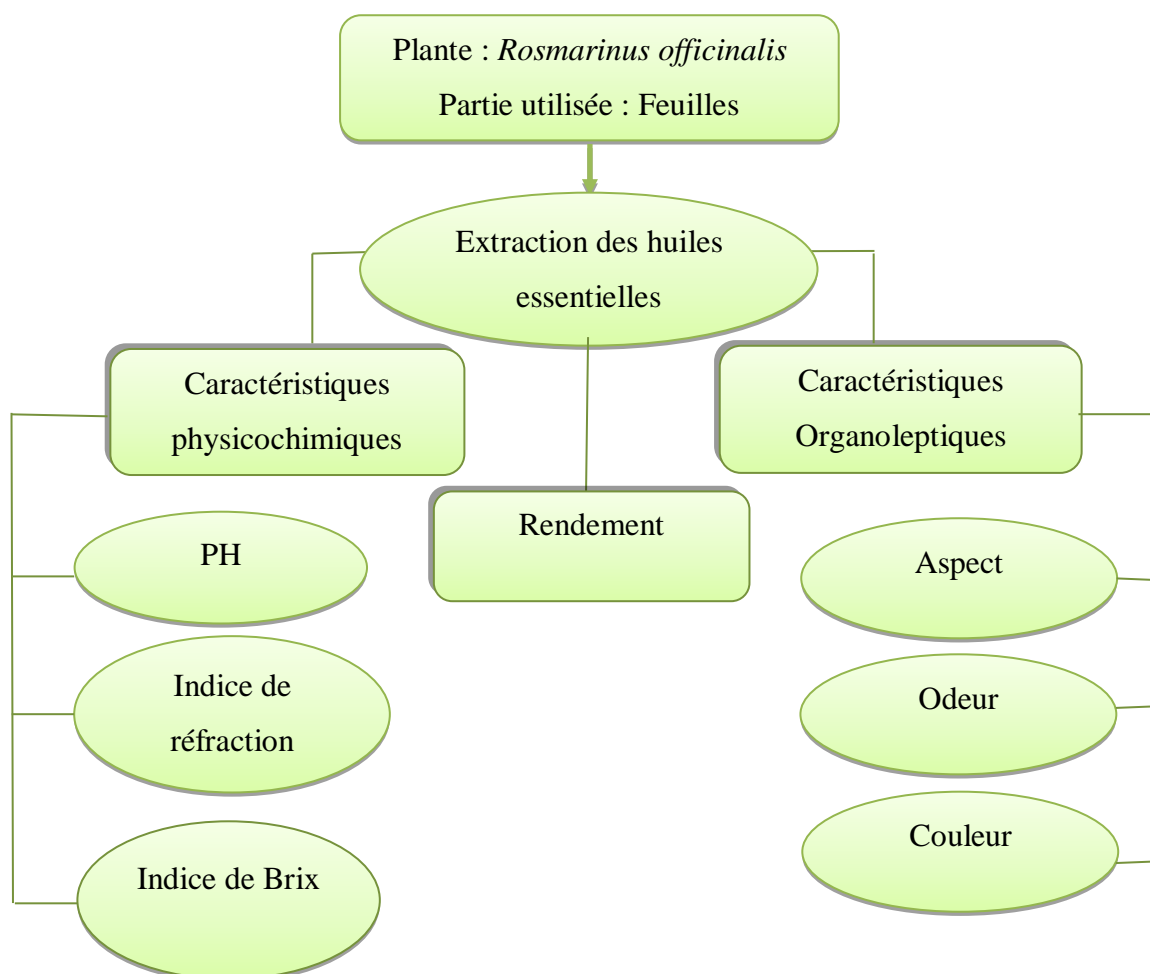


Figure 12: Les étapes expérimentales.

3.2. Matériel utilisé :

Le matériel utilisé (Appareils et outils) est présenté dans le tableau 3 comme suit :

Tableau 3 : Matériel utilisé.

Appareils	Outils	Eau distillée
Balance de précision	Bécher	Eau de robinet
Broyeur électrique	Papier aluminium	
Clevenger	Papier pH	
Réfractomètre	Pipette	
	Tubes eppendorf	
	Les capillaires	

3.3. Choix de la plante :

Nous avons choisi le romarin plutôt que d'autres plantes en raison de :

Sa grande disponibilité ;

Sa croissance spontanée, ce qui facilite sa cueillette car il est largement répandu dans la nature

- Ses nombreux bienfaits thérapeutiques, notamment son utilisation comme antidépresseur et analgésique ;
- Son importance dans le domaine cosmétique, notamment grâce à :
 - ✓ Son huile qui favorise la croissance des cheveux,
 - ✓ Son efficacité pour soulager les douleurs articulaires et autres affections ;
- La présence d'éléments actifs précieux dans ses extraits, en particulier dans son huile essentielle.

3.4. Zone d'échantillonnage :

La plante utilisée dans ce travail a été récoltée le mois de Février 2025, de deux régions: d'une maison privée à Salah Boulkeroua (Skikda) et d'un petit foret à Nouvelle Ville Draa Erriche (Annaba) (Figure 13, 14).

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

Salah Boulkeroua à Skikda : La région de Skikda, située sur la côte est de l'Algérie, bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par des hivers doux et des étés chauds et secs. Ces conditions climatiques sont favorables à la croissance du romarin, une plante qui aime la sécheresse et la chaleur. Dans les zones semi-urbaines et rurales entourant la ville de Salah Boulkeroua, notamment sur les collines et les terres arides, le romarin pousse spontanément, formant des peuplements naturels. Il préfère un sol bien drainé, souvent calcaire, et une exposition au soleil.



Figure 13: Romarin de la région de Salah Boulkeroua à Skikda (Prise personnelle : Le 23 Février 2025).

Nouvelle ville Draa Erriche à Annaba : Située à proximité du massif de l'Edough dans la wilaya d'Annaba, est entourée de paysages montagneux et forestiers. Le massif de l'Edough, avec ses altitudes variantes entre 500 et 1000 mètres, offre un habitat idéal pour le romarin. Dans cette région, le romarin pousse à l'état sauvage sur les pentes ensoleillées, les clairières et les lisières forestières, profitant de sols bien drainés et d'un climat humide en hiver et sec en été. Sa présence y est abondante, contribuant à la biodiversité locale et offrant des ressources pour les usages culinaires et médicinaux



Figure 14: Romarin de la région de Draa Erriche à Annaba (Prise personnelle : Le 22 Février 2025).

3.5. Préparation de la plante :

Après la récolte, les feuilles de *Rosmarinus officinalis* ont été nettoyées, lavées à l'eau du robinet pour éliminer toute matière étrangère telle que le sol, séchées pendant **10** jours dans un endroit sec (Figure 15), à l'abri de la lumière directe du soleil afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules, puis réduites en poudre fine à l'aide d'un moulin électrique.



Figure 16: Feuilles de Romarin séché (Prise personnelle : Le 03 Mars 2025).

3.6. Extraction et étude de l'huile essentielle :

3.6.1. Principe d'extraction :

L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger (**Clevenger, 1928**) (Figure 16). Cette technique consiste à immerger directement la matière végétale (intacte ou légèrement broyée) dans de l'eau portée à ébullition. Les vapeurs produites, composées d'eau et d'huile essentielle, sont ensuite condensées sur une surface froide. La séparation de l'huile essentielle s'effectue naturellement par différence de densité entre les deux phases (**Bruneton, 1995**).



Figure 17 : Appareil de distillation Clevenger (Prise personnelle : Le 03 Mars 2025).

3.6.2. Étapes d'extraction :

Le protocole suivi est le suivant :

- Préparer 140 g de matière végétale (feuilles sèches découpées en petits morceaux) et les introduire dans un ballon contenant 2000 mL d'eau distillée. Le volume total ne doit pas dépasser deux tiers du ballon pour éviter tout débordement durant l'ébullition.
- Porter le mélange à ébullition. Sous l'effet de la chaleur, les cellules végétales éclatent et libèrent leurs composés volatils qui sont entraînés par la vapeur d'eau vers le réfrigérant.
- Les vapeurs enrichies en huile essentielle traversent le réfrigérant, se condensent, puis tombent dans une ampoule à décanter.
- La séparation de l'huile essentielle de l'eau s'effectue naturellement grâce à leur différence de densité.
- L'huile essentielle est ensuite récupérée avec précaution.

3.6.3. Rendement d'extraction :

Conformément à la norme **AFNOR (1986)**, le rendement en huile essentielle (RHE) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{RHE (\%)} = (\text{Mhe}/\text{Mvg}) \times 100$$

Où :

- **RHE** : Rendement en huile essentielle (%),

- **Mhe** : Masse de l'huile essentielle obtenue (g),
- **Mvg** : Masse de la matière végétale sèche utilisée (g).

Le rendement a été calculé toutes les demi-heures tout au long de la durée d'extraction afin de déterminer la période donnant la plus grande quantité.

3.6.4. Conservation de l'huile :

Étant donné que la majorité des molécules présentes dans les huiles essentielles sont insaturées, elles sont particulièrement sensibles à l'oxydation et à la dégradation. Pour préserver sa qualité, l'huile essentielle extraite a été stockée dans un tube hermétiquement fermé, enveloppé de papier aluminium, et conservé à une température comprise entre **4°C et 6°C**, à l'abri de l'air et de la lumière (Figure 17).



Figure 18: Stockage de l'huile extraite (Prise personnelle : Le 04 Mars 2025).

3.6.5. Caractéristiques organoleptiques :

L'analyse organoleptique de l'huile essentielle de lavande papillon a permis d'évaluer :

3.6.5.1. Aspect :

Peut varier selon la composition chimique de l'extrait, se présentant sous forme liquide ou solide.

3.6.5.2. Odeur :

L'odorat humain, extrêmement sensible, permet de détecter et caractériser des substances chimiques à de très faibles concentrations, jusqu'à dix millièmes de grammes par litre d'air.

3.6.5.3. Couleur :

Dépend des pigments extraits avec les constituants volatils ; certains solvants peuvent extraire davantage de pigments, modifiant ainsi l'intensité colorée de l'huile.

3.6.6. Évaluation de quelques indices physico-chimiques de l'huile essentielle :

3.6.6.1. PH (potentiel hydrogène) :

Le pH mesure l'activité chimique des ions hydrogène (H^+) en solution, permettant de déterminer si celle-ci est acide, neutre ou basique. Selon une échelle de détermination, une solution est acide si, son pH est inférieur à 7, ou basique si son pH est supérieur à 7, ou bien neutre s'il est égal à 7. La méthode employée repose sur l'utilisation d'un papier indicateur de pH (Figure 18) :

- Déposer quelques gouttes d'huile essentielle à tester sur le papier pH ;
- Comparer la couleur obtenue avec l'échelle de référence fournie.



Figure 19: Papier pH (Prise personnelle : Le 03 Mars 2025).

3.6.6.2. Indice de réfraction :

L'indice de réfraction d'une huile essentielle est défini comme le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et celui de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde précise, passant de l'air dans l'huile à 20°C (AFNOR, 2000). Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un réfractomètre d'Abbé Prisma-CETI convexe (Figure 19).



Figure 20: Réfractomètre numérique pour la mesure de l'indice de réfraction (Prise personnelle : Le 03 Mars 2025).

3.6.6.3. Echelle de Brix :

L'indice de Brix ($^{\circ}$ Brix) permet d'estimer la teneur en matière sèche soluble (principalement le saccharose) d'un liquide. Plus la valeur de Brix est élevée, plus l'échantillon est riche en solutés. La mesure a été réalisée à l'aide du même réfractomètre utilisé pour l'indice de réfraction.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Ce travail a été consacré à l'extraction des huiles essentielles de la plante *Rosmarinus officinalis*, le calcul du rendement et l'étude de ses caractéristiques organoleptiques et physicochimiques.

4.1. Cinétique et rendement d'extraction :

Lors de cette étude, nous avons suivi la cinétique d'extraction des huiles essentielles de la plante *Rosmarinus officinalis*, la Figure 20 représente l'évolution du rendement le long du temps d'extraction qui a duré une heure et demi.

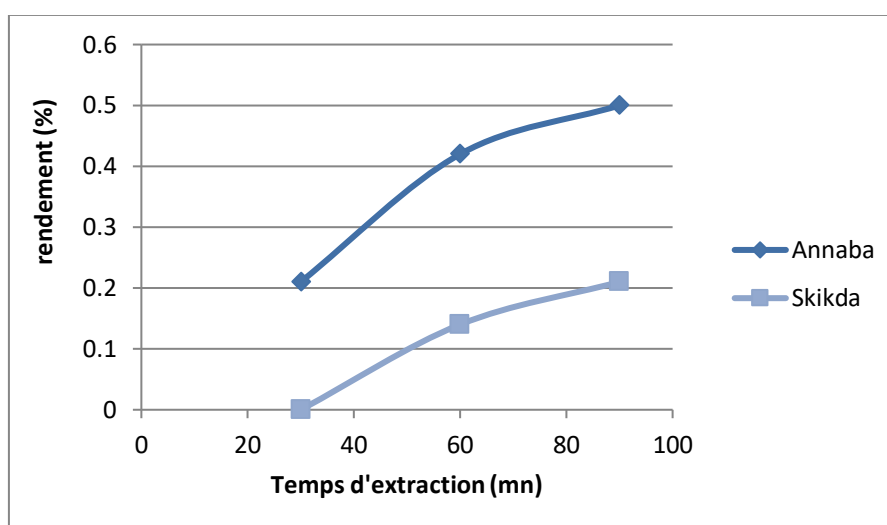


Figure 21 : Rendement en huile au fil du temps pour les deux échantillons.

La première demi-heure : Aucune extraction de l'huile ne se produit pour la plante récoltée de la région de Salah Boulkeroua à Skikda, cependant un rendement de 0,21% a été enregistré pour la plante récoltée de Draa Erriche à Annaba.

La deuxième demi-heure : Extraction plus ou moins rapide de l'huile des deux régions avec un rendement de 0,14 et 0,21% pour les deux régions respectivement.

La troisième demi-heure : C'est la dernière étape d'extraction où le rendement a été estimé à 0,07 et 0,08% pour les deux régions respectivement (Figure 21).

Chapitre 4 : Résultats et discussion

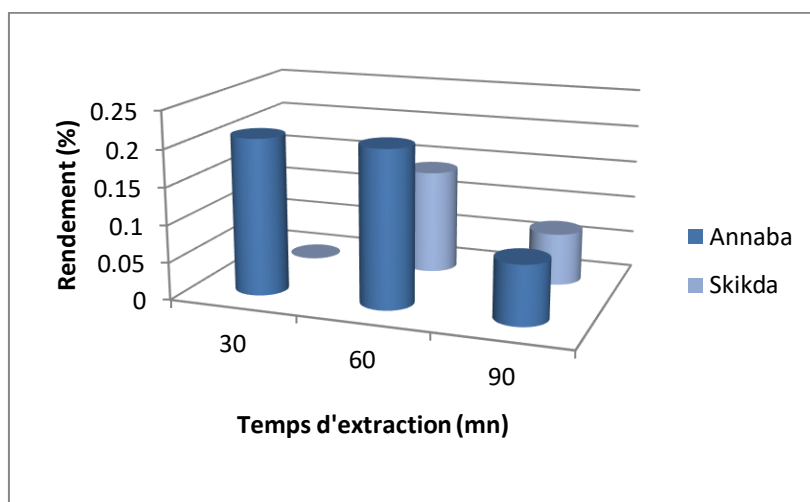


Figure 22: La production d'huile des deux échantillons sur les trois périodes.

A la fin d'extraction la plante *Rosmarinus officinalis* récoltée du petit forêt de Draa Erriche à Annaba a donné le plus grand rendement de 0,5% par rapport à celle récoltée de la maison privée de Salah Boulkeroua à Skikda de 0,21% (Tableau 04).

Tableau 4: Rendement final d'extraction (%) des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*

Région	Annaba	Skikda
Poids de MV (g)	140	140
Poids de l'huile (g)	0,7	0,3
Rendement final (%)	0,5	0,21

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par **El-Azrak (2017)** et **Taleb-Toudert (2015)** qui ont utilisé la même plante par hydrodistillation avec des rendements respectifs de 0,5 % et 0,35 %. Contrairement à nos résultats, le rendement d'extraction de la même plante rapporté dans les travaux de **Haddou et Hammouche, (2012)**, est de 1 ; 1,40 et 1,49% en période de floraison, post floraison et période de croissance respectivement par hydrodistillation et de 2,16 par entraînement à la vapeur et de **Rached et Ramdani (2022)** qui est de 0,83%. Par contre, en utilisant l'extrait méthanoïque il est de 4,124%. On peut conclure que la méthode d'extraction influence le rendement en fonction de la technique utilisée. Par exemple, l'hydrodistillation peut produire un rendement plus faible mais préserve mieux les composés volatils, tandis que l'entraînement à la vapeur peut augmenter le rendement, mais risquer de dégrader certains composés. De plus, la période de récolte de la plante a aussi un

Chapitre 4 : Résultats et discussion

impact sur le rendement, ce qui peut être attribué à l'influence des conditions climatiques (ensoleillement ou photopériodisme, température et humidité) sur la matière végétale. Selon **Jouault (2012)**, toutes les plantes ne se valent pas en quantité d'huile qu'elles contiennent.

4.2. Propriétés organoleptiques :

Les résultats des propriétés organoleptiques de nos huiles essentielles (couleur, odeur, saveur et aspect) sont résumés dans le Tableau 05, Ces résultats sont conformes à ceux rapportés dans plusieurs autres études (**Belkhodja, 2016 ; Djousse et al., 2022 ; Djouma et al., 2024**).

Tableau 5: Propriétés organoleptiques des huiles essentielles du *Rosmarinus officinalis* des deux régions étudiées

Région	Aspect	Odeur	Couleur
Annaba	Liquide	Forte Aromatique	Jaune claire
	Limpide		
Skikda	Liquide	Forte	Jaune claire
	Limpide	Aromatique	

4.3. Caractéristiques physicochimiques :

Les résultats du pH, indice de réfraction et indice de Brix évalués dans cette étude sont présentés dans le Tableau 06.

Tableau 6: Caractéristiques physicochimiques des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* des deux régions étudiées

Région	PH	Indice de réfraction	Indice de Brix (%)
Annaba	6	1,3841	31,6
Skikda	6	1,4073	43,8

L'analyse du pH des huiles essentielles du Romarin récolté des deux régions d'étude ne révèle pas des variations. À Draa Erriche- Annaba et Salah Boulkeroua- Skikda, le pH mesuré avec le papier pH est de 6, indiquant une légère acidité (Figure 22). Nos résultats sont similaires aux résultats de **Rached et Ramdani, (2022)** et **Djousse et al., (2022)** qui est de 5,35 et 6,53 respectivement.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Les huiles essentielles présentent généralement un pH légèrement acide. Cette acidité est principalement due à la présence de composés oxygénés tels que les phénols. Ces composés peuvent libérer des protons (H^+) dans l'eau, abaissant ainsi le pH de la solution. Par conséquent, les préparations contenant des huiles essentielles présentent souvent un pH situé entre 4 et 6, ce qui reflète leur nature légèrement acide. Selon **Naouel (2015)**, les HE avec un pH inférieur à 7 permettent de conserver les produits alimentaires.



Figure 23: Résultats des mesures de pH de l'huile de romarin des deux échantillons (Prise personnelle : Le 04 Mars 2025).

L'étude de l'indice de réfraction des huiles essentielles du Romarin provenant de deux régions différentes met en évidence des variations significatives. À Draa Erriche- Annaba, l'indice de réfraction est de 1,3841, tandis qu'à Salah Boulkeroua- Skikda, il est de 1,4073 (Figure 23). Dans d'autres études (**Belkhodja, 2016 ; Rached et Ramdani, 2022 ; Slimani et Maghnini, 2023**), l'indice de réfraction était supérieur à nos résultats, estimé à 1,469 ; 1,464 ; 1,468 (le dernier pour une huile commercialisée) respectivement.

L'indice de réfraction est un paramètre physico-chimique important pour l'analyse des huiles essentielles. Il permet de mesurer la manière dont la lumière se propage à travers l'huile, ce qui reflète sa composition et sa pureté. Les variations de l'indice de réfraction peuvent indiquer des différences dans la concentration des constituants volatils ou la présence d'impuretés. Ainsi, cet indice est couramment utilisé pour le contrôle de qualité, l'identification et la standardisation des huiles essentielles.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

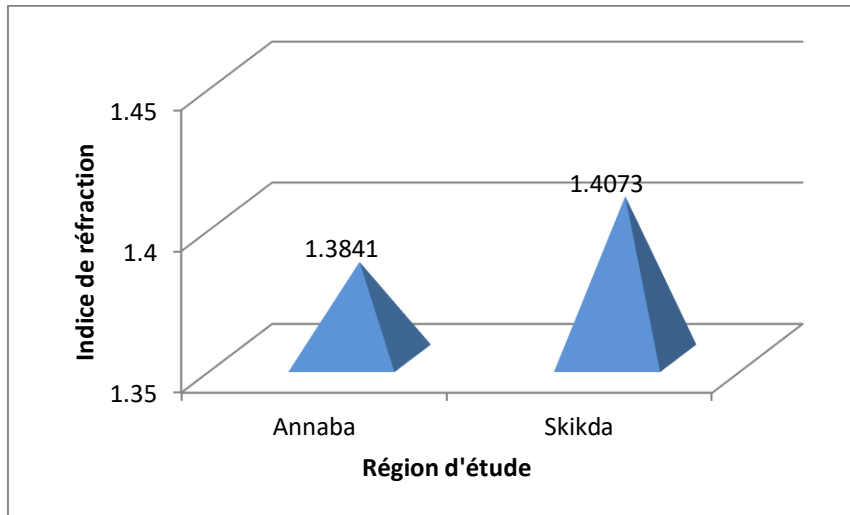


Figure 24: Variation de l'indice de réfraction de l'huile de romarin entre les deux régions.

Pour l'indice de Brix des huiles essentielles du Romarin, les valeurs enregistrées sont de l'ordre de 31,6 et 43,8 pour Draa Erriche- Annaba et Salah Boulkeroua- Skikda respectivement (Figure 24). L'indice de Brix, lorsqu'il est appliqué aux huiles essentielles, permet d'estimer la concentration en solides solubles, pouvant inclure des sucres, des composés phénoliques et d'autres constituants dissous. La valeur de Brix peut fournir des indications sur la pureté, la densité et la composition globale de l'huile, contribuant ainsi au contrôle de la qualité et à la standardisation des produits à base d'huiles essentielles.

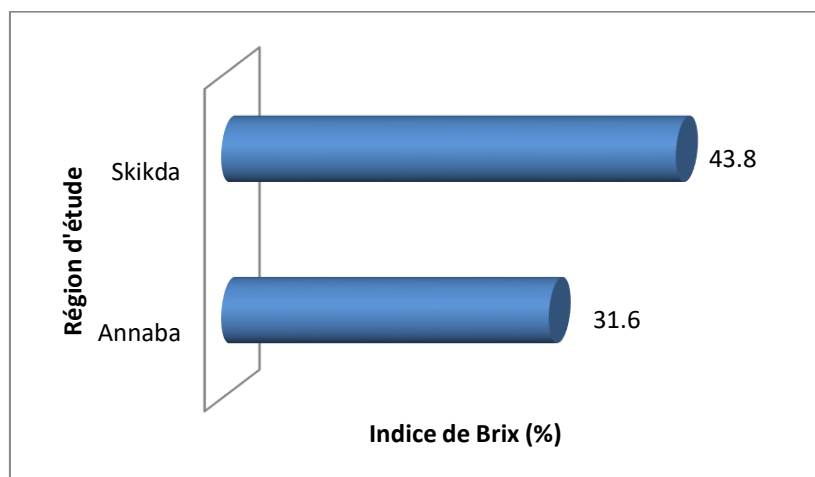


Figure 25 : Variation de l'indice de Brix (%) des échantillons selon la région d'étude (Skikda et Annaba).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Diverses plantes médicinales sont considérées comme des ressources naturelles car elles contiennent des éléments importants, notamment des huiles utilisées depuis l'Antiquité dans de nombreux domaines, notamment l'alimentation, les cosmétiques et la médecine, car elles contiennent des composés chimiques uniques et bénéfiques, ce qui les rend d'une grande valeur dans le monde entier.

Cette étude porte sur l'extraction et la caractérisation de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (romarin), une plante médicinale et aromatique largement répandue en Algérie. L'huile a été extraite des feuilles sèches par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger. Le rendement d'extraction a été évalué pour deux échantillons issus des régions de Skikda et d'Annaba, cette dernière ayant présenté le rendement le plus élevé (0,5 %). Les propriétés organoleptiques, l'aspect, la couleur et l'arôme, ainsi que les propriétés physico-chimiques, notamment le pH, l'indice de réfraction et le degré Brix, ont été analysées pour évaluer la qualité de l'huile. Les résultats montrent que les conditions géographiques et climatiques, influencent le rendement et la composition. L'huile obtenue présente des caractéristiques conformes aux données de la littérature, confirmant son potentiel d'utilisation dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et alimentaire.

Il sera très intéressant de compléter ce travail par :

- ✓ **Étude plus approfondie des propriétés physicochimiques** : Ajouter d'autres paramètres : densité, solubilité, pouvoir rotatoire, indice d'acide, indice de peroxyde.
- ✓ **Stabilité de l'huile essentielle** : Étudier la conservation de l'huile dans le temps (sous différentes conditions : lumière, température par exemple) et son impact sur les caractéristiques mesurées.
- ✓ **Évaluation de ses activités biologiques** : Activité antioxydante, antibactérienne, antifongique, ... pour valoriser l'huile extraite.
- ✓ **Formulation de produits cosmétiques ou pharmaceutiques** : Incorporer l'huile dans des crèmes, savons, sérums ou sprays et tester leur stabilité et efficacité.
- ✓ **Application agroalimentaire** : Utiliser l'huile comme conservateur naturel ou arôme dans des aliments (huiles aromatisées, ... etc.).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

A :

- Abdessultane, M. (2017). Effet du romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur la conservation traditionnelle des dattes dans la région d'Adrar. Mémoire de Master. Université Ahmed Draia Adrar.
- Abdou, A., Elmakssoudi, A., El Amrani, A., Jamal Eddine, J., Dakir, M. (2021). Recent advances in chemical reactivity and biological activities of eugenol derivatives. *Medicinal Chemistry Research*, 30(5), 123-145 p.
- AFNOR : Association Française de NORmalisation. (1986). Recueil des normes françaises sur les huiles essentielles, Association Française de Normalisation, Paris.
- AFNOR : Association Française de NORmalisation. (2000). Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 1. Echantillonnage et méthodes d'analyse ». AFNOR, Paris, 440 p.
- Ahmed Chaouch, Ch., Benzoukh, A., (2020). Étude rétrospective sur l'activité hémolytique et anti-hémolytique des huiles essentielles de quelques plantes médicinales. Mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Akroum, S. (2006). Etude des propriétés biochimiques des *polyphénols* et tannins issus de *Rosmarinus officinalis* et *Vicia faba L.* Thèse de Magister, Université Mentouri de Constantine, 91 p.
- Akshay, K., Swathi, K., Bakshi, V., Boggula, N. (2019). *Rosmarinus officinalis L.*: an update review of its phytochemistry and biological activity. *J. Drug. Deli. Thera.* 9 : 323-330 p.
- Aliouane, F. (2015). Étude de l'extraction du *limonène*. Master faculté des sciences. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- Amirouche H, Benlamari S, Boulebghal M. 2023. Effet antibactérien d'une plante médicinale *Rosmarinus officinalis*. Mémoire de Master en Sciences biologiques, Spécialité : Microbiologie appliquée. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- Ammar, A.S.M., Mohsen, S.M. (2009). Total phenolic contents and antioxidant activity of corntassel extracts. *Food Chem*, 112: 595–598 p.
- Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., Khebri, S. (2010). Activité anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum L.* *Lebanese Science Journal*, 11 : 1–13 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

B :

- Bardeau, F. (1978). La médecine par les fleurs. Ed. Robert Laffont. Paris, 440 p.
- Bali, N. (2015). Modalisation du transfert de matière dans les procédés d'extraction traditionnels. Mémoire de master. Ecole nationale polytechnique.
- Belkhodja H, Meddah B, Tir Touil A, Şekeroğlu N, Sonnet P. 2016. Chemical composition and properties of essential oil of *Rosmarinus officinalis* and *Populus alba*. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. Volume 5, Issue 9, 108-119 p.
- Bellakhdar, J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris, 764 p.
- Beloued, A. (1998). Plantes médicinales d'Algérie, 2e éd. Office des publications universitaires. Alger, 274 p.
- Benchiekh, S. (2017). Etude de l'activité des huiles essentielles de la plante *Teucrium polium ssp* et *Aurasianum labiatae*. Thèse de doctorat (LMD). Génie des procédés et environnement. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Bensebia, O., Barth, D., Bensebia, B., Dahmani, A. (2009). Supercritical CO₂ extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling. J. Supercrit. Fluids, 49: 161–166 p.
- Bock, B. (2008). Tela botanica Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France, 1 p.
- Boukhatem, M. N., Ferhat, A., Kameli, A. (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : revue de littérature. Revue Agrobiologia, 9(2), 1653-1659 p.
- Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Lavoisier TEC et DOC 1^{ème} édition, Paris.
- Bruneton, J. (1995) Pharmacognosy, Phytochemistry and Medicinal Plants, English Translation by Hatton, C. K., Lavoisier Publishing, Paris, 265 p.
- Borges, R.S., Sánchez Ortiz, B.L., Matias Pereira, A.C., Keita, H., Tavares Carvalho, J.C. (2019). Huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*: revue de sa phytochimie, de son activité anti-inflammatoire et des mécanismes d'action impliqués. J. Ethnopharmacol. 229 : 29–45 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bousbia, N. (2011). Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. Thèse de doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse et ENSA, 127–128 p.

C:

- Clevenger JF. (1928). Apparatus for the determination of volatile oil. Journal of the American Pharmaceutical Association, 17(4), 345-349 p.

D:

- Da Silva Pinto, M., Maria Lajolo, F., Innés Genovese, M. (2008). Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch). Food Chemistry, 107 : 1629–1635 p.
- Deschepper, R. (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université de Marseille.
- Direction Européenne de la qualité du médicament et soins de santé (DEQM). (2013). Pharmacopée Européenne 8.0. Tome I. Strasbourg : Conseil de l'Europe, 1568 p.
- Djerbal, M. (2023). Revue bibliographique sur les huiles essentielles. Mémoire de master. Sciences alimentaires. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- Djouama A, Larab R, Necib Djihane, Sedour Khansa. 2024. Activité antibactérienne de quelques huiles essentielles (*Rosmarinus officinalis*, *Mentha longifolia*, *Mentha pulegium*). Mémoire de Master en Sciences biologiques, Spécialité : Microbiologie appliquée. Université 20 Aout 1955, Skikda.
- Djousse B.M.K., Ngoune F.N., Grisseur D.H., Brice Léonel N.W., Harry S. & Tangka J.K. (2022). Extraction et Caractérisation des huiles essentielles de Trois Plantes Aromatiques Cultivées à l'Ouest-Cameroun : *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* et *Cymbopogon citratus*. Cameroon journal of biological and biochemical sciences. 30 :121-133.

E :

- El-Azrak H, (2017). Extraction et distillation d'une plante aromatique et médicinale : *Rosmarinus officinalis*. Rapport de fin d'études. Fez, Morocco : Université Sidi Mohammed Ben Abdellah.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

F :

- Farhat, A. (2010). Vapo-diffusion assistée par micro-ondes : conception, optimisation et application. Thèse de doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & École Nationale d'Ingénieurs de Gabès. Archives ouvertes HAL.
- Fery-Hue, F. (2005). Le romarin, un traité manuscrit anonyme à travers l'Europe médiévale. Colloque, Besançon.
- Fourmentin, S., et Kfoury, M., (2024). Les essentielles : renaissance d'ingrédients naturels et durables. Technologie et innovation, 24(9), 1-21 p.

G :

- Gonzalez-Trujano, M.E., Peña, E.I., Martinez, A.L., Moreno, J., Guevara-Fefer, P., Deciga-Campos, M., Lopez-Munoz, F.J. (2007). Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. J. Ethnopharmacol. 111 : 476–482 p.
- Guy, G. (2005). Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse. S.I. : Harmattan, 85–93 p.

H :

- Haddou F, Hammouche I. 2012. Extraction de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. et valorisation des eaux de distillation. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Génie Chimique. Ecole Nationale Polytechnique. Alger.
- Heinrich, M., Kufer, J., Leonti, M., Pardo-de-Santayana, M. (2006). Ethnobotany and ethnopharmacology - Interdisciplinary links with the historical sciences. J. Ethnopharmacol. 107 : 157–160 p.
- Helal, Y. (2010). Etude de biomasse du romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) dans le massif des Beniimloul, Algérie. Forest Sci. 3 : 18–22 p.

J :

- Jean-Claude Rameau et al. (2008). Flore forestière française : Région méditerranéenne.
- Jouault S. 2012. La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité. Thèse de Doctorat en Sciences pharmaceutiques. Université de Lorraine. Ffhal-01732038f.

k:

- Khan, I.A., Abourashed, E.A. (2010). Leung's encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics. John Wiley & Sons, Inc, 536–537 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

L :

- Laiche, C., Mecheri, M. (2023). Traction des huiles essentielles et hydrolat. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master. Biodiversité et Physiologie végétale. Université des Frères Mentouri Constantine.

M :

- Madadori, M.K. (1982). Les plantes médicinales. Guides verts. Salar, 624 p.
- Makhloufi, A. (2009). Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales. Mémoire de doctorat, Université Aboubaker Belkaid, Bechar.
- Malki, I. (2014). Étude de transfert de matière lors de l'extraction des essences végétales. Mémoire de Master. Ecole Nationale Polytechnique – Alger.

N :

- Naouel O. 2015. Étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse doctorat en Chimie. Université d'Oran 1.
- Messaili, B. (1995). Systématique spermaphytes. Botanique. OPU. Alger. 63 p.
- MNHN & OFB. (2003-2025). Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/1027822
- Nebie, B. (2023). Composition chimique et activités biologiques d'huiles essentielles obtenues par co-distillation de quelques plantes aromatiques du Burkina Faso. Thèse Unique de Doctorat. Université nazi boni.

O :

- Ouibrahim, A. (2015). Évaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar - Annaba.

P :

- Pelikan, J. (1986). Matière première du règne végétal. Paris : Masson Et Cie, Tome 2, 2343 p.

Q :

- Quezel, P., Santa, S. (1963). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. CNRS. Paris.

R :

- Rached R, Ramdani H. 2022. Extraction et étude des activités biologiques de l'huile essentielle des plantes aromatiques médicinales. Mémoire de Master en Sciences et Technologie, Spécialité : Génie chimique. Université de Ghardaïa.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Remy, L., (1991). Les huiles essentielles et la peau, le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université Joseph fourier – grenoble i.

S :

- Salakhutdinov, N. F., Volcho, K. P., et Yarovaya, O. I. (2017). Monoterpènes as à renewable source of biologically active compounds. *Pure and Applied Chemistry*, 89(8), 1-12 p.
- Staub, H., Bayer, L. (2013). *Traité approfondi de phyto-aromathérapie : avec présentation de 750 huiles essentielles connues*. Paris : Grancher, 685 p.
- Slimani A, Maghnini M. 2023. Contribution aux contrôles physico-chimiques de quelques échantillons d'huiles essentielles commercialisées dans la wilaya de Tizi Ouzou. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou.

T :

- Taleb-Toudert K. 2015. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Évaluation de leurs effets sur le bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- Teuscher, A.R., Lobstein, A. (2005). *Plantes aromatiques : épices, aromates*. Paris : Lavoisier. 522 p.
- 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 en sciences. Université Badji Mokhtar Annaba.

Z :

- Zoubeidi, C. (2004). Etude des antioxydants dans le *Rosmarinus officinalis* (Labiatae). Thèse de Magister, Université d'Ouargla, 45 p.

Site web :

- Jardin botanique de la Citadelle. *Le Romarin*. <https://jardindelacitadelle.com/le-romarin/> (Consulté : Avril 2025).
- Laurent, D., Pauillac, S., Chinain, M. et al. Utilisation de l'acide rosmarinique et de ses dérivés pour traiter le ciguatéra [en ligne]. Disponible sur : <http://www.google.com/patents/EP2459188A1?cl=fr> (Consulté : Avril, 2025).
- Phytosun Arômes. Aromadose Nez et Gorge. <https://www.phytosunaroms.com/aromadose-nez-et-gorges> (Consulté : Avril, 2025).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Santé Canada [en ligne]. Disponible sur :
<<http://webprod.hc-sc.gc.ca/nhpiddipsn/ingredReq.do?id=1710&lang=fra>>
(Consulté : Avril, 2025).
- Wikimedia Commons. Images moléculaires de composés du romarin [en ligne].
(Consulté : Avril, 2025) de :
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1,8-Cineol_b.svg.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camphor_structure.png.
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alpha-pinen.png>.
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carnosol.svg>.