



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abbes Laghrou –Khenchela-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de l'Ecologie et environnement

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

FILIERE : Ecologie et environnement
OPTION : Protection des écosystèmes

Thème

*Valorisation et identification des substances
bioactives du romarin (*Rosmarinus officinalis* L.)*

Présenté par :

BENNADJI Yasmine

NASRI Mabrouk

Sous la direction de :

BENSIZERARA Djamel

Membres de jury:

Président : BOUZOU Lazhar mourad

Encadrant : BENSIZERARA Djamel

Examinatrice : LAKHDARI Soumia

UNIV KHENCHELA

UNIV KHENCHELA

UNIV KHENCHELA

Année Universitaire : 2020 / 2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sommaire

Remerciements.....	i
Dédicaces.....	2
Résumé.....	iv
Abstract.....	v
ملخص.....	vi
Liste des figures	vii
Liste des tableaux	vii
Liste des abréviations	ix
Introduction générale	1

premier partie:synthese bibliographique.

Chapitre 01 : Généralités sur *Rosmarinus officinalis L.*

1. Présentation de la plante.....	3
1.1. Généralités sur les lamiacées.....	3
2. Systématique de l'espèce.....	4
3. Distribution géographique.....	5
3.1. En Algérie.....	5
3.2.A la wilaya de Khenchela (la zone d'étude).....	5
4. Aspect botanique de l'espèce <i>Rosmarinus officinalis L.</i>.....	5
4.1 Appareil végétatif	5
4.2 Appareil reproducteur	6
5. Intéret du Romarin.....	6
5.1 Ecologique.....	6
5.2 Médicinale.....	7
6. Utilisation du Romarin	7

Chapitre 02 : huiles essentielles.

1. Définition des huiles essentielles	8
--	----------

2. Caractérisations physiques des huiles essentielles.....	8
3. Caractérisations chimiques des huiles essentielles.....	8
4. Classification	10
5. Huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	11
6. Utilisation de l'huile essentielle du <i>Rosmarinus officinalis</i> L	12
7. Rôle des huiles essentielles dans la plante.....	12
8. L'extraction des huiles essentielles.....	12
8.1. Distillation	13
8.2. Expression à froid	15
8.3. Procédés utilisant les huiles et les graisses.....	15
8.4. Extraction supercritique par le CO₂.....	15
8.5. Extraction par solvants volatils.....	16

Seconde partie : Partie expérimentale

Chapitre 01: Matériels et Méthodes

1. Présentation et situation de la zone d'étude	18
2. Matériel.....	19
2.1. Matériel végétal.....	19
2.2. Matériel du laboratoire.....	20
3. Méthodes.....	20
3.1. Récolte.....	20
3.2. Séchage.....	21
3.3. Réalisation des coupes histologiques.....	21
3.3.1. Description de la technique de la double coloration.....	21
3.4. Extraction des huiles essentielles.....	22
3.4.1. Le principe de la technique.....	23
3.4.2. Protocole de l'extraction	23

Chapitre 02 : Résultats et Discussions

1. Localisation des sites producteurs des huiles essentielles.....	26
2. Rendements des extractions.....	27

3. Propriétés organoleptiques des huiles essentielles.....	29
4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	29
5. Caractérisation et identification des huiles essentielles de L'espèce....	30
5.1. Composition chimique de l'essence du romarin	30
6. L'influence des facteurs écologiques sur la composition qualitative et quantitative de <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	36
Conclusion générale	39
Références bibliographiques	41

Remerciements

Aucune oeuvre humaine ne peut se réaliser sans la contribution d'autrui. Ce mémoire est le résultat d'un effort constant, cet effort n'aurait pu aboutir sans la contribution d'un nombre de personnes. Ainsi se présente l'occasion de les remercier:

Nous tenons à remercier...

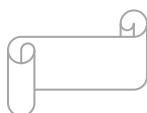
Mns Bensizara Djamel , Docteur à l'université Abbes Laghrour, KHENCHELA

En tant que Directeurs de mémoire, pour m'avoir proposé ce sujet, pour la marque de confiance ainsi que la qualité d'encadrement qu'elles m'ont manifestées en conjuguant, disponibilité, conseils et critiques constructives tout en laissant libre cours à ma créativité. Je sais avoir beaucoup appris grâce à eux.

MERCI !

Nous adressons nos sincères remerciements à l'Université Abbès Laghrour- Khenchela-,
Département de l'écologie et environnement d'avoir accepté de présider le jury.

Nous témoignons notre profonde gratitude à tous ceux qui ont participé de quelques manières soit elle à cet humble mémoire.



Dédicaces

A Dieu (ALLAH)

*L'Unique, le Tout-Puissant, le Clément et le Miséricordieux,
« Qu'il nous couvre de sa bénédiction ».
AMEN!*

Au Prophète Mouhamed (P.S.L.)

*Notre guide et notre exemple bien-aimé.
Qu'il nous oriente dans le droit chemin.*

A mes très chers parents Naser eddine et Souad

*Merci pour vos instructions, votre soutien, papa, maman.
Vos prières et vos conseils m'ont toujours accompagné et ont éclairé mon chemin.
Puisse le tout puissant vous accorder meilleure santé et longue vie.*

A mes très chères sœurs : Nawel ET Leila ET Houda

A mes très chères frères : Omar et Hayder

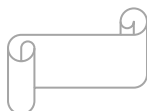
*J'espère que vous trouverez dans ce mémoire l'expression de mon amour et ma
grande gratitude.*

Que Dieu puisse vous garder et vous procurera santé et bonheur.

A mes très chers neveux : Ouais et Assil.

A mes très chères amis sans oublier ma binôme Yasmine

NASRI MABROUK



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail:

*A mon très cher père **Djebbar***

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

*A ma très chère mère **Rahima Laâtar***

Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. j'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes sacrifices.

*A mes soutiens morales et sources de joie et bonheur, mes sœurs **Hadjer** et **Sadjida** et mon frère **Younes** pour l'encouragement et l'aide qu'ils m'ont toujours accordé. Je vous souhaite une vie pleine du bonheur et de succès.*

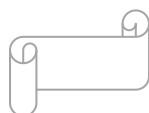
*A la mémoire de mon grand père **Saleh***

Puisse Dieu vous avoir en sa sainte miséricorde

*A Mon grand père **Abd Errahmane Laâtar** et mes grand-mères merci pour vos prières et votre amour inconditionnel et que Dieu vous donne une bonne santé et une longue vie parmi nous*

*Sans oublier mon binôme: **Mabrouk** et sa famille.*

Bennadji Yasmine



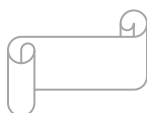
Valorisation et identification des substances bioactives du romarin (*Rosmarinus officinalis L.*)

Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, nous avons réalisé une étude sur l'extraction, la caractérisation et la valorisation d'une plante aromatique *Rosmarinus officinalis L.* Les huiles essentielles sont extraites par hydrodistillation de la partie aérienne du romarin poussant à l'état spontané, cueillie au printemps dans deux régions géographiquement différentes : Assoul à Bouhmama et Oued El Arab à Kheirane wilaya de Khenchela correspondant à une exposition "Nord" et "Sud" respectivement afin d'étudier l'influence des paramètres écologiques ; édaphiques et climatiques sur la qualité et le rendement de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L.*

L'aspect microscopique de la plante après avoir été exposé à la double coloration des feuilles et des tiges a mis en évidence la présence des tissus sécréteurs superficiels (poils épidermiques à tête vésiculaire). L'extraction a permis d'obtenir les huiles essentielles avec des rendements de 1.25% (foret d'Assoul) et 1.18% (monts de Oued el Arab) de matière végétale sèche. Les essences des deux sites présentent des compositions chimiques et caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques différentes. La caractérisation par GC/SM des huiles essentielles obtenues dans les deux régions a révélé un même composé majoritaire qui est le camphre avec des teneurs 31.191% et 36.929% de L'essence ce qui leur donne un chémotype de romarin camphré "*Rosmarinus officinalis camphoriferum*". *Rosmarinus officinalis L.* est plus sensible aux changements des conditions écologiques. L'élaboration des essences végétales est totalement tributaire des facteurs environnementaux.

Mots-Clés : *Rosmarinus officinalis L.*, plantes médicinales, huile essentielle, hydrodistillation, GC/SM, conditions écologiques.



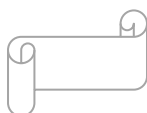
*Valorization and identification of bioactive substances in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L).*

Abstract

As part of the valorization of aromatic and medicinal plants, we carried out a study on the extraction, characterization and valorization of an aromatic plant *Rosmarinus officinalis* L. The essential oils are extracted by hydrodistillation from the aerial part of the rosemary growing in the spontaneous state, picked in two geographically different regions: Assoul in Bouhmama and Oued El Arab in Kheirane wilaya of Khenchela corresponding to an exhibition "North" and "South" respectively in order to study the influence of ecological parameters; edaphic and climatic on the quality and yield of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L..

The microscopic appearance of the plant after being exposed to the double coloration of the leaves and stems highlighted the presence of superficial secretory tissues (epidermal hairs with a vesicular head). The extraction made it possible to obtain the essential oils with yields of 1.25% of (Assoul forest) and 1.18% of (Oued El Arab mountains) of dry plant matter. The species of both sites have chemical compositions and characteristics physico-chemical and organoleptic different. The characterization by SPG/SM of the essential oils obtained in both regions revealed the same majority compound which is camphor with contents 31.191% and 36.929% of the essence which gives them a type of camphor rosemary "*Rosmarinus officinalis camphoriferum*". *Rosmarinus officinalis* L. is more sensitive to changes in ecological conditions. The development of plant species is totally dependent on environmental factors.

Keywords: *Rosmarinus officinalis* L., medicinal plants, essential oil, hydrodistillation, GC/MS , ecological conditions.



تثمين وتحديد المواد النشطة بيولوجيا في إكليل الجبل

(*Rosmarinus officinalis* L.)

ملخص

ف

في إطار تثمين النباتات العطرية والطبية ، قمنا بإجراء دراسة حول استخراج و تقييم و تحديد خصائص نبات عطري *Rosmarinus officinalis* L. يتم استخراج الزيوت الأساسية عن طريق التقطير المائي للجزء الجوي من إكليل الجبل الذي ينمو بطريقة تلقائية ، تم جمعه في الربيع بمنطقتين مختلفتين جغرافياً: أسول في بوحمامة ووادي العرب بخيران ولاية خنشلة المقابلة للواجهة " الشمالية " و " الجنوبية " على التوالي من أجل دراسة العوامل البيئية (التربة و المناخ) المؤثرة على جودة وإنتاجية الزيت العطري لـ *Rosmarinus officinalis* L.

أظهر المظهر المجهرى للنبات بعد تعرضه للتلوين المزدوج للأوراق والسيقان وجود أنسجة إفرازية سطحية (شعر بشري برأس حوبصلي). مكن تقطير المواد النباتية الجافة من الحصول على زيوت عطرية ذات مردود 1.25% (غابة أسول) و 1.18% (جبال واد العرب). الزيوت الأساسية المستخرجة من كلا الموقعين لها تركيبات كيميائية وخصائص فيزيوكيميائية و حسية مختلفة. كشف التوصيف بواسطة GC / MS للزيوت الأساسية التي تم الحصول عليها في المنطقتين عن نفس مركب الأساسي وهو الكافور بنسب 31.191% و 36.929%، مما يمنحهم النمط الكيميائي لإكليل الجبل بالكافور. يعتبر إكليل الجبل أكثر حساسية لتغيرات الظروف البيئية. يعتمد تطوير الزيوت النباتية كلياً على العوامل البيئية.

الكلمات المفتاحية : *Rosmarinus officinalis* L. ، نباتات طبية ، زيت عطري ، التقطير المائي ، GC / SM ، العوامل البيئية.

Liste des figures

Figure 01: Espèce <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	3
Figure 02: Organisation de la fleur de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> (Ulmann, 2005).....	6
Figure 03 : Montage d'hydrodistillation (A., 2009).....	13
Figure 04 : Méthode d'extraction par l'enchainement à la vapeur d'eau (A., 2009).....	14
Figure 05 : Méthode d'hydrodiffusion (A., 2009).	15
Figure 06 : Position géographique des montagnes de la forêt d'Assoul à l'aide de handy GPS	18
Figure 07 : Position géographique de Oued El Arab à Kheirane à Bouhmama a l'aide de handy GPS.....	18
Figure 08 : Vue générale panoramique de la forêt d'Assoul à Bouhmama a l'aide de Handy GPS.....	19
Figure 09 : Vue générale panoramique des monts de Oued El Arab à l'aide de Handy GPS	19
Figure 10 : Récolte de <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	20
Figure 11 : <i>Rosmarinus officinalis L.</i> après 10 jours de séchage.....	21
Figure 12 : Schéma explicative des étapes des coupes histologiques et la double coloration	22
Figure 13 : Protocole d'hydrodistillation de <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	24
Figure 14 : Observation microscopique d'une coupe transversale des poils au niveau de la feuille(Gx40) mettant en évidence : pt poils tecteurs Ps poils sécréteurs.....	26
Figure15 : Observation microscopique d'une coupe transversale d'un poil sécréteur <i>Rosmarinus officinalis L.</i> (Gx100).....	26
Figure 16 : Schéma d'un poil tecteur et sécréteur (Camefort, 1972).	26
Figure 17 : Histogramme montre la différence des rendements entre les deux régions.....	28
Figure 18 : Chromatographie Gazeuse d'une essence de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> de la forêt d'Assoul à Bouhmama.....	31
Figure 19 : Chromatographie Gazeuse d'une essence de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> des monts de Oued El Arab à Kheirane.....	31
Figure 20 : Composition quantitative de HE de <i>Rosmarinus officinalis L</i> de forêt d'Assoul à Bouhmama Nord et des monts de Oued - El Arab à Kheirane au Sud.....	34
Figure 21 : Formules chimiques des composants majoritaires dans les HES de <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	35

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification de l'espèce <i>Rosmarinus Officinalis L.</i>	4
Tableau 02 : Avantages et inconvénients des différents procédés d'extraction	16
Tableau 03 : Paramètres décrivant le jour de la récolte dans les deux régions.....	19
Tableau 04 : Avantages et inconvénients de procédés d'extraction utilisés "L'hydrodistillation"	23
Tableau 05 : Rendements en HE obtenus dans les deux régions.....	27
Tableau 06 : Caractéristiques organoleptiques de HE de <i>Rosmarinus officinalis L</i> dans les deux régions	29
Tableau 07 : Propriétés physico-chimiques de HE de <i>Rosmarinus officinalis L</i> dans deux régions.....	30
Tableau 08 : Analyse quantitative de HE de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> de forêts d'Assoul à Bouhmama Nord et des monts de Oued El Arab à Kheirane Sud.....	32
Tableau 09 : L'influence des facteurs écologiques qualitative et quantitative de <i>Rosmarinus officinalis L</i>	36

Liste des abréviations

PAM : Plantes aromatique et médicinale.

PFNL : *Les produits forestiers non ligneux.*

HE : Huile essentielle.

FAO : L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

CG/SM : La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

GPS : Système de géolocalisation par satellite.

PT : Poil tecteur.

PS : Poil sécréteur.

R : Rendement.

AFNOR : Association Française de NORmalisation.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

FN-ISO : Normes françaises - Organisation internationale de normalisation.

HP : Un appareil Hewlett Packard HP.

N : Numéro.

Introduction générale



Introduction générale

Il est approuvé dès longtemps que les changements climatiques et les facteurs édaphiques ont influencé dignement l'équilibre de différents écosystèmes, surtout dans les régions méditerranéennes, ce qui a conduit à une variabilité de la couverture végétale (Khabthane.A, 2015). L'influence des facteurs écologiques est globale. Les facteurs sont liés entre eux et c'est impossible de déterminer le rôle de chaque facteur isolé. Les conditions climatiques telles que la température, la pluviosité, le vent, les nuages et la lumière sont des facteurs qui se changent le plus souvent. Par contre, les facteurs édaphiques (sol) sont plus constants.

Les produits forestiers non ligneux (PFNL) jouent un rôle primordial dans la vie des populations rurales car ils constituent une source de produits de subsistance et de revenus, contribuant à leur nutrition et santé. Leur valorisation à travers la promotion de chaînes de valeur écoresponsables offre ainsi une opportunité pour ces populations et les autres parties prenantes d'augmenter leurs revenus, tout en participant à la gestion durable des ressources forestières (La FAO, 1999).

Les principaux pays producteurs d'HE en Afrique sont l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, l'Égypte et la Côte d'Ivoire. En Europe ce sont les pays méditerranéens : Italie, Espagne, Portugal, France, Croatie, Albanie et Grèce, qui produisent tous des huiles essentielles en quantités industrielles. Également les pays d'Europe centrale et de l'Est, tels que la Bulgarie, la Roumanie, la Hongrie et l'Ukraine et l'immense Fédération de Russie.

Ces derniers jouissent d'une ressource de plantes sauvages importante grâce à leurs vastes zones de terres cultivées (KHC, et al., 2010) . La wilaya de Khenchela (l'Algérie), de part sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations climatiques auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, tous favorables au développement des cultures intensives des PAM (A, 2001). Khenchela a été retenue comme wilaya pilote pour l'exploitation des plantes médicinales et aromatiques, compte tenu du potentiel considérable qu'elles recèlent en la matière, en particulier le romarin de montagne. (ALGERIE PRESSE SERVICE, 2019).

Introduction générale

Le but de notre travail est d'étudier l'influence des paramètres écologiques ; édaphiques et climatiques sur la qualité et le rendement de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L.*. En outre, identifier son type chimique et déterminer leur propriétés écologiques. Ces paramètres sont considérés comme des marqueurs à la réponse à tout changement des conditions environnementales par la modification de la production des molécules impliqués dans le rétablissement de l'homéostasie cellulaire. Pour cela nous avons choisi deux régions d'études différentes : Forêt d'Assoul à Bouhmama et les monts de Oued El Arab à Kheirane wilaya de Khenchela correspondant à une exposition "Nord" et "Sud" et appartenant à deux étages bioclimatiques différents subtropical humide et semi-aride.

Première partie

Synthèse bibliographique

Chapitre 01

*Généralités sur Rosmarinus
officinallis L.*

1. Présentation de la plante**1.1 Généralités sur les lamiacées**

La famille des lamiacées connue également sous le nom des labiées, comporte environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites; mais dont la plupart se concentrent dans le bassin méditerranéen tel que le thym, la lavande et le romarin Elle est divisée en deux principales sous-familles: les Stachyoideae et les Ocimoideae.

Les lamiacées sont des herbacées ayant la consistance et la couleur de l'herbe, parfois sous-arbrisseaux ou ligneuses .Une grande partie de ces plantes sont aromatiques riches en l'huile essentielle d'où leur intérêt économique et médicinal. Entre autres, un grand nombre de genres de la famille des Lamiaceae sont des sources de terpénoïdes, flavonoïdes et iridiodes glycosylés (Yildirim, 2001).

Le genre *Rosmarinus* regroupe deux espèces de plantes de la famille des Lamiacées originaires du bassin méditerranéen: le *Rosmarinus eriocalyx* Jordan & Fourr. et le *Rosmarinus officinalis* L. (Giusti, 2001).

Le romarin (*Rosmarinus officinalis*.L) sur laquelle on s'intéresse dans notre travail; est une plante aromatique et médicinale, arbrisseau touffu, xérophyte, toujours vert de 1 à 2 m de hauteur selon les régions de répartition. Morphologiquement, il se modifie selon plusieurs facteurs du milieu. Il fait partie des espèces végétales des écosystèmes terrestres qui se présentent à l'état sauvage dans les zones littorales près de la mer, dans les milieux continentaux au climat semi humide, sec et arides (Eloutassi N., 2013).



Figure 01 : Espèce *Rosmarinus officinalis L.*

Nom « Romarin » vient du latin « *Ros marinus* » (rosée de mer) (S, (1862)), ou bien du grec « *Rhops myrinos* » (buisson aromatique) (G, 1996), ou encore du latin « *Rhus marinus* » (Sumac de mer) (Rameau J., 2008). On l'appelle également « herbeaux-couronnes », et en provençal, « encensier » (M, 2008).

2. Systématique de l'espèce

Les noms vernaculaires (Appellations régionale en Algérie) du romarin sont les suivants :

- ✓ **Région de l'Est :** Eklil
- ✓ **Région de l'Ouest :** Helhal
- ✓ **Région Centre :** Yazir (Lamia BOUTABIA, 2016).
- ✓ **Région des Aurès:** Izri

La classification de la plante *Rosmarinus officinalis L* est présentée dans le **Tableau 01** comme suit:

Tableau 01 : Classification de l'espèce *Rosmarinus officinalis L.* (WS.Benston).

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta

Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Rosmarinus
Espèce	<u><i>Rosmarinus officinalis L.</i></u> 1753
Période de floraison	Avril/Mai
Couleur des fleurs	Bleu / Mauve

3. Distribution géographique

4.1. En Algérie

Le romarin peut être retrouvé à l'état sauvage, comme peut être cultivé. C'est la plante la plus populaire dans le bassin méditerranéen en Algérie. Les fleurs s'épanouissent tout au long de l'année ce qui attire de nombreux insectes (Emberger, 1960).

4.2. A la wilaya de Khenchela (la zone d'étude)

Cette plante est retrouvée aussi dans la wilaya de Khenchela comme plante sauvage dans les forêts de la région de nord, bouhmama (assoul), mssara(béni imloul) et dans la région de Sud kheirane (oued El Arab) avec une estimation de 35000(HE) (Nassim, 2021).

4. Aspect botanique de l'espèce *Rosmarinus officinalis L.*

4.1. Appareil végétatif

- **Racine** : la racine du *Rosmarinus officinalis L.* est profonde et pivotante.
- **Tige** : arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètre cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme plus ou moins simulant des épis (Sanon, et al., 1992) .
- **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.

Les feuilles sèches dégagent une forte odeur et un goût amer. Elles contiennent jusqu'à à 2% d'huile essentielle oleum *Rosmarinus* =Oleum anthos, renfermant du

Cinéol et du Borneol, des alcaloïdes et des acides organiques. Ces feuilles, voire l'essence de romarin, entrent dans la composition de nombreux produits Antirhumatismaux du fait de leur fortement rubéfiant sur la peau alcool spiritus rasmarinus (Janvolak.K, et al., 1985).

4.2 Appareil reproducteur

- **Fleurs** : en Mai, très courtes, grappes axillaires et terminales. Chaque fleur environ 1 cm de long de couleur purpurin ; bleu pâle ou blanchâtre en cloche bilabée à lèvre supérieure ovale entière et à lèvre à 2 lobes lancéolés. Lèvre supérieure en casque légèrement bifide. Lèvre inférieure à 3 lobes dont le médian est large et concave. Les 2 étamines sont plus longues que la corolle. L'ovaire présente 2 carpelles surmontées d'un style long courbe et bifide.
- **Fruit** : est tétrakène de forme ovale située au fond du calice. Peut être sous forme de baie, sèche et lisse.
- **Diagramme florale** : la fleur est tétra cyclique (Ulmann, 2005).

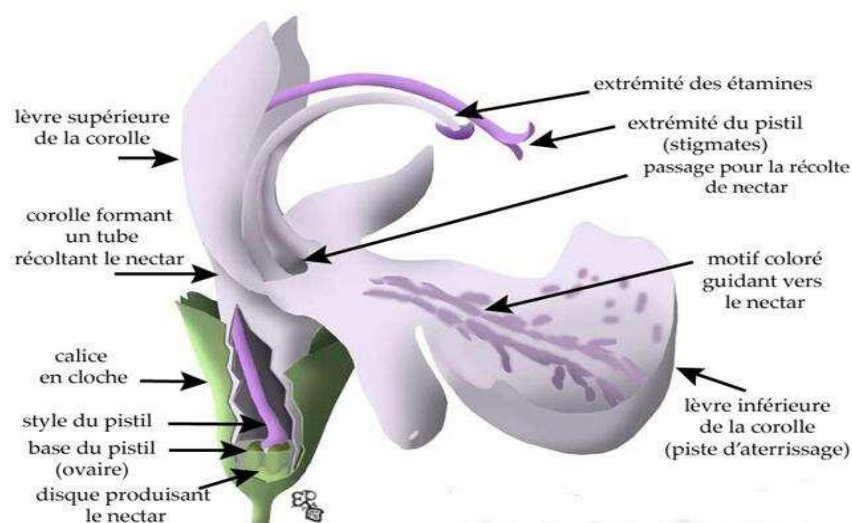


Figure 01: Organisation de la fleur de *Rosmarinus officinalis* L. (Ulmann, 2005).

5. Intérêt du Romarin

5.1 Ecologique

Le romarin peut être retrouvé à l'état sauvage, comme peut être cultivé. C'est la plante la plus populaire dans le bassin méditerranéen (Emberger, 1960). En Algérie, nous la trouvons dans les montagnes, les forêts, les jardins, les parcs, en bordure

odorante des sociétés, des écoles.... Les fleurs s'épanouissent tout au long de l'année ce qui attire de nombreux insectes. Le romarin contribue à la lutte contre la désertification.

5.2 Médicinale

Le romarin est une plante méditerranéenne ayant des qualités et propriétés stimulantes, antiseptiques et insecticides (**Sedjelmassi., 1993**). Le romarin a des usages multiples et est cultivé à des fins commerciales. Si l'on souffre d'hypotension, de dépression, de fatigue chronique, il est conseillé de mâcher des feuilles de romarin. Il est efficace aussi en cas de faibles de la mémoire. En règle générale, il doit néanmoins être utilisé avec précaution, car en cas surdosage il peut provoquer un empoisonnement (**Kunkele et Lobmeyer, 2007**).

6. Utilisation du Romarin

Le romarin est une plante méditerranéenne ayant des qualités et propriétés stimulantes, antiseptiques et insecticides. Il sert à la fabrication des parfums, il fut utilisé en médecine contre les débilités de tout genre. Il calme les nerfs surtout au moment de la ménopause. Il est en même temps diurétique (SEDJELMASSI, 1993)

Partie utilisée: les feuilles.

Propriétés: c'est un antiseptique, antispasmodique, diurétique, stimulant.

Chapitre 02

huiles essentielles

1. Définition des huiles essentielles

L'huile essentielle, essence également appelée huile volatile et odorante (AFNOR, 2000), est concentrée en substances végétales (MANSARD, 2016). Généralement, elle a une composition complexe, obtenue à partir d'une matière première végétale botaniquement définie soit par entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation (Iserin P, 2007), soit par distillation sèche soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Elle se forme dans un grand nombre de plantes comme sous-produit du métabolisme secondaire (G, 1997). Elles renferment des hydrocarbures, des alcools, des cétones, des aldéhydes, des esters, des éthers -oxydes-, des phénols, etc. Les essences végétales issues de différentes plantes possèdent donc des propriétés dissemblables, dépendantes de la composition d'origine (Scora X, 1965).

2. Caractérisations physiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont en générale liquide à la température ambiante, volatile, d'odeur très fortes, incolores, jaunes pâles ou quelque fois bleues. Leur densité est inférieure à 1 sauf pour les huiles essentielles de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*), cannelle (*Cinnamomum*) et sassafras (*Sassafras albidum*). Elles sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants, les huiles sont très altérables, elles s'oxydent au contact de l'air et de la lumière (Charpentier, 2008).

3. Caractérisations chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont constituées de substances complexes. Ce sont des liquides contenus dans les composés aromatiques des plantes. Des molécules diverses entrent dans leur composition. Ces molécules présentes et leurs proportions modifient les propriétés, le champ d'action et la toxicité des huiles. Il est donc très important de connaître la composition d'une huile essentielle avant de l'utiliser. C'est indispensable pour la sécurité, mais aussi afin d'obtenir l'effet recherché. Les huiles essentielles sont le plus souvent composées de quelques molécules présentes en grande quantité et complétées par beaucoup d'autres, à l'état de traces.

○ **Terpènes**

Les monoterpènes sont des décongestionnants respiratoires et lymphatiques. En diffusion, ils sont très efficaces comme antiseptiques. Ils sont irritants pour la peau et doivent par conséquent être dilués. Les sesquiterpènes sont généralement présents à l'état de traces. Ce sont des hypotenseurs, des calmants et des sédatifs. Ils ne sont pas irritants.

○ **Alcool**

Le mot "alcool" est un terme générique regroupant des anti-infectieux plus ou moins actifs. Ils ont aussi une action immunostimulante et neurotonifiante. Ils sont recommandés dans le traitement de toutes les pathologies microbiennes, bactériennes, virales et fongiques. Parmi les huiles essentielles contenant de l'alcool figurent le bois de rose, le niaouli, la lavande vraie.

○ **Esters**

Les esters ont des vertus antispasmodiques, anti-inflammatoires, calmantes, sédatives et toniques. Ils ont également une fonction rééquilibrante du système nerveux. Généralement, ils sont bien tolérés.

○ **Aldéhydes**

Les aldéhydes sont anti-infectieux, antiviraux, antimicrobiens, antiparasitaires et antifongiques. Ils sont irritants pour la peau et doivent toujours être dilués. Ils sont formellement interdits aux enfants de moins de 5 ans.

○ **Éthers**

Les éthers sont des antispasmodiques très actifs. Ils sont aussi calmants, sédatifs, rééquilibrants du système nerveux. Ils ont des propriétés antalgiques, antivirales et anti-allergiques. Irritants pour la peau, ils doivent toujours être dilués.

○ **Oxyde**

Les oxydes sont des expectorants et des antiviraux très efficaces. Ils sont très bien tolérés par la peau et peuvent être appliqués purs sur de petites zones .

- **Cétones**

Les cétones sont très actives et rapidement toxiques. Elles permettent de fluidifier les mucosités, les graisses et le sang. Elles ont également un pouvoir cicatrisant. On les utilise pour traiter les infections virales, bactériennes ou parasitaires. Elles sont totalement interdites aux femmes enceintes, aux femmes allaitantes, aux enfants de moins de 10 ans et aux personnes âgées fragiles.

- **Acides**

Les acides sont des anti-inflammatoires très puissants, même à l'état de traces. Ils sont le plus souvent bien tolérés et agissent comme anti-inflammatoires, antispasmodiques, antalgiques, hypotenseurs.

- **Lactones**

Comme les cétones, les lactones sont souvent retrouvées à l'état de traces dans les huiles essentielles, mais elles sont très toxiques, et leurs contre-indications sont identiques. On les utilise pour traiter des pathologies à production de mucus, comme la bronchite.

- **Coumarines**

Si les coumarines sont souvent présentes à l'état de traces, elles sont cependant très efficaces. Elles ont des propriétés calmantes pour ce qui concerne le système nerveux. Elles sont néanmoins photosensibilisantes (Cardenas, 2016).

4. Classification

La classification des huiles essentielles se fait en fonction des principes actifs qu'elles contiennent. Il s'agit du chémotype qui indique la molécule que l'on trouve en plus grande quantité dans telle ou telle huile. L'étude systématique de la

composition chimique des huiles essentielle a permis de mettre en valeur sa variabilité et de définir la notion de chémotype (Julia, 2017).

Cette étude systématique de la composition chimique des essences végétales permet de distinguer leurs sous-groupes chimiques. Lorsque les différences sont suffisamment importantes et que leur connaissance est pertinente pour l'utilisation des l'huile essentielle, ces sous-groupes sont également définis. Ce sont les chémotypes qui peuvent également faire l'objet de normes (deschepper, 2017).

5. Huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L.*

L'huile du romarin a été largement répandue pendant des siècles, comme un des ingrédients en produits de beauté, savons, aussi bien pour l'assaisonnement et la conservation des produits alimentaires. Ainsi que leurs utilisations dans d'autre domaine d'intérêt économique (Arnold, 1997).

Ces composés sont présents dans l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation de feuilles de *Rosmarinus officinalis L.* : α -pinène, camphène, β -pinène, myrcène, limonène, 18- cinéole, para-cymène, camphre, acétate de bornyle, a-terpinéol, bornéol, vérbénone. La composition qualitative de l'huile essentielle de cette espèce est relativement fixe. Par contre, les proportions des composants varient en fonction de l'origine géographiques et des conditions du milieu (Besombes, 2009) . Les huiles essentielles jouent un rôle important, elles protègent la plante des microorganismes et des insectes nuisibles ainsi que des herbivores. Leurs composants réagissent comme donneurs d'hydrogène dans la réaction d'oxydoréduction (BELKACEMI, et al., 2019) . Parmi ces composants, il y a les terpénoïdes qui possèdent un rôle écologique lors des interactions végétales, comme inhibiteur de la germination et aussi lors des interactions végétal-animal, comme agent de protection contre les prédateurs tels que les insectes (Regnault-Roger, et al., 2013).

Les huiles essentielles constitueraient enfin un moyen de défense de la plante vis-à-vis des prédateurs, tels que les microorganismes (bactéries et champignons) et les herbivores (Abdoul-Azize, 2013).

6. Utilisation des huiles essentielles du romarin

Le romarin est souvent cultivé pour son huile essentielle. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale. Il est considéré utile pour contrôler l'érosion du sol (A, 2014). L'huile du romarin a été largement répandue pendant des siècles. Elle est utilisée comme un anticatharrale, bactéricide, expectorante, fongicide et mucolytique, en produits de beauté, revitalisante capillaire et cutanée, savons, aussi bien pour l'assaisonnement et la conservation des produits alimentaires (Cardenas, 2018).

7. Rôle des huiles essentielles dans la plante

L'existence des HE dans les végétaux répondrait aux besoins d'une protection spécifique des espèces en fonction de leur environnement (J., 2016) (F., 2013).

- Les plantes étant immobiles, elles auraient développé les HE pour constituer une défense chimique contre les micro-organismes. Elles repoussent les parasites et protègent la plante de certaines maladies grâce à leurs propriétés antifongiques, antivirales, antibactériennes ou insectifuges.
- Elles se défendent également contre les autres plantes afin d'éviter la pousse d'autres végétaux à proximité.
- Elles attirent au contraire les insectes pollinisateurs (fleurs parfumées, fécondées par certains insectes butineurs) et permettent ainsi à la plante d'assurer sa reproduction.
- Elles aideraient à guérir les blessures et attaques diverses auxquelles sont soumises les plantes.
- Elles jouent un rôle protecteur face aux rayonnements du soleil.
- Elles pourraient permettre aux plantes de communiquer entre elles. Par exemple, une plante attaquée par un herbivore pourrait envoyer des signes d'alerte (substances volatiles comme hexénal ou l'ocimène) aux autres plantes du secteur, pour qu'elles déclenchent des mécanismes de défense.
- Elles représentent une réserve d'énergie mobilisable (ex : en cas de conditions climatiques défavorables).

8. L'extraction des huiles essentielles

Cinq techniques d'extraction des principes actifs des végétaux sont à ce jour connues ; toute fois les normes liées à leur utilisation limitent en général le choix des procédés.

8.1. Distillation

Elle a été le premier moyen d'extraction des essences naturelles à partir des fleurs et des plantes. Trois procédés sont mis en jeu.

○ L'hydrodistillation

Elle consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition.

Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile est séparée par différence de densité (décantation).

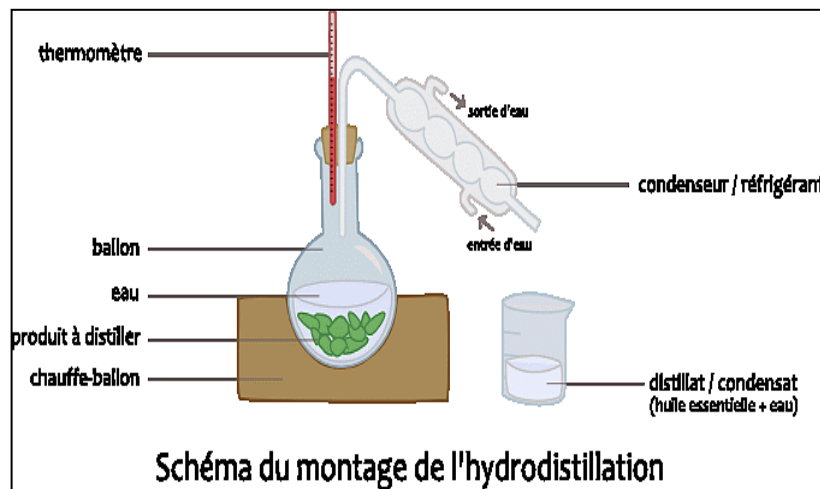


Figure 0 2 : Montage d'hydrodistillation (A., 2009).

On peut travailler dans les conditions de pression atmosphérique, pression réduite ou bien en suppression. C'est cette technique qu'est proposée dans notre étude.

○ Entraînement à la vapeur d'eau

Son principe est basé sur le fait que la plupart des composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau. La plante ou la matière végétale est

soumise à l'action d'un courant de vapeur. Les principes volatils peu solubles dans l'eau sont entraînés, et après condensation ils sont séparés du distillat par décantation.

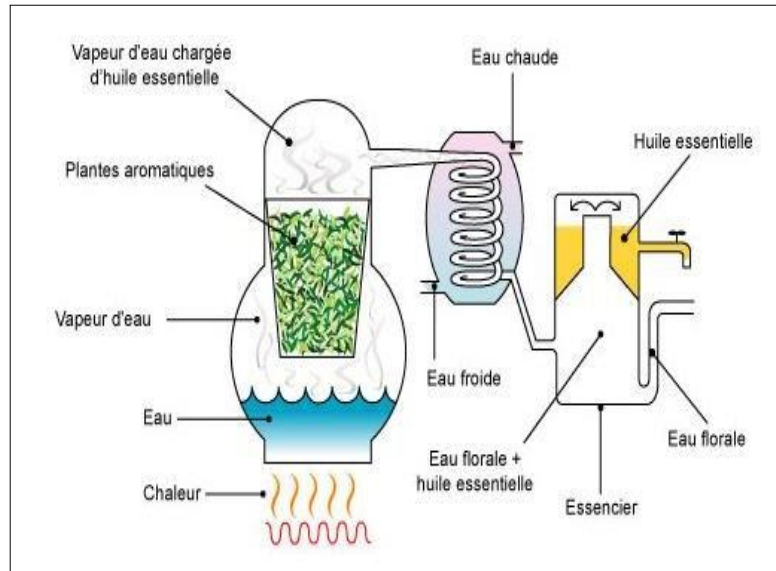


Figure 03 : La méthode d'extraction par l'enchaînement à la vapeur d'eau (A., 2009).

On peut opérer à pression atmosphérique ou à pression réduite pour diminuer l'effet thermique sur le substrat. Ce procédé permet de traiter les matières végétales sensibles qui pourraient souffrir d'une ébullition prolongée.

○ **Hydrodiffusion ou distillation à la vapeur directe**

Cette technique qui s'est développée ces dernières années consiste à pulvériser la vapeur d'eau de haut en bas à travers le végétal disposé dans un autoclave parallélépipédique grillagé.

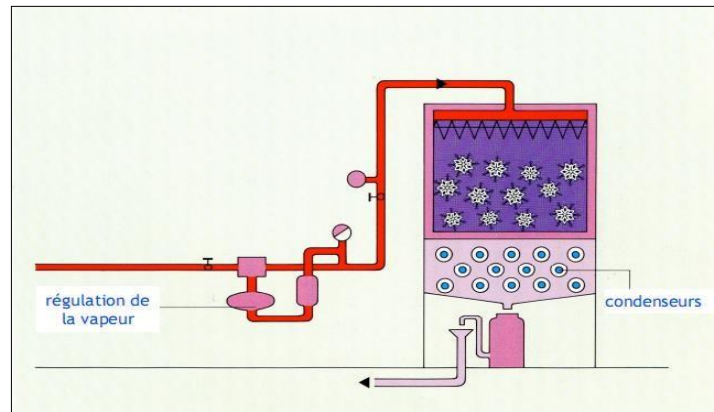


Figure 0 4 : Méthode d'hydrodiffusion (A., 2009).

8.2.Expression à froid

Cette méthode ne peut être utilisée que lorsque la matière première végétale est déchiquetée à forte pression, de façon à faire sortir l'essence des glandes qui la sécrètent en des cellules qui la contiennent.

8.3. Procédés utilisant les huiles et les graisses "Macération"

Ces procédés mettent à profit la disponibilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Ces derniers sont réservés aux organes végétaux particulièrement fragiles que sont les fleurs. Le procédé par macération se divise en deux méthodes.

○ Enfleurage "Macération à froid"

Cette technique consiste à mettre les pétales en contact avec un corps gras sur des châssis à températures ambiante. Au bout de quelques jours, on obtient une pommade qui est épuisée par l'alcool absolu dans lequel les corps gras sont peu solubles. Les composés volatils sont isolés par simple évaporation de l'alcool.

○ Digestion "Macération à chaud"

Il s'agit d'un enfleurage à chaud, ce qui a pour effet d'augmenter le pouvoir absorbant des corps gras.

8.4.Extarction supercritique par le CO₂

Ce procédé utilise le dioxyde de carbone sous deux états : liquide ou supercritique. Il repose sur le fait que certains gaz notamment le CO₂ dans des conditions dites

critiques ou supercritiques présentent un pouvoir de dissolution accru vis à vis des divers composés odorants.

8.5. Extraction par solvants volatils

Les molécules odorantes sont solubles dans un certain nombre de solvants usuels. L'idée est donc de mettre le végétal en contact avec l'un de ces solvants pour que les molécules odorants passent par diffusion à travers les parois cellulaires du milieu végétal dans le soluté.

Tableau 02: Avantages et inconvénients des différents procédés d'extraction.

Procédés d'obtention	Avantages	Inconvénients
Hydrodistillation	<ul style="list-style-type: none"> _ Rendement en huile essentielle très élevé. _ Essences de bonne qualité, très concentrée. _ Contact direct entre matière végétale-eau. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Altération de certaines substances odorantes à la température d'ébullition de l'eau. _ Perte d'une partie d'essence par évaporation, oxydation, dissolution et cyclisation. _ Procédé violent.
Entrainement à la vapeur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> _ Réduire d'altération des constituants de l'huile essentielle. _ Economie d'énergie et de temps d'extraction. _ Efficacité d'extraction 	<ul style="list-style-type: none"> _ Agglutination de la charge végétale sous l'effet de la vapeur d'eau. Mauvaise qualité de l'huile. _ Réaction secondaire : hydrolyse et formation d'artefacts.
Expression à froid	<ul style="list-style-type: none"> _ Essence de très bonne qualité, non trop altérable. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Procédé non généralisé. _ Rendement très faible en essence.
Enfleurage	<ul style="list-style-type: none"> _ Obtention d'absolues ou concentrés de pommade qui garde toute la finesse et l'odeur de la fleur épuisée. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Cout très élevé. _ Diffusion lente et processus délicat.

Digestion	<ul style="list-style-type: none">_ Rapidité._ L'extrait naturel est préféré par les parfumeurs.	<ul style="list-style-type: none">_ Toutes les fleurs ne peuvent être traitées par ce procédé, cela peut diminuer le rendement en huile essentielle.
Dioxyde de carbone Fluide supercritique	<ul style="list-style-type: none">_ Opérer à température basse d'où éviter la dégradation._ Non agressif vis à vis des substances fragiles.	<ul style="list-style-type: none">_ Exige une technologie sophistiquée._ Matériel et personnel considérable.
Solvants organiques volatils	<ul style="list-style-type: none">_ Universalité._ Procédé doux, non violent._ Principes du végétale lui même.	<ul style="list-style-type: none">_ Danger sur l'homme et l'environnement en cas de manque de prévention._ Impossibilité de contrôler les paramètres de pression et de température.

Seconde partie

Partie expérimentale

Chapitre 01

Matériels et méthodes

1. Présentation et situation de la zone d'étude

Les sites d'études sont Bouhmama "forêt Assoul" au Nord de la wilaya et kheirane "Oued El Arab" au Sud dont les caractéristiques édaphiques, orographiques et climatiques sont extrêmement différentes.

Les parties aériennes de *Rosmarinus officinalis L.* ont été collectées de deux sites : forêt d'Assoul de la région d'Aurès, daïra de Bouhmama, wilaya de Khenchela et les monts de Oued El Arab dans le village amazigh de kheirane situé dans le vallée d'ighzar amoqran (ait, 2021), à 70 km au Sud de la wilaya de khenchela (service, 2021).

Le **tableau 03** représente tous les paramètres décrivant le jour de la récolte des zones d'étude. **Les figures 06** et **07** montrent la position géographique des deux site d'étude et **les figures 08** et **09** représentent des vues générales panoramiques des deux sites.



Figure 06: Position géographique de la forêt d'Assoul à Bouhmama a l'aide de handy GPS.

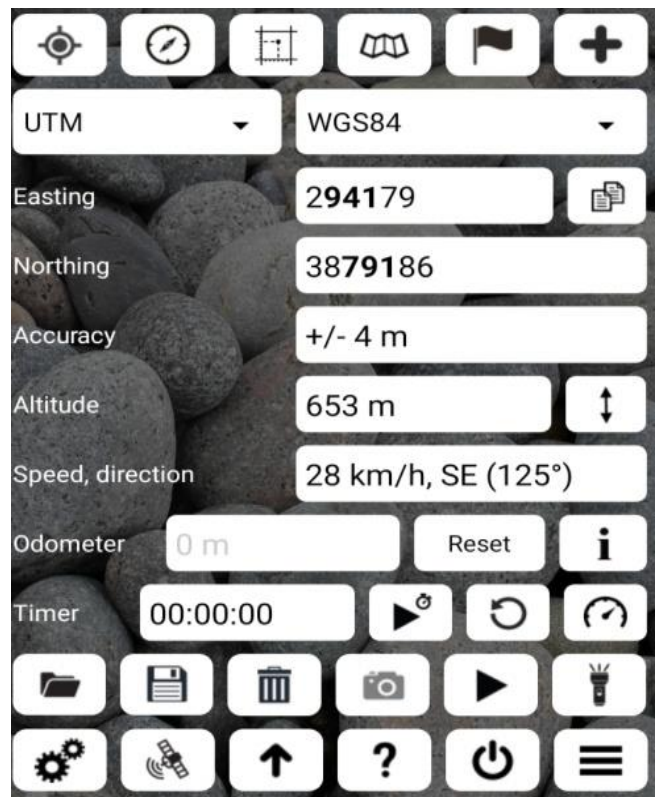


Figure 07 : Position géographique des montagnes de Oued El Arab à Kheirane a l'aide de handy GPS.

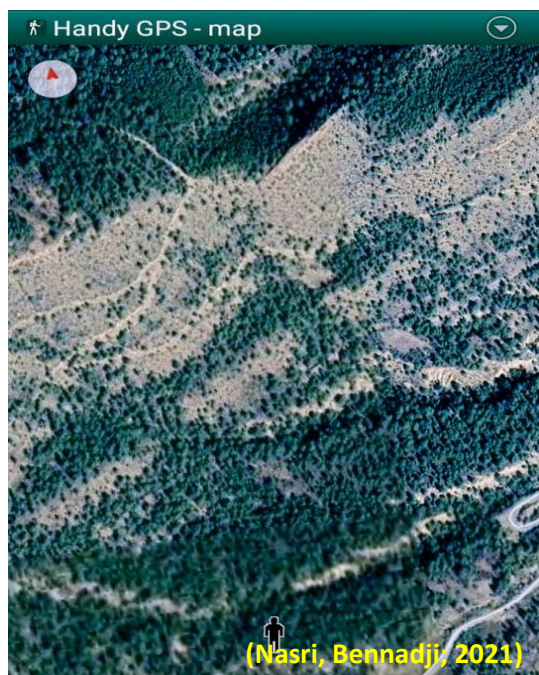


Figure 08 : Vue générale panoramique de la forêt d'Assoul à Bouhmama a l'aide de Handy GPS.



Figure 09: Vue générale panoramique des monts de Oued el Arab à l'aide de Handy GPS.

Tableau 03 : les paramètres décrivant le jour de la récolte dans les deux régions.

Zone d'étude	Région 01 : forêt d'Assoul à Bouhmama	Région 02 : monts de Oued El Arab à Kheirane
Climat dominant	climat méditerranéen (Meharzi, 2010)	désertique sec et chaud (Meharzi, 2010)
attitude	35° 19' et 35° 13' Nord	34° 59' et 34° 55' Nord
Longitude	7° 44' et 7° 48' Est	6° 45' et 6° 38' Est
Altitude	1195 m	653 m
Température	26°C	37°C
Humidité	30%	24%

2. Matériels

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal, utilisé pour la réalisation des coupes histologiques est constitué des parties aériennes de *Rosmarinus Officinalis L.* (tiges et feuilles) qui a été récolté dans les deux régions Assoul à Bouhmama et Oued El Arab à Kheirane. Tandis que, pour l'extraction d'essence, le matériel végétal utilisé est la poudre fine que l'on obtient après le séchage et le broyage du *Rosmarinus officinalis L.*

2.2. Matériel du laboratoire

Les réactifs et les solvants employés sont: Vert d'Iode, Rouge Congo, Acide acétique, Hypochlorite de sodium (eau de javel), éprouvettes, Lames et lamelles, Verres de montre, Clevenger (hydrodistillateur), Erlenmeyer, Fioles jaugés, Béchers, Burettes, Réfrigérant à boule, Pipettes pasteur, Tubes à essai, passoire et lame de rasoir neuve, microscope optique numérique, Chauffe ballon, Balance analytique, Polarimètre, Agitateur magnétique.

3. Méthodes

3.1. Récolte

Nous avons récolté le romarin en début de matinée afin que le matériel végétal soit le plus frais possible durant le moi d'Avril 2021, saison du printemps dans laquelle le romarin se développe le plus, c'est donc le meilleur moment pour procéder à la récolte. A l'aide d'un sécateur bien aiguisé, nous avons coupé les deux tiers de la partie aérienne du romarin afin qu'il puisse continuer sa croissance.



Figure 5 : Récolte de *Rosmarinus officinalis* L..

3.2.Séchage

Les feuilles, les fleurs et les sommités fleuries du romarin ont été fraîchement récoltées. Elles sont séchées à l'ombre, dans un endroit sec, frais et bien aéré ,étalées sur des étagères à température ambiante (27°C) et retournés tous les deux jour afin d'éviter la formation éventuelle de moisissures induites par l'humidité et pour que le séchage soit uniforme pendant 10 jours. Une fois séché, l'échantillon est broyé jusqu'à obtenir une poudre fine.



Figure11: *Rosmarinus officinalis L.* après 10 jours de séchage.

3.3.Réalisation des coupes histologiques

A l'aide d'une lame de rasoir neuve ont été réalisé des coupes transversales assez fines que possible au niveau de la tige et les feuilles. Après la réalisation des coupes, celles-ci ont été déposées dans une passoire afin d'effectuer la coloration. **Figure 12** représente un schéma explicative des étapes .

3.3.1. Description de la technique de la double coloration

- Les coupes histologiques ont été mis dans une solution d'hypochlorite de sodium (eau de javel) pendant 5-15 min afin de les vider leurs contenus cellulaires et de ne garder que les parois squelettiques.
- Puis, elles ont été rincées avec de l'eau distillée plusieurs fois pour enlever l'excès d'hypochlorite de sodium.

- Elles ont ensuite été introduites successivement dans une solution d'acide acétique à 1 % préalablement préparé en diluant 1 ml d'acide acétique dans 100 ml d'eau distillée pendant 1 min afin de fixer les colorants sur la paroi.
- Dans une solution de Vert d'iode (colore les tissus morts; paroi lignifiée: xylème, sclérenchyme... en vert) mettre les coupes pendant quelques secondes, suivi immédiatement par un rinçage à l'eau jusqu'à ce que l'eau de rinçage devienne limpide.
- En suite, dans une solution de Rouge Congo (colore les tissus vivants ; parois celluloses en rose) pendant 10 minutes, suivi également par un rinçage à l'eau distillée.
- Et enfin, les coupes ont été déposées entre lames et lamelles additionnées d'une goutte d'eau distillée puis ont été observées au microscope optique.

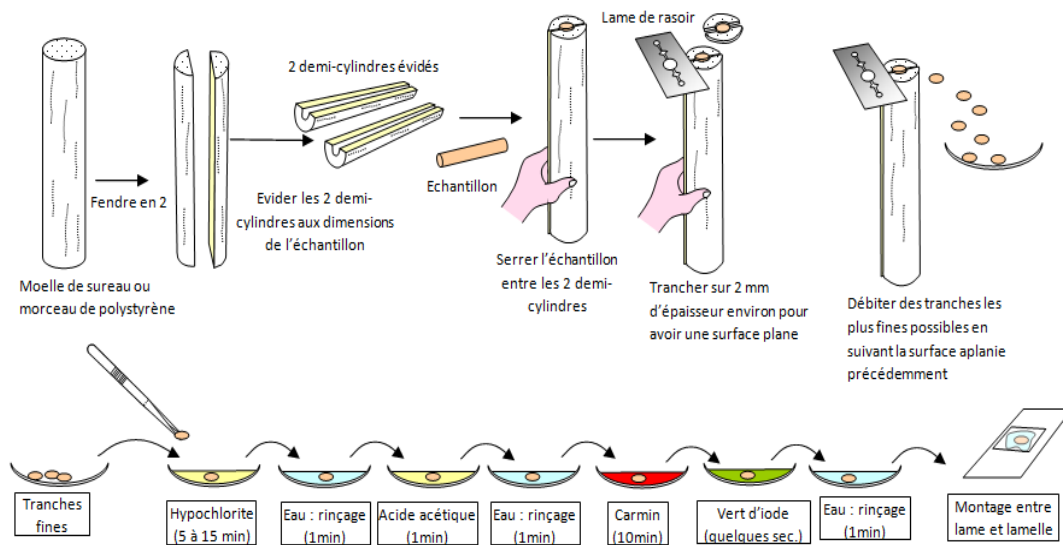


Figure 12 : Schéma explicative des étapes des coupes histologiques et la double coloration.

3.4. Extraction des huiles essentielles

Le choix de la méthode la mieux adaptée à l'extraction de l'huile essentielle d'un végétal se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire et de l'usage de l'extrait (J, 1999).

Pour extraire l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L.*, nous avons utilisé l'hydrodistillation qui a été le premier moyen d'extraction et la méthode la plus employée pour extraire des essences naturelles. Cette méthode consiste à immerger directement la partie de la plante à extraire dans l'eau chauffée jusqu'à l'ébullition pendant 4 heures.

Tableau 04 : Avantages et inconvénients de procédés d'extraction utilisé " L'hydrodistillation".

Procédés d'obtention	Avantages	Inconvénients
Hydrodistillation	<ul style="list-style-type: none"> – Rendement en huile essentielle très élevé. – Essence de bonne qualité, très concentrée. – Contact direct entre matière végétale-eau. 	<ul style="list-style-type: none"> – Altération de certaines substances odorantes à la température d'ébullition de l'eau. – Perte d'une partie d'essence par évaporation, oxydation, dissolution et cyclisation. – Procédé violent.

3.4.1. Principe de la technique

Tous les liquides sont plus ou moins volatils. Cela veut dire qu'ils bouillent à une certaine température. L'eau a une température d'ébullition de 100°C, l'huile essentielle d'environ 200°C. Mais, le mélange de l'eau et de l'huile essentielle a une température d'ébullition plus basse que chacun des constituant pur, bout aux alentours de 98-99°C; C'est le phénomène d'azéotrope. Lorsque l'on chauffe le ballon qui contient la solution aqueuse (la plante + l'eau), l'eau se vaporise. La vapeur d'eau entre en contact avec la plante, les cellules vont éclater, l'huile se retrouve au contact de la vapeur et le mélange se produit. Les plus volatiles d'entre elles sont emportées avec la vapeur. Celle-ci est ensuite refroidie dans un condenseur. Et les différentes substances sont récupérées séparément par décantation (Djillali, 2016).

3.4.3. Protocole de l'extraction

Généralement, le matériel végétal subit directement le processus d'extraction. Toutefois, il faut procéder parfois au broyage-concassage pour améliorer le rendement de l'extraction surtout quand il s'agit de tissus rigides.

Pour chaque expérience, 200 gramme de la partie aérienne de *Rosmarinus officinalis L.* sèche, a été soumise à l'hydrodistillation pendant quatres heures.

- broyer les feuilles et les tiges du romarin avec un broyeur Introduire environ 200g de la poudre dans le ballon de laboratoire.
- Ajouter environ 250mL d'eau.
- Accrocher le ballon à la tête de colonne.
- Relever le chauffe ballon jusqu'à ce que le ballon soit en contact avec la partie chauffante.
- Mettre correctement en place la circulation d'eau froide (doit arriver par le bas dans le réfrigérant et ressortir par le haut puis s'écouler dans l'évier).
- Déclencher le chauffage au maximum jusqu'à observer la montée des vapeurs, puis on baisse la température pour que les constituants de l'HEs ne pas être altérés.
- Les vapeurs arrivent dans le réfrigérant où la température est de l'ordre de 15°C. Elles se liquéfient dans l'éprouvette graduée.
- Placer l'erenmeyer de façon à recueillir le distillat. Au bout des 4h, arrêter le chauffage (Forum, 2018).



Figure 13: Protocole d'hydrodistillation de *Rosmarinus officinalis L.*

Une toute petite quantité d'huile essentielle a été extraite des feuilles et tiges du romarin par l'hydrodistillation. Cette quantité est en partie dissoute dans l'eau ou surnage à sa surface. Pour la récupérer, on réalise son extraction à l'aide d'une ampoule à décanter. On utilise du chlorure de sodium puis nous l'avons mis dans une ampoule à décanter. Deux phases se sont formées : une phase huileuse et une phase distillée (eau). Le sel ne réagit pas avec l'eau. Mais quand il se dissout, il forme des ions Na^+ et Cl^- . Ces ions s'entourent de molécules d'eau qui se trouvent ainsi immobilisées autour de ces ions. De ce fait cette eau n'est plus disponible pour dissoudre autre chose comme par exemple notre huile essentielle, qui est tout de même un peu soluble dans l'eau. On ajoute du sel pour diminuer la solubilité de notre huile dans l'eau. Donc on améliore le rendement de récupération de notre huile.

Chapitre 02

Résultats et Discussions

1. Localisation des tissus sécréteurs des huiles essentielles

L'observation des coupes histologiques réalisées sur les parties aériennes de *Rosmarinus officinalis L.* révèlent la présence de trois principales catégories d'appareils sécréteurs : des poils glandulaires épidermiques, les poches et les canaux glandulaires schizogènes (tecteurs) et les schizolysigènes (sécréteurs) qui constituent les organes responsables de la synthèse, l'accumulation et la sécrétion des huiles essentielles. Ils sont représentées par les **figures 14** et **15** et schématisées par les **figures 16**.

L'organisation de ces structures sécrétrices qu'on retrouve dans le romarin est caractéristique de la famille des Lamiaceae (Chenni, 2016).



Figure 14 : Observation microscopique d'une coupe transversale des poils au niveau de la feuille(Gx40) mettant en évidence : pt poils tecteurs Ps poils sécréteurs .



Figure 15 : Observation microscopique d'une coupe transversale d'un poil sécréteur *Rosmarinus officinalis L.*(G^x100).

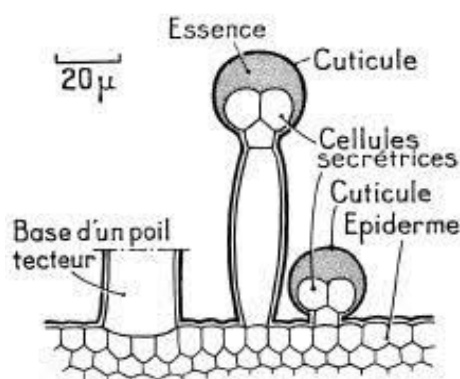


Figure 16 : Schéma d'un poil tecteur et sécréteur (Camefort, 1972).

- **glandes épidermiques** : Leur activité tient à la synthèse de tous les constituants des huiles essentielles et par leur stockage. Le professeur Johannes Novak a spécifier que la composition typique d'huile essentielle particulière était globalement liée a la moyenne du nombre des cellules a huiles essentielles présentes dans la plante (Novak, 2005).
- **Poil tecteur (schizogènes)** : pluricellulaire ramifiés et présente des stomates afin de limiter la perte en eau ; une adaptation à la sécheresse jouant un rôle dans la protection de la plante notamment contre la dessiccation. Ils sont responsables de l'accumulation des HE (Marion, 2017).
- **Poil sécréteur (schizolysigènes)** : Locution nominale masculine : Appareil sécréteur à sécrétion interne constitué par un poil uni- ou pluricellulaire, dont une ou plusieurs cellules sont sécrétrices (FloraQuebeca, 2021).

2. Rendements des extractions

L'étude a porté sur deux échantillons de *Rosmarinus Officinalis L.* prélevés à des altitudes de 1195 m et de 653 m et correspondant à une exposition "Nord" et "Sud" respectivement.

L'extraction a été effectuée le moi de Mai 2021. Les HEs sont isolées par décantation puis sont pesées afin de déterminer les rendements.

Les rendements en HE obtenus sont de 1.25% (foret d'Assoul) supérieur à 1.18% (monts d'Oued El Arab) avec une variabilité de 0.02%. Les résultats sont représentés dans le **tableau 05** et la différence est plus clarifiée dans **la figure 17**.

Tableau 05 : Rendements en HE obtenu dans les deux régions.

<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Région 01 : forêt d'Assoul à Bouhmama	Région 02 : monts de Oued El Arab à Kheirane
Masse de la charge végétale	1055.63 g	69.48 g
Masse d'essence	13.199 g	0.819 g
Rendements	1.25%	1.18%

Pour évaluer le rendement de chaque extraction, nous avons pesé le matériel végétal avant l'hydrodistillation. L'huile essentielle obtenue est séparée de l'eau de distillation par décantation. Les rendements sont calculés à partir de l'équation suivante:

$$R \% = \frac{\text{masse de l'huile essentielle en (g)}}{\text{masse du végétal en (g)}} \times 100$$

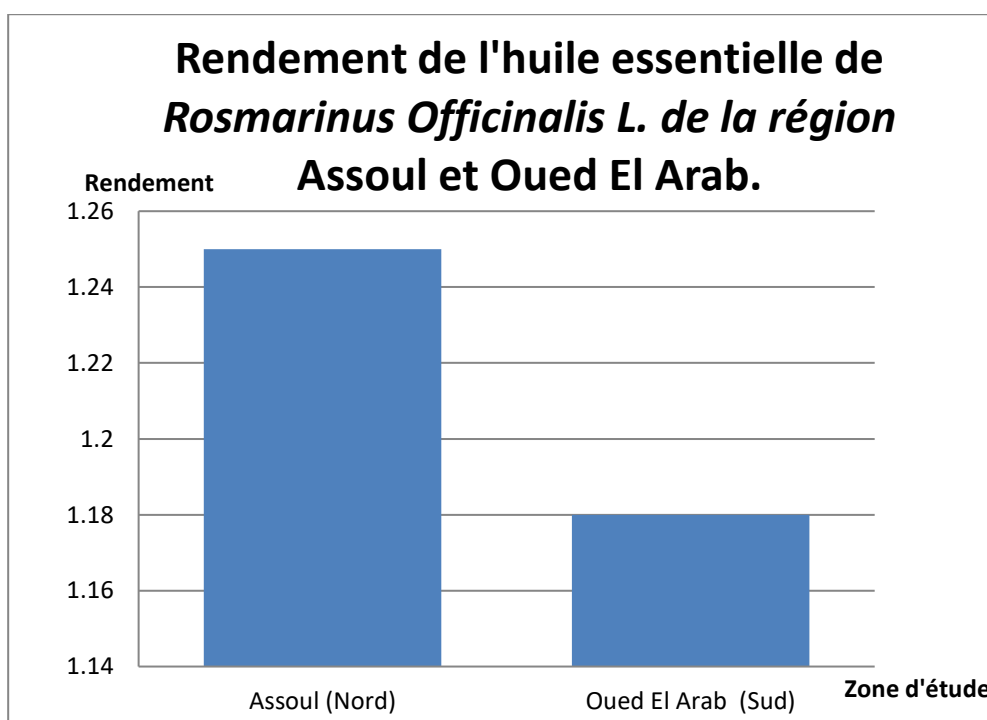


Figure 17: Histogramme montre la différence des rendements entre les deux régions.

D'après les résultats obtenus, la situation géographique est un facteur influençant le rendement en HE dont l'extraction est effectuée dans deux régions différentes qui se caractérisent par un climat et un type de sol différents.

Cette différence pourrait s'expliquer par l'influence des conditions environnementales (le climat, la situation géographique, le sol). Ceci est cohérent avec les résultats obtenus par Menaceur Fouad (Fouad, 2011), Mme Henniche Houda (Houda, 2018) et S.Ayadi, C.Jerribi, M.Abderrabbe (S.Ayadi, 2011).

3. Propriétés organoleptiques des huiles essentielles

L'hydrodistillation des échantillons récoltés dans les deux sites a permis l'obtention d'huiles caractérisées par une odeur vivifiante aromatique puissante et camphrée, une couleur jaunâtre (Oued El Arab) et jaune claire (Assoul) et par une saveur amère.

Tableau 06 : Caractéristiques organoleptiques de HE de *Rosmarinus officinalis L.* dans les deux régions .

Caractéristiques organoleptiques	Région 01 : forêt d'Assoul Bouhmama	Région 02 : AFNOR à monts de Oued El Arab à Kheirane	(1342:2012, 2012)
Aspect	Liquide mobile	Liquide mobile	Liquide mobile
Couleur	Jaune claire	jaunâtre	Presque incolore à jaune pâle.
Odeur	Vivifiante, aromatique, puissante camphrée.	Vivifiante, aromatique et puissante camphrée.	aromatique plus ou moins camphrée.

4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Les propriétés physico-chimiques des huiles essentielles se résument en densité relative, indice de réfraction et pH qui sont déterminées selon la méthode standard AFNOR (1342:2012, 2012) (Yamna, 2014).

La comparaison des résultats à ceux de la norme NF ISO 1342-October 2012 relative à l'HE de *Rosmarinus officinalis L.* (1342:2012, 2012) a montré que les HEs issues des deux régions sont conformes à la norme ISO et qu'il n'y a pas de différence significative entre les constantes physico-chimiques des HEs.

Tableau 07 : Propriétés physico-chimiques de HE de *Rosmarinus officinalis L.* dans deux régions .

Propriétés physico-chimiques	Région 01 : forêt d'Assoul à Bouhmama	Région 02 : monts d'Oued El Arab à Kheirane	Norme AFNOR* (1342:2012, 2012)
Densité relative à 20°C d^{20}	0.917	0.907	0.907-0.920
Indice de réfraction à 20°C n^{20}	1.4700	1.468	$+1.4640 \leq n^{20} \leq +1.4700$
pH	5	5	-

5. Caractérisation et identification des huiles essentielles de l'espèce

5.1. Composition chimique de l'essence du romarin

Les essences extraites ont été analysées par chromatographie gazeuse sur un appareil Hewlett Packard HP 5 730 A sur une colonne capillaire en silice tondue CP Sil 5 CB (apolaire) de 50 m de long et 0,25 mm de diamètre intérieur.

Le débit de gaz vecteur est 0,2 ml/mm alors que le débit de fuite est 20 ml/mm.

Les températures de l'injecteur et du détecteur sont respectivement 250° et 260 C. La température du four est programmée comme suit : 60°C (8 mm) puis gradient a jusqu'à 260° C (16 mm).

Les chromatogrammes obtenus sont représentés dans **les figures 18 et 19**, ils font apparaitre une grande similitude entre les échantillons nord et sud, les différences portant uniquement sur l'intensité relative des pics correspondants.

Les constituants des essences de *Rosmarinus officinalis L.* ont été identifiés par comparaison de leurs indices de rétention à ceux des substances étalons séparées sur une colonne chromatographique de même polarité.

Les résultats de l'analyse qualitative et semi-quantitative sont regroupés dans le **tableau 08** et représentés dans **la figure 20**.

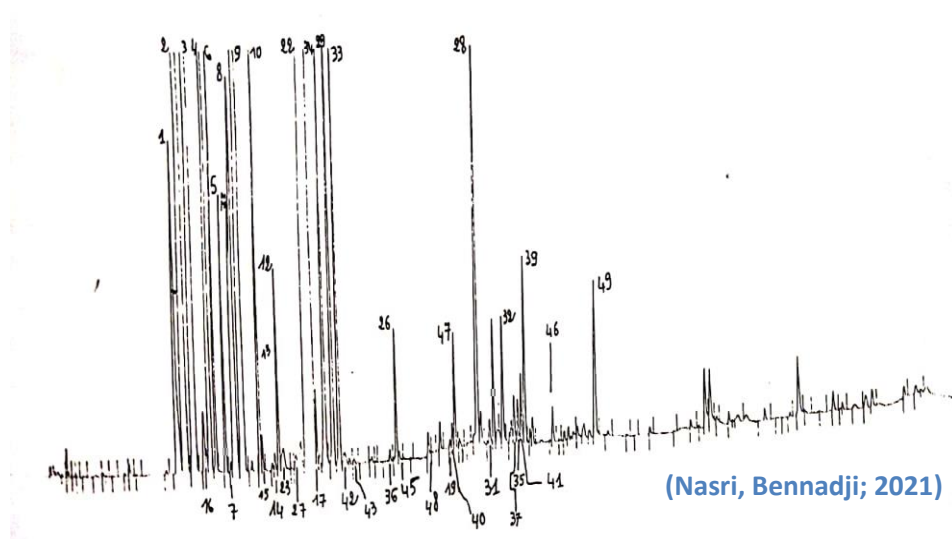


Figure 18 : Chromatographie gazeuse d'une essence de *Rosmarinus officinalis L.* de la forêt d'Assoul à Bouhmama.

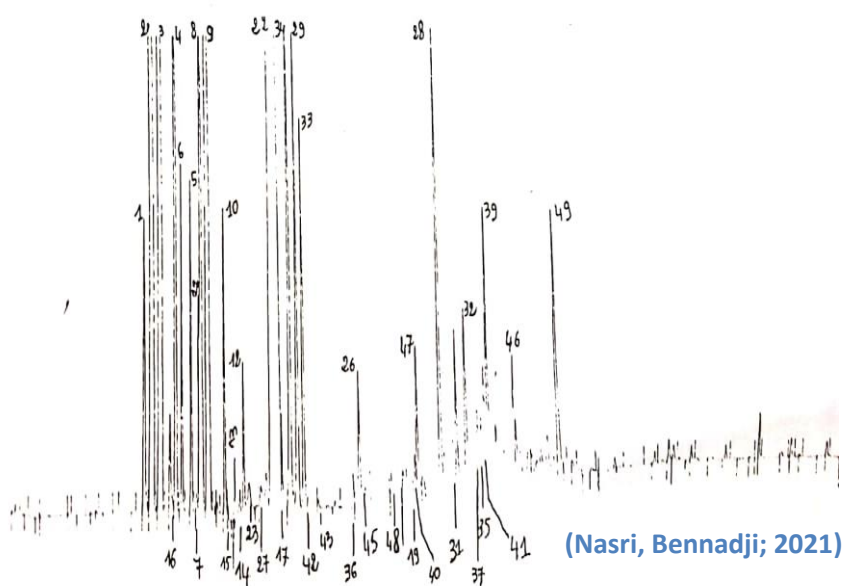


Figure 19 : Chromatographie gazeuse d'une essence de *Rosmarinus officinalis L.* des monts de Oued el Arab à Kheirane.

Tableau 08 : Analyse quantitative de HE de *Rosmarinus officinalis L.* de forêts d'Assoul à Bouhmama Nord et des monts de Oued El Arab à Kheirane Sud.

N° du Pic	Composé	Indice de rétention dans l'essence	Indice de rétention du composé étalon	% des composés dans l'essence (forêt d'Assoul à Bouhmama Nord)	% des composés dans l'essence (monts de Oued El Arab à Kheirane Sud)
01	Tricyclène	919	913	1.03	0.707
02	α -pinène	934	927	19.491	16.627
03	Camphène	947	940	17.804	16.083
04	β -pinène	971	966	6.39	3.004
05	Δ^3 -carène	995	1001	0.432	0.58
06	Myrcène	980	981	0.639	0.546
07	α -terpinène	1003	1006	0.018	0.032
08	Limonène	1012	1019	1.244	1.662
09	1,8 cinéol	1023	1020	11.675	9.561
10	γ -terpinène	1048	1046	0.844	0.514
11	p-cymène	1008	1010	0.524	0.405
12	α -terpinolène	1078	1077	0.316	0.396
13	Fenchone	1067	1069	0.012	0.238
14	p, α - <i>dimethylstyrene</i>	1071	1075	0.031	0.199
15	Cis linanol oxyde	1052	1058	0.054	0.078
16	1-octen-3-ol	964	968	0.044	0.027
17	Menthone	1138	1133	0.106	0.17
18	Trans linalol oxyde	-	1071	-	-

19	<i>α-cubébène</i>	1366	1362	0.016	0.025
20	T-sabinène hydrate	-	1085	-	-
21	<i>α-copanène</i>	1384	1382	0.023	0.039
22	Camphre	1135	1136	31.191	36.929
23	Linalol	1086	1088	0.107	0.344
24	Linalyl acétate	-	1240	-	-
25	Fenchol	-	1091	-	-
26	Isobornyl acétate	1269	1264	0.233	0.509
27	p-menthène 1 ol 4	1105	1106	0.045	0.082
28	<i>β-caryophyllène</i>	1420	1410	1.13	1.305
29	Terpinène 4 ol 1	1164	1158	1.142	1.134
30	Isobornéol	-	1136	-	-
31	Humulène	1443	1440	0.048	0.074
32	<i>γ-muuroène</i>	1470	1470	0.242	0.377
33	<i>α-terpinéol</i>	1174	1185	0.799	0.839
34	Bornéol	1153	1137	0.955	1.694
35	<i>α-muuroène</i>	1498	1495	0.092	0.122
36	Carvone	1257	1211	0.023	0.166
37	<i>γ-cadinène</i>	1514	1518	0.354	0.579
38	Géranyl acétate	1317	1358	0.045	0.096
39	<i>α-cadinène</i>	1506	1521	0.142	0.264
40	Myrténol	1182	1178	0.051	0.053
41	Trans carvéol	1196	1198	0.011	0.025
42	Cis carvéol	-	1209	-	-
43	Safrol	1273	1278	0.016	0.068
44	Caryophyllène oxyde	1573	1563	0.073	0.117

45	Méthyl eugénol	1376	1377	0.202	0.293
46	Eugénol	1326	1330	0.042	0.066
47	Cadalène	1665	1646	0.405	0.769

% Tot composés Nord = 98,147%

% Tot composés Sud = 96,970%

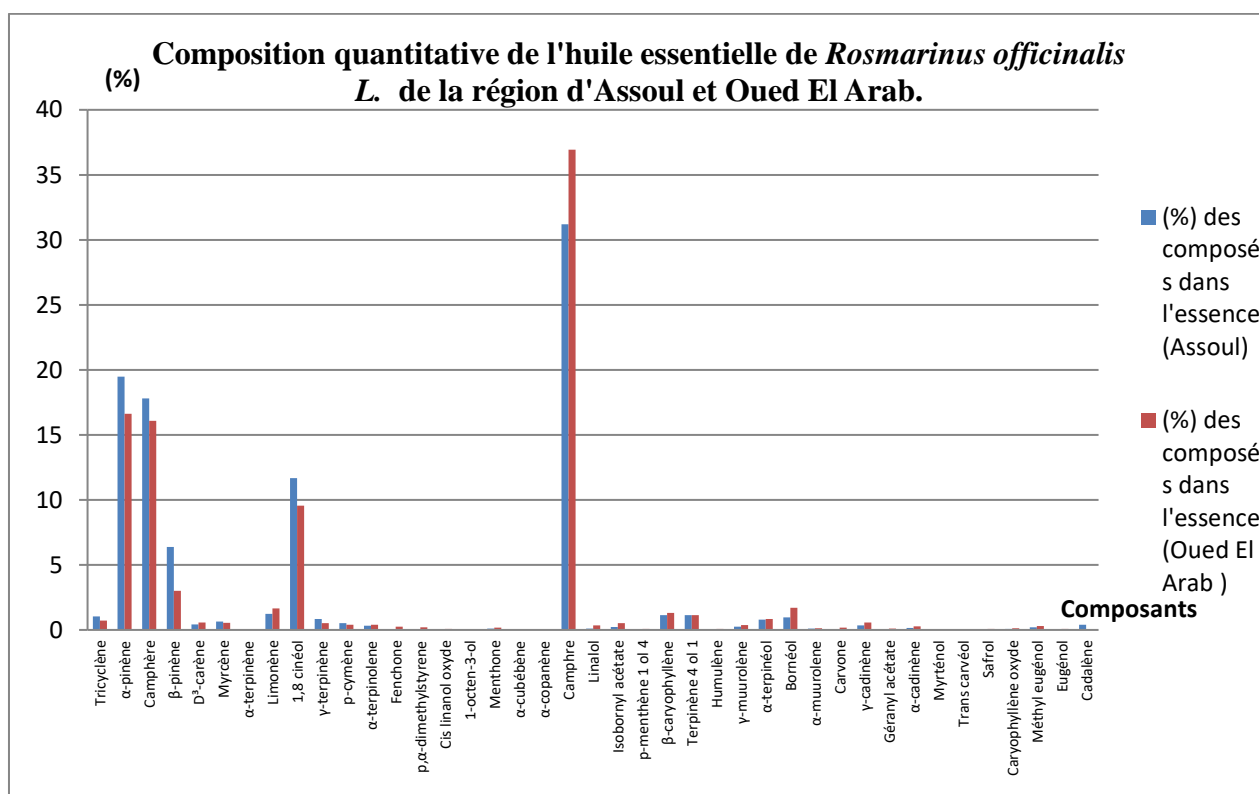


Figure 20 : Cosition quantitative de HE de *Rosmarinus officinalis* L. de la forêt d'Assoul à Bouhmama Nord et des monts de Oued - El Araba à Kheirane au Sud.

L'analyse par CG/SM de l'huile essentielle extraite à partir des feuilles et tiges de *Rosmarinus officinalis* L. a permis d'identifier 47 composés qui présentent 98,147% (cas de la région d'Assoul Bouhmama -Nord-) et 96.970% (cas des monts de Oued El Arab Kheirane - Sud-) de la totalité des pics.

Les résultats montrent une prédominance de certains composés caractéristiques dans les deux échantillons, les principaux étant dans l'ordre décroissant suivant:

1. camphre (cétone terpénique bicyclique).
2. α -pinène (hydrocarbure terpénique bicyclique).
3. camphène (hydrocarbure terpénique bicyclique).
4. 1,8-cinéol ou eucalyptol (éther terpénique bicyclique).
5. β -pinène (hydrocarbure terpénique bicyclique).

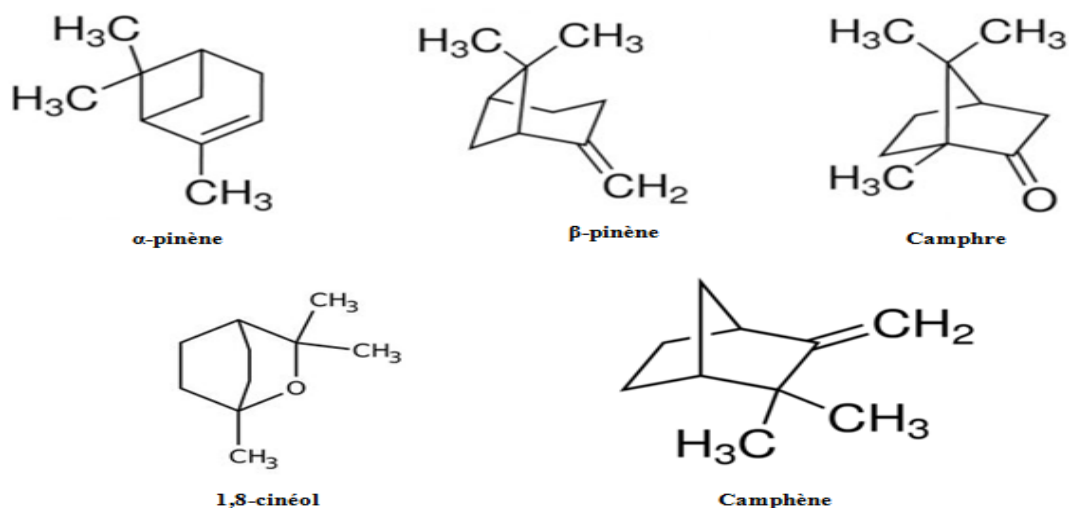


Figure 21 : Formules chimiques des composants majoritaires dans les HEs de *Rosmarinus officinalis L.*

Nous remarquons que l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis L.* présente une dominance de camphre. Alors que la teneur de ce dernier est plus important dans la région des monts de Oued El Arab (Kheirane -Sud) que dans la région d'Assoul (Bouhmama -Nord-).

Par contre, les pourcentages des composés suivants: α -pinène, camphène, 1,8-cinéol ou eucalyptol et β -pinène sont supérieures dans la région d'Assoul (Bouhmama -Nord-) que dans la région des monts de Oued El Arab (Kheirane -Sud).

L'analyse chromatographique des huiles essentielles de romarin a montré la présence de camphre avec un pourcentage important "composant majoritaire" ce qui leur donne un type de romarin camphré "*Rosmarinus officinalis camphoriferum*".

Nos résultats obtenus et les résultats de plusieurs études comme Menaceur Fouad (Fouad, 2011), Mme Henniche Houda (Houda, 2018) et S.Ayadi, C.Jerribi, M.Abderrabbe (S.Ayadi, 2011) ont montré que la variabilité de la composition et du rendement en HE de *Rosmarinus Officinalis L.* est due aux facteurs écologiques (le climat, type de sol, situation géographique) ou à la méthode d'extraction.

6. L'influence des facteurs écologique sur la composition qualitative et quantitative de *Rosmarinus officinalis L.*

Les facteurs environnementaux tout comme l'origine géographique, le climat, le sol, l'humidité, la période de récolte ou bien encore la méthode d'extraction..., peuvent avoir une influence directe sur la composition quantitative et qualitative de l'huile essentielle distillée comme l'illustre le tableau 09 suivant :

Tableau 09 : L'influence des facteurs écologiques qualitative et quantative de *Rosmarinus officinalis L.*

Les paramètres influant	L'influence	Région 01 : forêt d'Assoul à Bouhmama	Région 02 : monts de Oued El Arab à Kheirane	Condition favorable
Climat	la flore sauvage est modifiée sous l'effet du dérèglement climatique, qui à son tour affecte la production d'essence par la plante (DESCHEPPER, 2015).	climat méditerranéen (Meharzi, 2010)	désertique sec et chaud (Meharzi, 2010)	Climat tempéré chaud.
La lumière, altitude	La lumière influe avec sa force et sa prolongation (temps) qui sont liées à l'altitude géographique et la saison de l'année, mais son intensité dépend de la saison, des nuages et de l'altitude d'une zone donnée. La réaction des différents végétaux aromatiques à l'effet de la lumière est différents (M, 2012).	1195 m	653 m	Il est répandu entre le niveau de la mer et 650 mètres, parfois jusqu'à 1500 mètres d'altitude

<p>Le sol</p>	<p>Le sol joue un rôle bien déterminé dans la croissance et le développement des végétaux et leur contenance en substances aromatiques. (Aziz E.E., 2008)</p>	<p>les sols sont insaturés humifères ou calcaires humifères avec affleurements rares de la roche mère (FORESTIER E, 2012)</p>	<p>Les sols de la zone Sud sont en majeure partie des solentchaks mais, aussi, des sols éoliens d'ablation (parcours steppiques) et des sols basiques (FORESTIERE, 2012)</p>	<p>Concernant le développement de la plante et le rendement en huile essentielle, un sol calcaire est le plus favorable, le sol sablonneux est le plus défavorable. La composition de l'huile essentielle est également sous l'influence du sol.</p>
<p>La température</p>	<p>La croissance et le développement des végétaux ainsi que leur contenance en substance aromatiques dépendent de la température de l'air qui est un facteur important. Les basses températures diminuent la contenance des HEs (Sangwan N.S., 2001), et l'augmentation des température inhibe le développement des végétaux. Il est plus délicat de juger de l'influence de la température sur la production d'essence par la plante tant les réactions sont variables et spécifiques à chaque espèce (Sangwan N.S., 2001)</p>	<p>26°C</p>	<p>37°C</p>	<p>20-30°C</p>

<p>Humidité</p>	<p>L'humidité est un des facteurs environnementaux des plus difficiles à contrôler. Elle fluctue selon les changements de température de l'air et la transpiration des plantes. Un taux d'humidité élevé pourrait causer un problème parce que l'utilisation de l'eau par la plante sera ralentie et compromettra la qualité, même si les stomates restent ouverts. De même, si le taux d'humidité est très bas et que la transpiration subséquente est trop élevée, la plante fermera ses stomates afin de minimiser la perte d'eau (Sangwan N.S., 2001).</p>	<p>30%</p>	<p>24%</p>	<p>Sec</p>
<p>Situation géographique, exposition</p>	<p>L'origine géographique de l'espèce joue sur sa sensibilité aux facteurs climatiques (Baser K.H.C., 2009).</p>	<p>Nord</p>	<p>Sud</p>	<p>Situation géographique : originaire du bassin méditerranéen. Exposition : Ensoleillée</p>
<p>Période de la récolte</p>	<p>La saison de printemps pendant laquelle le romarin se développe le plus est le meilleur moment pour procéder à la récolte.</p>	<p>Le printemps moi d'Avril</p>	<p>Le printemps moi d'Avril</p>	<p>Juste avant et au moment de la floraison</p>

<p>Moment de la récolte</p>	<p>La volatilisation des substances des huiles essentielles après le lever de soleil (DESCHEPPER, 2015).</p>	<p>Le matin à 7h.</p>	<p>Le matin à 7h.</p>	<p>Le matin.</p>
<p>Méthode d'extraction</p>	<p>L'extraction est une étape importante du traitement de la matière végétale pouvant entraîner des modifications significatives de l'huile essentielle. La sensibilité des constituants des essences à la chaleur explique le fait que la composition du produit obtenu à travers les différents processus d'extraction soit le plus souvent différente de celle du mélange initialement présent dans la plante (DESCHEPPER, 2015).</p>	<p>Hydrodistillation</p>	<p>Hydrodistillation</p>	<p>L'hydrodistillation pour un meilleur rendement en huile essentielle et essence de bonne qualité.</p>

Conclusion Générale



Conclusion générale

Ce travail constitue une contribution à une meilleure connaissance des possibilités de valorisation de *Rosmarinus officinalis L.* de la forêt d'Assoul à Bouhmama et des monts de Oued El Arab à Kheirane et des possibilité d'utilisation de leur extraits dans divers domaines.

Le romarin grâce à ses propriétés médicinales et aromatiques a pu avoir une place importante, parmi les plantes spontanée qui possèdent des propriétés mixtes (aromatique et médicinales).

Pour la caractérisation de la matière végétale, des observations des coupes histologiques réalisées sur les parties aériennes de *Rosmarinus officinalis L.* afin d'identifier et localiser les sites producteurs des HEs révèlent la présence de trois principales catégories d'appareils sécréteurs : des poils glandulaires épidermiques, les poches et les canaux glandulaires schizogènes (tecteurs) et les schizolysigènes (sécréteurs) qui constituent les organes responsables de la synthèse, l'accumulation et la sécrétion des huiles essentielles.

Les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis L.* spontanée récoltées en printemps dans deux régions géographiquement différentes à la wilaya de Khenchela (Algérie) ont été obtenu par hydrodistillation qui s'avère être la méthode de choix pour l'extraction. L'étude des huiles essentielles extraites de ces deux régions montrent que les compositions chimiques et les caractéristiques physico-chimiques et morphologiques sont différentes. L'analyse de ces huiles par CG/SM nous a permis d'identifier 41 composés dont les composés majoritaires des huiles essentielles de romarin sont le camphre représente (36.929% dans la région de Oued El Arab ; 31.191% dans la région d'Assoul), le α -pinène représente (19.491% dans la région d'Assoul ; 16.627% dans la région de Oued El Arab), le camphène représente (17.804% dans la région d'Assoul ; 16.083% dans la région de Oued El Arab), et le 1,8-cinéole (11.675% dans la région d'Assoul ; 9.561% dans la région de Oued El Arab).

L'analyse chromatographique des huiles essentielles de romarin a montré la présence de camphre avec un pourcentage important ce qui leur donne un chémotype de romarin camphré "*Rosmarinus officinalis camphoriferum*".

On note un pourcentage élevé du camphre à la région de Oued El Arab qui joue un rôle dominant adaptatif aux conditions défavorables.

Conclusion générale

Les résultats d'analyse en laboratoire spécialisé ont montré que la meilleure région pour l'obtention d'un rendement élevé et une qualité préférable est la forêt d'Assoul à Bouhmama.

Ils ont montré également que le facteur exposition peut jouer un rôle important ; les meilleures concentrations des huiles du romarin ont été obtenues pour les échantillons situés en exposition Nord (Assoul).

Par ailleurs, la variation détectée dans la composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L.* issue de deux régions est liée à plusieurs paramètres tels que : le facteur environnemental: les conditions climatiques, édaphique et géographiques qui changent d'une région à une autre et à la période de la cueillette. La méthode d'extraction influe, également sur la composition de l'huile essentielle. De là nous concluons que la qualité d'huile essentielle dépend des conditions écologiques.

Les huiles essentielles du romarin sont des substances organiques qui jouent un rôle de protection.

Ce travail contribue à un processus d'extraction plus propre, moins énergivore et respectueux de l'environnement.

Références bibliographiques



1342:2012 FN ISO spécifie certaines caractéristiques de l'huiles essentielle de romarin (Rosmarinus Officinalis L.), en vue de faciliter l'appréciation de sa qualité [Livre]. - [s.l.] : 3, 2012.

A

A BELOUAD Plantes médicinales d'Algérie [Livre]. - [s.l.] : Office des Publications Universitaires, Alger, 2001. - pp. 5-10.

A Benikhlef comparaison entre les huiles essentielles et leurs effets antibactériens sur Rosmarinus officinalis de la région de Bechar et Ouargla [Livre]. - 2014.

A. Boukhris M Activites larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires [Revue] // Faculté des sciences et techniques. - 2009. - p. 80.

Abdoul-Azize S., Bendahmane, M., Hichami, A., Dramane, G., Simonin, A. M., Benammar, C., ... & Khan, N. A Effects of Zizyphus lotus L.(Desf.) polyphenols on Jurkat cell signaling and proliferation. - 2013. - Vol. 15(2). - pp. 37-364.

AFNOR huiles essentilles . - [s.l.] : PARA graphic , 2000.

ait amine khenchele : le villege amazigh de kheirane attend son clessement [Revue] // algérie 360°. - 2021.

ALGERIE PRESSE SERVICE étude les moyens de valoriser le romarin de montagne. - Khenchela : [s.n.], 04 04 2019.

Arnold N., Valentini, G., Bellomaria, B., Laouer, H. Comparative study of the essential oils from Rosmarinus eriocalyx Jordan & Fourr.from algeria and R officinalis. From other countries. J.essent.Oil Res. - 1997. - pp. 167-175.

Aziz E.E. Hendawi S.T., Ezz El Din A., Omer E.A. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of Thymus vulgaris plant. [Livre]. - [s.l.] : American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 2008.

Références bibliographiques

B

Baser K.H.C. Buchbauer G. Handbook of essential oils : science, technology and applications [Livre]. - 2009.

BELKACEMI Ouafa et MOKHTARI Amina L'effet insecticide des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis et Artemisia herba-alba A sur Aphis fabae. - 2019.

Besombes C Contribution à l'étude des phénomènes extraction hydro thermomécanique d'herbes aromatiques: application généralisées.. - [s.l.] : Doctorat D'Etat en Génies, 2009. - p. 93.

Bruneton . J. Pharmacognosie, Phytochimie Plantes Médicinales [Livre]. - Pris : 2ème Editions, Tech et doc, Lvoisier, 1993.

C

Camelfort H. Morphologie des végétaux vasculaires (Cytologie. Anatomie. Adaptations) [Livre]. - 1972.

Cardenas Dr Jesus huile essentielle de romarin [Livre]. - 2018.

Cardenas Dr Jesus La composition des huiles essentielles [Livre]. - 2016.

Charpentier M. J., Boulet, M., & Drea, C. M Smelling right: the scent of male lemurs advertises genetic quality and relatedness. - 2008. - Vol. 17(14). - pp. 3225-3233.

Chenni Mohammed 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 [Livre]. - Oran : [s.n.], 2016.

D

DESCHEPPER ROBIN VARIABILITÉ DE LA COMPOSITION DES HUILES [Livre]. - France : [s.n.], 2015.

deschepper Robin Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie [Livre]. - 2017.

Références bibliographiques

DESCHEPPER ROBIN VARIABILITÉ DE LA COMPOSITION DES HUILES ESSENTIELLES ET INTÉRÊT DE LA NOTION DE CHÉMOTYPE EN AROMATHÉRAPIE [Livre]. - France : [s.n.], 2015.

Djillali BENOUALI Extraction et identification des huiles essentielles [Livre]. - 2016.



Eloutassi N. Louasté B., Boudine L., Remmal A. Contribution au développement des régions rurales // Conservation de Rosmarinus officinalis. ScienceLib. - 2013. - Vol. v5.

Emberger L Traité botanique fascicule. - 1960. - p. 335.



F. COUIC-MARINIER Huiles essentielles : l'essentiel - Conseils pratiques en aromathérapie pour toute la famille au quotidien [Livre]. - 2013.

FloraQuebeca poil sécréteur [Livre]. - 2021.

FORESTIERE MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT RURAL INSTITUT NATIONAL DERECHERCHE Expérimentation Participative et Adaptative de Modèles de Gestion des Ressources Forestières dans la Chaîne Montagneuse de l'Atlas (Algérie, Maroc, Tunisie) »PARTIE ALGERIE ZONES FORESTIERES DE BOUHMAMA ET M'SARA. - 2012.

Forum Biologie végétale, Travaux pratiques [Livre]. - 2018.

Fouad Menaceur composition chimique et activité biologique des huiles essentielles et extraits du romarin et de la lavande [Livre]. - 2011.



G Guy Les plantes à parfum et huiles essentielles à Grasse. [Livre]. - paris : Édition L'Harmattan, 1997.

G Helmut Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen.. - 1996.

G.F. Grella V. Picci Phytoterapia [Livre]. - 1988.

Références bibliographiques

Giusti M. M. et Wrolstad, R. E Anthocyanins: characterization and measurement with UV visible spectroscopy [Revue] // Current protocols in food analytical chemistry New York: John Wiley & Sons: Unit. - 2001. - Vol. 2. - pp. 1-13.



Houda Mme Henniche extraction et valorisation des huiles essentielles du Romarin (Algérie) obtenus par différents procédés [Livre]. - 2018.



Iserin P Masson M et Restellini J P Larousse des plantes médicinales. identification préparation, soins . [Livre]. - [s.l.] : Ed larousse , 2007. - p. 14.



J Brunton Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3ème édition [Livre]. - Paris : [s.n.], 1999.

J. Bernath B. Danos, E. Hethelyi Herba Hung [Livre]. - 1991 : [s.n.].

J. BRUNETON Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales [Livre]. - [s.l.] : (5° Edition), Lavoisier., 2016.

Janvolak.K et Jinistodola.L. Plantes médicinales illustration de Francis et Severa. [Revue]. - 1985. - pp. 256-258.

Julia LAURENT CONSEILS ET UTILISATIONS DES HUILES ESSENTIELLES LES PLUS COURANTES EN OFFICINE [Livre]. - 2017.



Khabthane.A contribution a l'étude des caractères morphologiques, physiologiques et des marqueurs moléculaires pour l'évaluation du polymorphisme phénotypique et génétique des espèces du genre Tamarix dans différents écotopes de la zone steppique de KHENCHELA (EST AL [Livre]. - KHENCHELA : [s.n.], 2015.

KHC Baser et G. et Buchbauer Handbook of Essential oils [Revue] // Science, Technology And Applications.. - [s.l.] : CRC Press. UK., 2010.



La FAO La FAO et la foresterie : Vers une définition harmonisée des produits forestiers non ligneux » [Section du livre]. - Rome : [s.n.], 1999.

Lamia BOUTABIA Salah TELAILIA, Ismail BOUGUETOF, Faouzi GUENADIL et Azzedine CHEFROUR Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie) [Section du livre]. - 2016.



M Faucon Traité d'aromathérapie scientifique et médicale. Sang de la terre [Livre]. - 2012.

M Huguet La route des épices. - 2008.

M. Desjobert A. Bianchini, P. Tomi, J. Costa, A.F. Bernardini Contribution de la RMN du carbone-13 à l'analyse d'huile essentielles de Corse et du Viet-Nam [Livre]. - 1997.

MANSARD Michaël Le camphrier : étude botanique, chimique et biologique de ses huiles essentielles [Livre]. - 2016.

Marion Leplat la Romarin, *Rosmarinus officinalis* L., une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale [Livre]. - France : [s.n.], 2017.

Meharzi Mohammed Kamel-Eddine Forêt, géosystèmes et dynamique du milieu : Le cas de l'Aurès [Livre]. - 2010.



Nassim Djabou formation en développement de plantes médicinales et aromatiques et de techniques de distillation d'huiles essentielles et végétales pour les produits forestiers non ligneux [Livre]. - 2021.

Nasri M., Bennadji Y. Valorisation et identification des substances bioactives du romarin (*Rosmarinus officinalis* L.). -2021.

Novak J., 2005. Lecture held on the 35th International Symposium on Essential Oils, Giardini Naxos [Livre]. - Sicily : [s.n.], 2005



Rameau J. Mansion D., Dumé G Région méditerranéenne // Flore forestière française :. - 2008.

Regnault-Roger, Catherine et Hamraoui Abdelaziz Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. - 1997 2013. - Vol. 144.4. - pp. 401-412.



S Auguste d'après les résultats de la science moderne. - [s.l.] : Dictionnaire d'étymologie française, (1862).

S. Fellah M. Romdhane, M. Abderrabba, J. Soc. Alger. Chim, extraction et étude des huiles essentielles de la *Salvia officinalis* L. cueillie dans deux régions différentes de la Tunisie [Livre]. - Alger : [s.n.], 2006.

S.Ayadi C.Jerribi, M.Abderrabe Extraction et étude des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* cuillie dans trois régions différentes de la Tunisie [Livre]. - 2011.

Sangwan N.S. Farooqi A.H.A., Shabih F., Sangwan R.S. Regulation of essential oil production in plants. Plant growth regulation [Livre]. - 2001.

Sangwan N.S. Farooqi A.H.A., Shabih F., Sangwan R.S. Regulation of essential oil production in plants. Plant growth regulation [Livre]. - 2001.

Sanon et E Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. [Revue]. - Alger : Ben Aknoun., 1992. - 686. - p. 121.

Scora X Torrissi S Relation of taxonomic, climatic and tissue maturity factors to the essential oil [Livre]. - 1965.

SEDJELMASSI Les plantes médicinales du Maroc [Livre]. - 1993.

service Algérie presse Khenchela : Kheirane, un village amazigh chargé d'histoire [Livre]. - khenchela : [s.n.], 2021.



Références bibliographiques

Ulmann Encyclopedia of industrial chemistry [Livre]. - 2005.

W

WS.Benston Fleurs algériennes. [Revue] // O.P.U.NT. . - p. 54.

Y

Yamna Melle Adjimi Nour Elhouda Etude physico-chimique de l'huile essentielle extraite du Rosmarinus officinalis [Livre]. - 2014.

Yildirim A., Mavi, A., Kara, A.A Determination of antioxidant and antimicrobial activities of Rumex crispus L. extracts [Revue] // Journal of Agricultural and Food. - 2001. - Vol. 49. - pp. 4083-4089.

dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, nous avons réalisé une étude sur l'extraction, la caractérisation et la valorisation d'une plante aromatique *Rosmarinus officinalis L.*. Les huiles essentielles sont extraites par hydrodistillation de la partie aérienne du romarin poussant à l'état spontané, cueillie au printemps dans deux régions géographiquement différentes : Assoul à Bouhmama et Oued El Arab à Kheirane wilaya de Khenchela correspondant à une exposition "Nord" et "Sud" respectivement afin d'étudier l'influence des paramètres écologiques ; édaphiques et climatiques sur la qualité et le rendement de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L.*

L'aspect microscopique de la plante après avoir été exposé à la double coloration des feuilles et des tiges a mis en évidence la présence des tissus sécréteurs superficiels (poils épidermiques à tête vésiculaire). L'extraction a permis d'obtenir les huiles essentielles avec des rendements de 1.25% (foret d'Assoul) et 1.18% (monts de Oued el Arab) de matière végétale sèche. Les essences des deux sites présentent des compositions chimiques et caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques différentes. La caractérisation par GC/SM des huiles essentielles obtenues dans les deux régions a révélé un même composé majoritaire qui est le camphre avec des teneurs 31.191% et 36.929% de L'essence ce qui leur donne un chémotype de romarin camphré "*Rosmarinus officinalis camphoriferum*". *Rosmarinus officinalis L.* est plus sensible aux changements des conditions écologiques. L'élaboration des essences végétales est totalement tributaire des facteurs environnementaux. **Mots-Clés** : *Rosmarinus officinalis L.*, plantes médicinales, huile essentielle, hydrodistillation, GC/SM, conditions écologiques.

as part of the valorization of aromatic and medicinal plants, we carried out a study on the extraction, characterization and valorization of an aromatic plant *Rosmarinus officinalis L.* The essential oils are extracted by hydrodistillation from the aerial part of the rosemary growing in the spontaneous state, picked in two geographically different regions: Assoul in Bouhmama and Oued El Arab in Kheirane wilaya of Khenchela corresponding to an exhibition "North" and "South" respectively in order to study the influence of ecological parameters; edaphic and climatic on the quality and yield of the essential oil of *Rosmarinus officinalis L.*

The microscopic appearance of the plant after being exposed to the double coloration of the leaves and stems highlighted the presence of superficial secretory tissues (epidermal hairs with a vesicular head). The extraction made it possible to obtain the essential oils with yields of 1.25% of (Assoul forest) and 1.18% of (Oued El Arab mountains) of dry plant matter. The species of both sites have chemical compositions and characteristics physico-chemical and organoleptic different. The characterization by SPG/SM of the essential oils obtained in both regions revealed the same majority compound which is camphor with contents 31.191% and 36.929% of the essence which gives them a type of camphor rosemary "*Rosmarinus officinalis camphoriferum*". *Rosmarinus officinalis L.* is more sensitive to changes in ecological conditions. The development of plant species is totally dependent on environmental factors.

Keywords: *Rosmarinus officinalis L.*, medicinal plants, essential oil, hydrodistillation, GC/MS , ecological conditions.

في إطار تثمين النباتات العطرية والطبية ، قمنا بإجراء دراسة حول استخراج و تقييم و تحديد خصائص نبات عطري *Rosmarinus officinalis L.* . يتم استخراج الزيوت الأساسية عن طريق التقطير المائي للجزء الجوي من إكليل الجبل الذي ينمو بطريقة تلقائية ، تم جمعه في الربيع بمنطقتين مختلفتين جغرافيًا: أسول في بوحمامة ووادي العرب بخيران ولاية خنشلة المقابلة للواجهة " الشمالية " و " الجنوبية " على التوالي من أجل دراسة العوامل البيئية (التربة و المناخ) المؤثرة على جودة وإنتاجية الزيت العطري لـ *Rosmarinus officinalis L.*

أظهر المظهر المجهرى للنبات بعد تعرضه للتلوين المزدوج للأوراق والسيقان وجود أنسجة إفرازية سطحية (شعر بشري برأس حويصلي). مكن تقطير المواد النباتية الجافة من الحصول على زيوت عطرية ذات مردود 1.25% (غابة أسول) و 1.18% (جبال واد العرب). الزيوت الأساسية المستخرجة من كلا الموقعين لها تركيبات كيميائية وخصائص فيزيوكيميائية و حسية مختلفة. كشف التوصيف بواسطة GC / MS للزيوت الأساسية التي تم الحصول عليها في المنطقتين عن نفس مركب الأساسي وهو الكافور بنسب 31.191% و 36.929%، مما يمنحهم النمط الكيميائي لإكليل الجبل بالكافور. يعتبر إكليل الجبل أكثر حساسية لتغيرات الظروف البيئية. يعتمد تطوير الزيوت النباتية كليًا على العوامل البيئية.

الكلمات المفتاحية : *Rosmarinus officinalis L.* ، نباتات طبية ، زيت عطري ، التقطير المائي ، GC / SM ، العوامل البيئية.

