

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI-LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Filière : Sciences Biologiques
Option : Ecologie végétale et environnement

THÈME

**Influence des conditions climatiques sur le rendement et la
qualité des huiles essentielles de quelque plantes
aromatiques locales**

Présenté par :

Amani LABGAA.

Soutenu publiquement le : 03/07/2025

Devant le jury composé de :

Présidente	Dr. KRAZA Lamia	MCB	Université de Laghouat
Examinatrice	Dr. BENABED Khadidja Houda	MCA	ENS- Laghouat
Encadrante	Pr. BOUSSOUSSA Hadjer	Pr	Université de Laghouat

Année universitaires: 2024/2025

Remerciements

وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا (الإسراء: 85)

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout-Puissant pour m'avoir donné force et volonté afin de réaliser ce mémoire ;

- ❖ Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à ma directrice de mémoire, Mme. **Hadjer BOUSSOUSSA**, Professeur à l'université de Laghouat pour son accompagnement précieux et ses conseils ;
- ❖ Mes remerciements vont également à : **Mme KRAZA Lamia** pour l'honneur qu'elle me fait de présider ce jury et de juger ce travail et à **Mme BENABED Khadidja Houda** pour l'honneur qu'elle me fait d'avoir accepté d'examiner ce mémoire ;
- ❖ Je tiens à exprimer ma gratitude au professeur *Chaibi Rachid* et à M^{elle} *Sara Kouidri* pour avoir facilité ce travail ;
- ❖ Je tiens également à remercier les membres du CRAPC ;
- ❖ Je remercie également tous les enseignants du département de Biologie pour tout le savoir qu'ils m'ont octroyé tout au long de mon cursus universitaire ;
- ❖ Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite et à l'achèvement de ce mémoire

Dédicace

وفوق كل ذي علم عليم" (يوسف 76)

وأن ليس للإنسان إلا ما سعى (النجم 39)

وبعد الصبر والجهد حققنا امانينا

J'ai toujours prié Allah de m'accorder la sincérité dans la prière et la certitude dans l'exaucement, et me voilà maintenant, par la grâce, le succès et le soutien d'Allah, couronnant cette fatigue par ce modeste mémoire.

Louange à Allah, grand merci, bon et béni, d'avoir atteint ce stade où j'ai eu l'occasion d'écrire et d'exprimer ma gratitude et mes remerciements à Allah, le Tout-Puissant, qui s'il aide, l'achève, même si c'est pour un certain temps.

- Je dédie cet humble travail à **mes chers parents (Ahmed ; Aicha)**, que Dieu les protège.
- Je le dédie également à mes sœurs : ***Siham et sa famille, Dalal et Soulaima***, à mon frère ***Abed Raouf et sa famille***,
- Et à tous ceux que j'ai connus tout au long de mon cursus universitaire.
- Merci à tous ceux qui m'ont soutenu et qui ont cru en moi
- Merci à tous ceux qui m'ont motivé
- Merci à tous ceux qui étaient dans ma vie pendant cette période
- Merci à tous

Résumé

Le présent travail consiste à évaluer l'influence des conditions climatiques sur le rendement et la qualité en huile essentielle de quatre plantes aromatiques : *Rosmarinus officinalis* ; *Juniperus oxycedus*; *Artemisia herba-alba* et *Thymus vulgaris* L. Les plantes ont été récoltées des zones suivantes : Djidiouia ; Bordj snouci ; Djbel lamour ; Oued mora et El ghaicha) et les huiles essentielles obtenues à partir des plantes choisies par hydrodistillation ont été analysées par CPG/SM.

Les résultats ont montré l'effet des facteurs climatiques (tels que la température et la pluviométrie...) sur le rendement et la composition des huiles essentielles, Il ressort clairement de cette étude que le climat et la situation géographique ont une influence sur la qualité des huiles essentielles ainsi un changement du chémotype a été constaté d'une région à une autre

Mots-clés : *Rosmarinus officinalis* ; *Juniperus oxycedus*; *Artemisia herba-alba*; *Thymus vulgaris* L ; hydrodistillation, les huiles essentielles, CPG/SM

Abstract

The present work aimed to evaluate the influence of climatic conditions on the yield and essential oil quality of four aromatic plants: *Rosmarinus officinalis*; *Juniperus oxycedus*; *Artemisia herba-alba* and *Thymus vulgaris* L. The plants were harvested from the following areas: Djidiouia; Bordj snouci; Djbel lamour; Oued mora and El ghaicha) and the obtained essential oils from the selected plants by hydrodistillation were analyzed by GC/MS.

The results showed the effect of climatic factors (such as temperature and rainfall...) on the yield and composition of essential oils. It is clear from this study that the climate and geographical situation have an influence on the quality of essential oils, thus a chemotype variation was observed from a region to another.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*; *Juniperus oxycedus*; *Artemisia herba-alba*; *Thymus vulgaris* L; hydrodistillation, essential oil, GC/MS

ملخص

يتمثل العمل الحالي في تقييم تأثير الظروف المناخية على إنتاجية وجودة الزيوت الأساسية لأربعة نباتات عطرية: الكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis*)؛ عرعر كادي (*Juniperus oxycedus*)؛ شبح أبيض (*Artemisia herba-alba*)؛ الزعتر البري (*Thymus vulgaris L*)

تم جمع النباتات من المناطق التالية: جديوية؛ برج السنوسي؛ جبل العمور؛ واد مرة والغيشة) و تحليل الزيوت الأساسية المتحصل عليها من النباتات المختارة عن طريق التقطير المائي بواسطة CPG/SM .

أظهرت النتائج تأثير العوامل المناخية (مثل درجة الحرارة وهطول الأمطار...) على إنتاجية وتركيب الزيوت الأساسية، ويتضح من هذه الدراسة أن المناخ والموقع الجغرافي لهما تأثير على جودة الزيوت الأساسية، وبالتالي لوحظ تغير في النمط الكيميائي من منطقة إلى أخرى.

الكلمات المفتاحية: الكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis*)؛ عرعر كادي (*Juniperus oxycedus*)؛ شبح أبيض (*Artemisia herba-alba*)؛ الزعتر البري (*Thymus vulgaris L*)؛ التقطير المائي، الزيوت الأساسية؛ CPG/SM .

Sommaire

Liste des abréviations	i
Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux.....	iii
Introduction.....	2
<i>Chapitre I : Synthèse bibliographique.....</i>	<i>4</i>
I. Les plantes aromatiques.....	5
Définition.....	5
II. Les huiles essentielles.....	5
1) Classification des huiles essentielles	6
2) Localisation ou répartition des huiles essentielles	7
3) Activités biologiques des huiles essentielles	9
4) Intérêt des huiles essentielles.....	9
5) Utilisations des huiles essentielles	9
6) Rôles écologiques des huiles essentielles.....	10
7) La composition chimique d'huile essentielle	10
7 : A. Facteurs influençant la composition chimique.....	11
8) Influence du climat sur la qualité des huiles essentielles	12
III. Méthodes d'extraction des huiles essentielles	13
1) Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	13
2) Hydrodistillation.....	14
3. Hydrodiffusion	15
4. Extraction assistée par micro-ondes	15
5. Expression à froid	16
IV. Les plantes utilisées dans cette étude.....	17
1. Le romarin officinal (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....	17
a) Composition chimique	17
b) Classification botanique	17
2. L'armoise blanche (<i>Artemisia herba-alba</i> Asso).....	18
a) Composition chimique.....	19
b) Classification botanique	19

3.	Le Thym sauvage (<i>Thymus vulgaris</i>).....	20
a)	Composition chimique	21
b)	Classification botanique	22
4)	Genévrier cade (<i>Juniperus oxycedrus</i>).....	22
a)	Composition chimique	23
b)	Classification botanique	23
V.	Méthodes d'identification des composés des huiles essentielles	24
a)	Chromatographie en phase gazeuse(CPG)	24
b)	Couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse (CPG/SM)	25
I.	Présentation des régions d'étude	25
1.	Présentation de la zone de Bordj Senouci.....	25
A.	Caractéristique du sol de Bordj Snouci	26
B.	Le climat de Bordj Snouci.....	26
C.	L'altitude de Bordj Snouci.....	26
2.	Présentation de la zone d'Oued Mora.....	27
A.	Caractéristique de sol de l'Oued Mora	27
B.	Climat de l'Oued Mora.....	28
C.	Altitude de l'Oued Mora	28
3.	Présentation de la zone d'El-Ghaicha	28
A.	Caractéristique du sol d'El Ghaicha	29
B.	Le climat d'El Ghaicha.....	29
C.	L'altitude d'El Ghaicha.....	29
4.	Présentation de la zone de Djidiouia	30
A.	Caractéristique du sol de Djidiouia	30
B.	Le climat de Djidiouia	31
C.	L'altitude de Djidiouia	31
5.	Présentation de la zone de Djebel Amour	31
1.	Caractéristique du sol de Djebel Lamour	32
2.	Le climat du Djebel Lamour	32
3.	L'altitude du Djebel Lamour	32
	Chapitre II : Matériel et Méthodes	34
I	Matériel et Méthodes.....	35
1.	Extraction des huiles essentielles	35
2.	Calcul des teneurs en huile essentielle.....	37

1. Analyse des huiles essentielles par CPG/SM	37
Analyse CPG/SM.....	37
Chapitre III : Résultats et discussion	38
I Résultat et discussions.....	39
1 Les teneurs en huiles essentielles	39
A. Les teneurs de <i>Thymus vulgaris</i> L.....	41
B. Les teneurs de <i>Rosmarinus officinalis</i>.....	42
C. Le teneur d'<i>Artemisia alba-alba</i>.....	43
D. Le teneur <i>Juniperus oxycedus</i>	44
II La composition chimique des extraits d'huiles essentielles.....	45
A. La composition chimique des huiles essentielles	45
Conclusion	53
Références bibliographique.....	57
Annexes	70

Liste des abréviations

HE : Les Huiles essentielles.

OMS : L'organisation mondiale de la Santé.

UV : Lumière Ultra violette.

CPG : La chromatographe en phase gazeuse

SM : Spectrométrie de masse

Liste des figures

Figure 1 : Montage de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau. (Collin, G. (2000)).....	14
Figure 2 : Montage d'hydrodistillation de type Clevenger (Clevenger, 1928)	14
Figure 3: Le principe de l'hydrodiffusion. (Collin, G. (2000))......	15
Figure 4 : Appareillage utilisé pour l'extraction assistée par micro-ondes. (Collin, G. (2000))	16
Figure 5: Extraction par expression mécanique à froid. (Collin, G. (2000)).	16
Figure 6: <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin) (Original 2025)	17
Figure 7 : <i>Artemisia herba-alba</i> Asso (Original 2025).....	19
Figure 8 : <i>Thymus vulgaris</i> (Original 2025)	20
Figure 9 : <i>Juniperus oxycedrus</i> (Original 2025).....	23
Figure 10: Situation géographique de la région de Bordj Snouci.....	26
Figure 11 : Localisation géographique de la commune d'oued Mora DPSL : direction de planification et des statistiques. 2012.....	27
Figure 12: Situation géographique d'El Ghaicha	29
Figure 13: Situation géographique de Djidiouia	30
Figure 14: Situation géographique de djebel Lamour.....	31
Figure 15 : Le montage de l'hydrodistillation (originale 2025)	36
Figure 16 : Les teneurs en huiles essentielles.....	41
Figure 17 : Teneurs en huiles essentielles de <i>Thymus vulgaris</i>	42
Figure 18 : Teneurs en huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	43
Figure 19 : Teneurs en huiles essentielles d' <i>Artemisia alba-alba</i>	44
Figure 20 : Teneurs en huiles essentielles de <i>Juniperus oxycedrus</i>	44

Liste des tableaux

Tableau 1 : La classification des huiles essentielles. (Lobstein, 2018)	6
Tableau 2: Exemples d'huiles essentielles issues de différentes parties de plantes (Deshepper, 2017)	8
Tableau 3: Position systématique de l'espèce <i>Rosmarinus officinalis</i> (Quezel et Santa, 1963).....	18
Tableau 4: Position systématique de l'espèce <i>Artemisia herba-alba</i> Asso (Vallès et al., 2003).....	19
Tableau 5: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> (Abdelli, 2017).....	21
Tableau 6: Position systématique de l'espèce <i>Thymus vulgaris</i> : (Benourad, 2015).....	22
Tableau 7: Position systématique de l'espèce <i>Juniperus oxycedrus</i> : (Quézel et Santa, 1962).....	24
Tableau 8: Les plantes étudiées, leurs noms scientifiques, la partie utilisée et L'altitude	35
Tableau 9: L'altitude, la quantité des huiles essentielles dans 100g et couleur	39
Tableau 10: Résultat du Calcul des teneurs en huile essentielle	40
Tableau 11 : Les composés majoritaires des huiles essentielles des plantes étudiée ...	49
Tableau 12 : Les composés majoritaires des huiles essentielles des plantes étudiée et leur propriétés et présence.....	51

Introduction

Introduction

L'Algérie bénéficie d'une flore très riche et diversifiée, composée principalement de plantes aromatiques et médicinales qui poussent à l'état sauvage. La valorisation de ces ressources végétales représente un enjeu majeur pour le pays, tant pour la santé que pour l'économie. Ces plantes, nombreuses et réparties sur différentes zones géographiques, sont utilisées traditionnellement pour leurs vertus thérapeutiques et culinaires (**Amroune 2018**).

Les plantes aromatiques sont riches en nutriments et composés bénéfiques. Elles apportent des protéines, des fibres, des huiles essentielles (composés volatils). En outre, elles renferment des substances phytochimiques, présentes en faibles quantités, mais ayant des effets bioactifs, notamment des propriétés antioxydantes, antibactériennes ou antivirales (**Costa et al, 2015**).

Aujourd'hui, environ 3000 huiles essentielles sont produites et utilisées dans divers secteurs, notamment les industries cosmétiques et pharmaceutiques (**Hülya Güçlü ; 2025**).

Ces huiles contiennent une large gamme de métabolites secondaires aux activités biologiques variées telles qu'antifongiques, antibactériennes, antioxydantes et insecticides. Issues de végétaux odorants, elles font l'objet de nombreuses recherches médicales ayant démontré leur efficacité dans le traitement de plusieurs pathologies. Contrairement à la plupart des agents antimicrobiens utilisés pour la désinfection de l'air, ces substances sont peu ou pas toxiques (**Hülya Güçlü ; 2025**).

La flore aromatique de l'Algérie est particulièrement riche et variée. Elle comprend de nombreuses espèces, qu'elles soient spontanées ou cultivées, dont plusieurs sont endémiques. Parmi les plantes aromatiques les plus couramment utilisées figurent le thym, le romarin, l'origan, la menthe, l'armoise blanche, le myrte, le laurier, la coriandre et le fenugrec (**Sahi, 2016**).

En outre, la flore algérienne recense environ 289 espèces considérées comme assez rares, 647 espèces rares, 640 très rares, 35 rarissimes, ainsi que 168 espèces endémiques, dont un grand nombre présentent des propriétés aromatiques et médicinales (**Kazi et Dali, 2020 ; Sahi, 2016**).

L'objectif global de ce mémoire est d'étudier l'influence des conditions climatiques sur le rendement et la qualité des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques récoltées de différentes régions de l'Algérie.

Ce document s'organise en deux parties :

- **Une synthèse bibliographique** : fournit des informations générales sur les plantes aromatiques et médicinales, les huiles essentielles et les effets du climat sur celles-ci. Elle fournit également des informations générales sur la composition chimique des huiles essentielles, une présentation des espèces étudiées et, enfin, une étude de quelques méthodes d'extraction des huiles essentielles.
- **La partie pratique** : comprend une présentation détaillée du matériel et méthodes expérimentales utilisés pour l'extraction des huiles essentielles (HE) et l'analyse de la composition chimique par CPG/SM de nos extraits. Suivi par l'exposé des résultats obtenus ainsi que leurs interprétation et discussion.

Enfin, nous terminerons par une conclusion et perspectives de recherche.

***Chapitre I : Synthèse
bibliographique***

I. Les plantes aromatiques

Définition

Les plantes aromatiques sont des végétaux qui contiennent des molécules odorantes ou volatiles responsables de leur arôme. Ces composés aromatiques sont présents en quantité suffisante dans différents organes de la plante, tels que les feuilles, les fruits, les racines ou encore l'écorce. Toutefois, seules quelques-unes de ces plantes sont capables de synthétiser des saveurs de manière naturelle **(Pyrovolos et Kamperidou 2025)**

De manière générale, les plantes présentent deux grands types de métabolismes. Le métabolisme primaire, essentiel à leur croissance et développement, produit en grande quantité des composés de base tels que les sucres, les lipides et les protéines. En parallèle, le métabolisme secondaire génère des substances en plus faible quantité, appelées métabolites secondaires, qui jouent un rôle important dans l'adaptation des plantes à leur environnement. Ces composés, bien que présents en petite quantité, ont des applications précieuses, notamment dans les domaines pharmaceutique et cosmétique. Parmi eux, on trouve les huiles essentielles, aux côtés des alcaloïdes et des polyphénols **(Dupont et Martin, 2024)**.

II. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) sont des substances liquides, volatiles et odorantes, non grasses, extraites de plantes ; Bien que la majorité des végétaux en contiennent, c'est généralement en très faible quantité. Seules certaines plantes dites « aromatiques » en produisent en quantité significative. Le procédé le plus couramment utilisé dans l'industrie des arômes pour les extraire est la distillation à la vapeur d'eau. Les huiles essentielles obtenues par ce procédé sont des composés peu polaires, très volatils, odorants et, dans la plupart des cas, moins denses que l'eau **(Boukhatem et Setzer ; 2024)**.

1) Classification des huiles essentielles

Les huiles essentielles peuvent être classées selon plusieurs critères, notamment leur composition chimique, leurs fonctions, et leur origine botanique. On retrouve principalement des classifications basées sur les molécules chimiques principales, comme les terpènes, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les esters, les phénols, etc. **Couic-Marinier et Lobstein (2013).**

Tableau 1 : La classification des huiles essentielles. (Lobstein, 2018)

	Exemple	Huiles essentielles
Carbures	limonène, pinènes, terpinènes, paracymène, sabinène, camphène,	limonène, pinènes, terpinènes, paracymène, sabinène, camphène,
Aldéhydes	Citrals, citronellal, aldéhyde cuminique, aldéhyde cinnamique	Citronnelle de java, Eucalyptus Citronné, Mélisse, Citron, Cumin, Cannelle...
Cétone	verbénone, thujone, bornéone (camphre), fenchone, menthone, carvone, italidiones...	Romarin à Verbénone, Sauge officinale, Romarin à Camphre, Lavandula Stoechas, Menthe Poivrée
Ester	Romarin à Verbénone, Sauge officinale, Romarin à Camphre, Lavandula Stoechas, Menthe Poivrée	apin de Sibérie, Epinette Noire, Sauge Sclarée, Petit Grain Bigarade
Oxydes	1,8-cinéole (eucalyptol), oxyde de linalool	Eucalyptus, Laurier Noble, Ravintsara, Niaouli,

		Cajeput,...
Phénol	carvacrol, thymol, eugénol	Origan Compact, Thym à thymol, Clou de Girofle, Sarriette des montagnes
Ether	méthyl-chavicol, apiol, safrol, myristine	
Alcool	linalol, géranol, citronellol, terpinèn-4-ol, thujanol-4, menthol, borneol.	Thym, Lavande Fine, Palmarosa, Géranium Rosat, Tea Tree, Marjolaine à Coquilles, Menthe des

2) Localisation ou répartition des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont largement répandues dans le règne végétal, principalement chez les phanérogames, bien que certains cryptogames en contiennent aussi. Elles se forment dans divers organes végétaux et sont localisées soit dans les glandes des poils sécréteurs, soit dans des réservoirs intracellulaires en forme de canaux (**Tavleen et al ; 2011**).

Ces huiles peuvent être stockées dans tous les organes de la plante, notamment les feuilles, fleurs, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits et graines. Leur synthèse et accumulation sont généralement liées à des structures histologiques spécialisées, souvent situées à la surface ou à proximité de celle-ci. Ces structures incluent les cellules à huile essentielle chez les Lauraceae ou Zingiberaceae, les poils sécréteurs chez les Lamiaceae, les poches sécrétrices chez les Myrtaceae ou Rutaceae, ainsi que les canaux sécréteurs chez les Apiaceae ou Asteraceae (**Aberchane et al ;2001**).

Les trichomes glandulaires représentent les principaux sites de biosynthèse des huiles essentielles. Les plantes dépourvues de ces structures spécialisées ne produisent que de faibles quantités de monoterpènes. Par conséquent, le développement de ces structures,

ainsi que les mécanismes de sécrétion, influencent directement la production et le potentiel de synthèse des huiles essentielles (**Bourkhiss et al ; 2009**).

.Localisation et distribution

- Les huiles essentielles peuvent être extraites de différentes parties de la plante :
- Les feuilles (menthe poivrée, basilic grand vert),
- Les fleurs (lavande, ylang),
- Le bois (cèdre Atlas, santal blanc),
- Les racines (gingembre, valériane, vétiver),
- Les graines (coriandre, anis vert, carotte) (**Bendif, 2017**)

Tableau 2: Exemples d'huiles essentielles issues de différentes parties de plantes (**Deshepper, 2017**)

HUILES ESSENTIELLES	Partie utilisée	Exemples
	Bois	Cèdre Santal pin
	Gomme	Myrrhe Baume du Pérou
	Racines	Valériane
	Ecorce	Cannelle
	Graine	Carvi Coriandre
	Fruit	Orange Genévrier
	Rhizom	Gingembre
	Fleurs	Jasmin Rose Néroli Lavandes
	Feuilles	Menthes Origan Lemon-grass
	Feuilles et tiges	Géranium pztit grain Tea tree patchouli

3) Activités biologiques des huiles essentielles

Les HE ont des effets biologiques variés, sur les cellules de l'organisme comme les agents infectieux. Les effets et cibles sont multiples du fait de chaque composant chimique, et de leur multiplicité. Les HE ont notamment des :

- Effets antiseptiques, anti-infectieux voire antibiotiques, exemple l'HE de Lavande avec le Linalol ;
- Effets sur les réponses inflammatoire et immunologique : anti-inflammatoires, antihistaminiques ; effets sur l'activité neurologique : analgésiques, calmants, anxiolytiques, sédatifs, anti-spasmodiques, etc.
- Effets sur l'activité digestive et d'élimination : diurétiques stimulant l'excrétion urinaire, laxatifs stimulant le péristaltisme, bloquants de l'absorption des nutriments, etc.
- Effets sur le système cardiovasculaire : anti-hypertenseurs, vasopresseurs, etc.
- Effets sur le métabolisme : anti-pyrétiques ;
- Autres effets : photosensibilisation (principalement les HE d'agrumes) **(Barthe ,2007 ; Cristal, 2005).**

4) Intérêt des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont utilisées pour leurs propriétés aromatiques et thérapeutiques. Elles sont employées en aromathérapie pour leurs effets bénéfiques sur le bien-être physique et émotionnel **(Guillemain, 2015)**. De plus, elles sont utilisées dans la fabrication de produits cosmétiques, de parfums et de produits d'entretien. Le choix de la méthode d'extraction dépend de la plante utilisée et des propriétés recherchées **(Franchomme et Pénéol, 2001)**.

5) Utilisations des huiles essentielles

On connaît aujourd'hui environ 3 000 huiles essentielles, dont près de 300 sont commercialisées. Elles trouvent leur application dans divers secteurs tels que la pharmacie,

l'agroalimentaire, la santé, l'aromathérapie, la parfumerie ou encore la cosmétologie. .
(Bakkali et al., 2008).

6) Rôles écologiques des huiles essentielles

(Marghache et al 2009)

- Les interactions végétales, végétale-animales.
- Supports de communication par transfert de messages biologiques sélectifs.
- Contribuent à l'équilibre des écosystèmes, attirent les abeilles et les insectes responsables de la pollinisation,
- Protègent les végétaux contre les herbivores et les rongeurs,

Le rendement peut être parfois extrêmement faible, ce qui justifie le prix élevé des huiles essentielles. Ainsi pour obtenir 1 kg d'huile essentielle il faut :

4000 kg à 12 000 kg de mélisse,

150 kg de fleurs de lavande,

10 tonnes de pétale de rose (Grysole J, (2004).

7) La composition chimique d'huile essentielle

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes, contenant généralement entre 20 et 60 composants présents à des concentrations variables. Elles se distinguent en particulier par deux ou trois composés majeurs, présents à des concentrations relativement élevées (20 à 70 %), tandis que les autres sont présents à l'état de traces. (Bouras M., 2018).

Les propriétés antibactériennes des huiles essentielles sont principalement attribuées à deux grandes familles de composés :

Les terpénoïdes (ou composés terpéniques) : largement répandus dans le règne végétal, ces composés sont constitués d'unités de cinq atomes de carbone appelées isoprènes (C₅). On distingue principalement deux sous-groupes : les monoterpènes et les sesquiterpènes. (Bouras M., 2018).

Les **phénylpropanoïdes (ou composés aromatiques)** : moins fréquents que les terpénoïdes, ils possèdent des fonctions chimiques variées, telles que des alcools, des phénols, des dérivés méthoxylés ou des composés méthylène-dioxy (**Bouras M., 2018**).

Les huiles essentielles peuvent également contenir divers produits issus de la dégradation de constituants non volatils, résultant de processus biochimiques complexes (**Bouras M., 2018**).

7 : A. Facteurs influençant la composition chimique

Des études expérimentales ont démontré que la composition chimique des huiles essentielles peut varier considérablement. En effet, cette composition fluctue en fonction de plusieurs facteurs, notamment :

1. Origine botanique :

La composition d'une huile essentielle dépend de l'espèce végétale dont elle est issue (**Martinetti, 2013**). Toutefois, même au sein d'une même espèce, des variations de composition chimique peuvent exister. On parle alors de chémotypes, ou races chimiques, pour désigner ces différences.

2. Existence des chimiotypes

Les chimiotypes, également appelés races chimiques, sont couramment observés chez les plantes produisant des huiles essentielles. Bien qu'appartenant à la même espèce botanique, ces plantes peuvent présenter des compositions chimiques différentes. Ces variations s'expliquent par divers facteurs écologiques tels que le type de sol, l'exposition au soleil, l'altitude ou encore les conditions locales spécifiques. De plus, de légères différences dans les voies de biosynthèse peuvent aussi jouer un rôle. Ces variations chimiques peuvent influencer les propriétés thérapeutiques des huiles essentielles issues de ces plantes (**Bruneton, 1999**).

3. L'organe producteur

La composition et le rendement d'une huile essentielle dépendent de l'organe de la plante utilisé pour son extraction, chaque partie (feuille, fleur, racine, etc.) pouvant produire des huiles aux caractéristiques différentes (**Roulier, 2000**).

4. Origine géographique

La composition chimique des huiles essentielles issues d'une même plante peut varier en fonction du pays d'origine (Bowles, 2003).

5. Facteurs environnementaux et saisonniers

Les conditions climatiques ont une influence directe sur la production des huiles essentielles. Parmi les facteurs les plus déterminants, on retrouve la température, la durée d'exposition au soleil ainsi que l'intensité des radiations solaires. Ces éléments agissent simultanément sur la composition des huiles essentielles. D'autres paramètres, tels que la nature du sol, son pH, le stress osmotique et la pression atmosphérique, jouent également un rôle important (Figueiredo et al., 1992 ; Augusto et al., 2003)

6. Mode d'obtention

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles, chacune pouvant modifier leur composition. En raison de la sensibilité des constituants des huiles essentielles, la composition de l'huile obtenue par hydrodistillation diffère souvent de celle présente initialement dans les organes sécréteurs de la plante. En effet, durant l'hydrodistillation, des facteurs tels que l'eau, l'acidité et la température peuvent provoquer l'hydrolyse des esters, ainsi que divers processus chimiques comme des réarrangements, des isomérisations, des racémisations et des oxydations (Bruneton, 1999).

8) Influence du climat sur la qualité des huiles essentielles

- **Température**

Les huiles essentielles réagissent aux variations de température. Une chaleur excessive, au-delà de 38 °C, peut altérer leur composition, en particulier celles obtenues par pression à froid comme la bergamote, le citron ou l'orange. À l'inverse, des températures trop basses peuvent épaissir les huiles ou provoquer leur cristallisation. (Dobhal et al.2024)

- **Lumière**

La lumière, en particulier la lumière ultraviolette (UV), peut accélérer la dégradation de certaines huiles essentielles, notamment celles qui sont les plus sensibles, comme les huiles d'agrumes. (Dobhal et al.2024)

Humidité

L'humidité peut aussi influencer la qualité des huiles essentielles, en créant un environnement propice au développement de bactéries ou de moisissures si elles sont mal stockées. **(Dobhal et al.2024)**

- **Altitude**

Les plantes vivant en haute altitude sont exposées à des conditions environnementales plus extrêmes, telles que des températures basses et des vents intenses. Ces contraintes peuvent modifier leur métabolisme secondaire, entraînant une composition différente de leurs huiles essentielles. **(Dobhal et al.2024)**

III. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les méthodes d'extraction des HE sont très variées, et le choix de la méthode la plus convenable est compte sur la nature de la matière végétale à extraire et les caractéristiques physico-chimiques de l'huile à extraire.

1) Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

Cette méthode, la plus couramment utilisée, convient à la majorité des plantes. L'eau et les végétaux ne sont pas en contact direct : la vapeur d'eau traverse la plante, s'imprégnant en huiles essentielles (HE). Ensuite, cette vapeur chargée est dirigée vers une chambre de refroidissement où elle se condense en liquide. Les huiles essentielles, plus légères, flottent alors à la surface et sont séparées par décantation **(Festy, 2015)**.

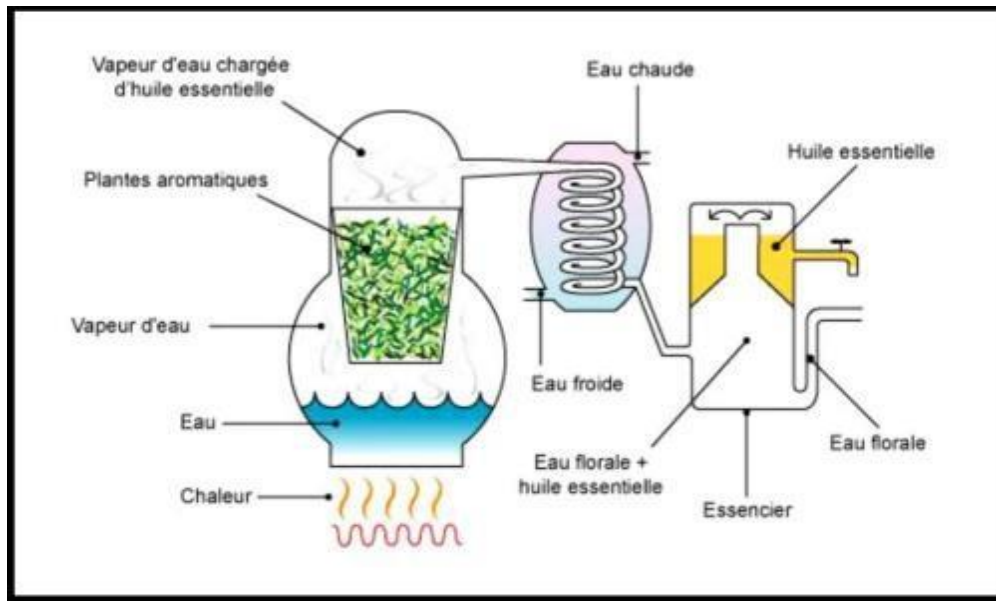


Figure 1 : Montage de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau. (Collin, G. (2000)).

2) Hydrodistillation

Cette méthode est similaire à la distillation à la vapeur, à la différence près que la plante est directement immergée dans l'eau. On place une quantité déterminée de matière végétale dans un ballon, puis on ajoute de l'eau jusqu'aux trois quarts de son volume. Le mélange est ensuite porté à ébullition. La vapeur d'eau ainsi produite, chargée en huile essentielle, est condensée à l'aide d'un réfrigérant. À la sortie, les phases aqueuse et organique sont séparées en raison de leur différence de densité. Le dispositif le plus couramment utilisé pour cette opération est l'appareil de Clevenger (Clevenger, 1928).

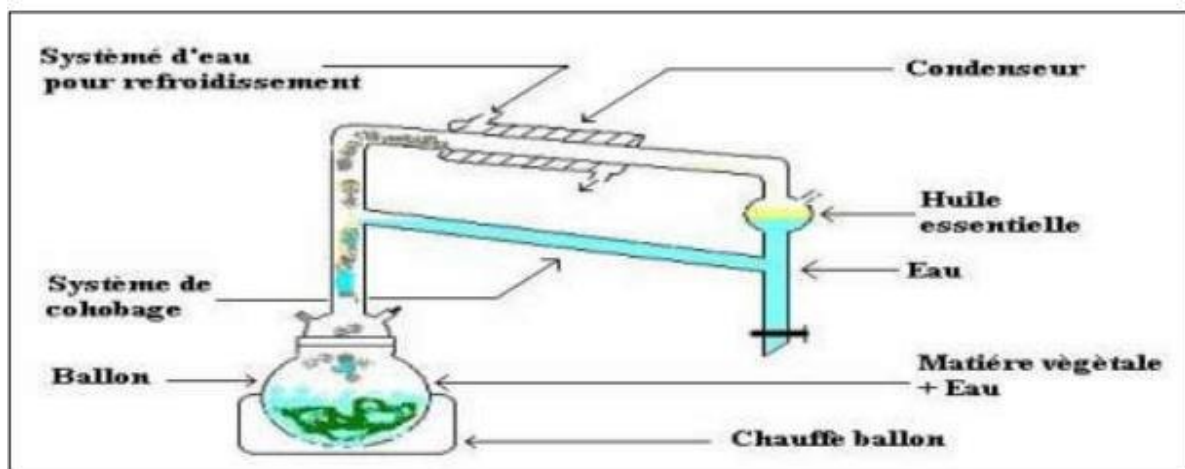


Figure 2 : Montage d'hydrodistillation de type Clevenger (Clevenger, 1928)

3. Hydrodiffusion :

L'hydrodiffusion est une technique qui consiste à faire circuler de l'eau chaude à l'intérieur de l'appareil afin de favoriser l'extraction des composés aromatiques. Contrairement à l'hydrodistillation, cette méthode permet d'éviter tout risque de brûlure des plantes, car la chaleur est diffusée de manière plus douce. Les végétaux à traiter sont disposés dans un panier perforé (**Randriamiharisoa, 1995**).

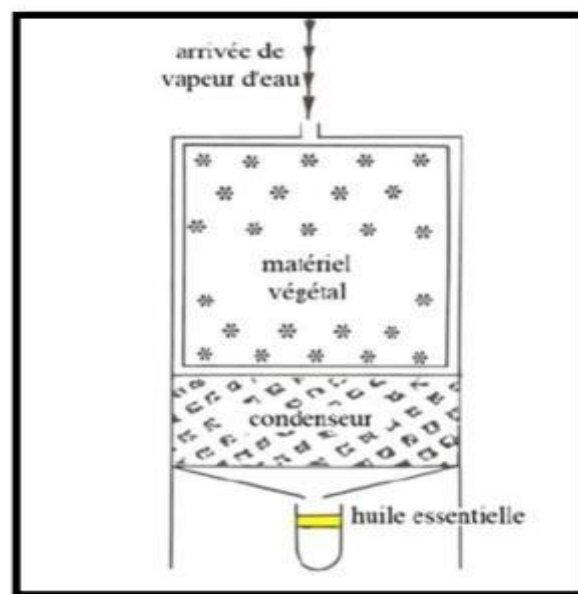


Figure 3: Le principe de l'hydrodiffusion. (Collin, G. (2000)).

4. Extraction assistée par micro-ondes

Au début des années 1990, une nouvelle méthode innovante a vu le jour : l'hydrodistillation par micro-ondes sous vide ; Ce procédé consiste à chauffer la matière végétale à l'aide de micro-ondes dans une enceinte hermétique, où la pression est progressivement réduite. La vapeur d'eau issue de l'humidité naturelle de la plante entraîne alors les composés volatils. Ces derniers sont ensuite récupérés par des techniques classiques telles que la condensation, le refroidissement et la décantation (**Zenasni, 2014**).

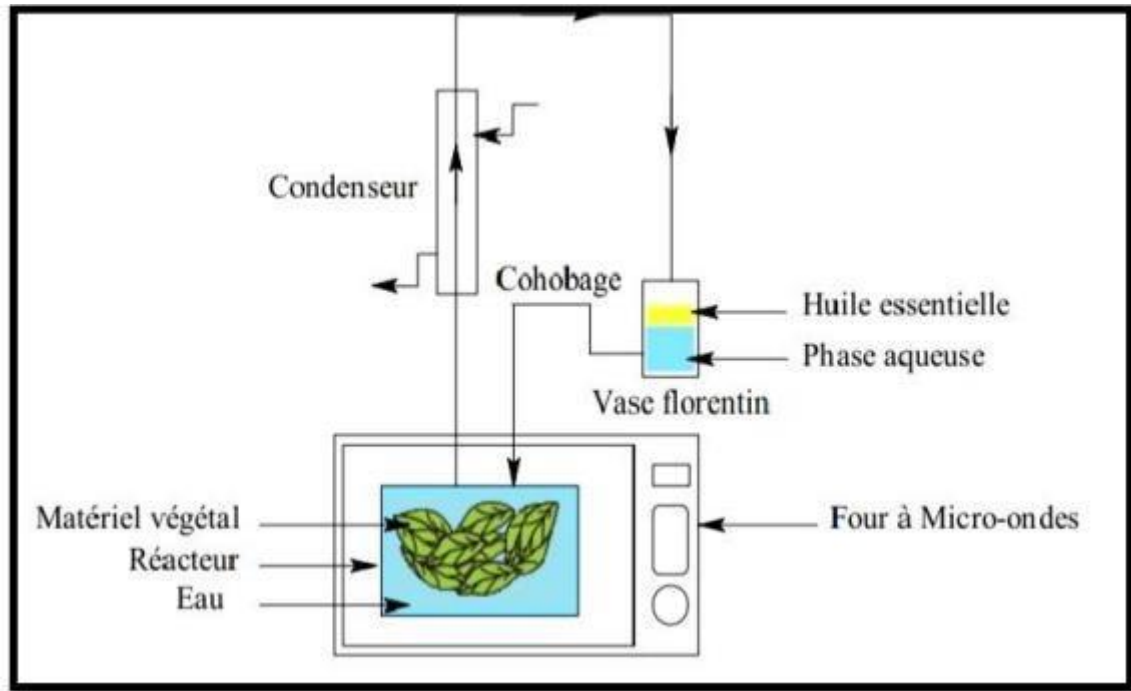


Figure 4 : Appareillage utilisé pour l'extraction assistée par micro-ondes. (Collin, G. (2000)).

5. Expression à froid

L'expression à froid est une méthode d'extraction qui consiste à presser une partie de la plante, généralement l'écorce, afin d'en recueillir les essences. Ce procédé est principalement utilisé pour les agrumes, dont les huiles essentielles se trouvent en grande concentration près de la peau (Riotte, 2017).

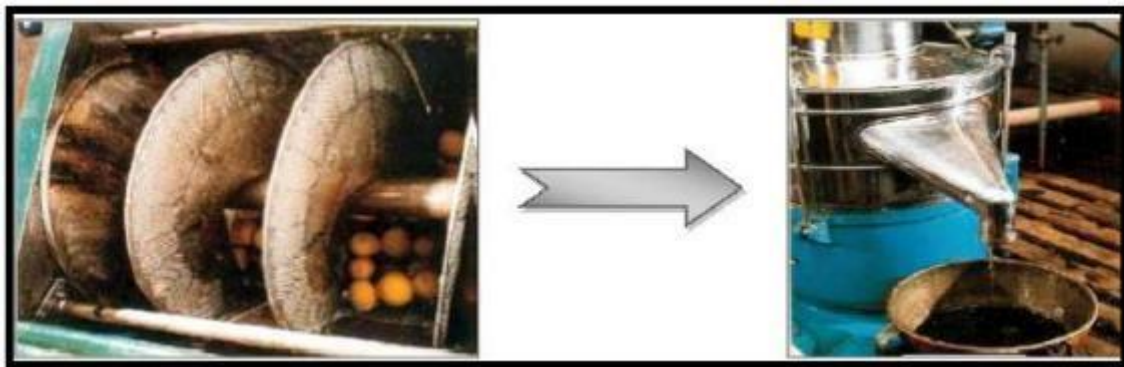


Figure 5: Extraction par expression mécanique à froid. (Collin, G. (2000)).

IV. Les plantes utilisées dans cette étude

1. Le romarin officinal (*Rosmarinus officinalis*)

Est une plante de la famille des Lamiacées, plus précisément de la sous-famille des Népétoïdées et de la tribu des Menthes. Originnaire des régions méditerranéennes, cette espèce pousse principalement sur des sols calcaires, dans des milieux secs, rocailleux et typiques des garrigues (**Site 1**)



Figure 6: *Rosmarinus officinalis* (Romarin) (Original 2025)

a) Composition chimique

L'huile essentielle de romarin est principalement composée d' **α -pinène**, dont la concentration peut varier de **7 à 80 %**. Elle contient également d'autres composés actifs tels que la **verbénone** (de **1 à 37 %**), le **camphre** (de **1 à 35 %**) et l'**eucalyptol** (également appelé 1,8-cinéole, de **1 à 35 %**). Ces proportions varient selon le chémotype du romarin, les conditions de culture, la période de récolte ainsi que le procédé d'extraction utilisé. Cette composition confère à l'huile essentielle de romarin ses propriétés aromatiques et thérapeutiques spécifiques.. (**Belakhdar J., 1997**)

b) Classification botanique

La classification botanique de l'espèce *Rosmarinus officinalis* est illustrée dans le tableau suivant.

Tableau 3: Position systématique de l'espèce *Rosmarinus officinalis* (Quezel et Santa, 1963)

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Dicotyledones
Ordre	Lamiales (Labiales)
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

2. L'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso)

Artemisia herba-alba, connue sous divers noms tels que *armoise blanche* en français, *Chih* (الشيج) en arabe, ou encore *Ifsi* et *Zérrare* en berbère, est une plante typique des régions arides et semi-arides. Elle pousse principalement en Asie occidentale, en Afrique du Nord et dans certaines régions d'Espagne (Seddiék et al. 2011 ; Al-Khazraji et al., 1993). En Algérie, on la retrouve surtout dans les Hauts Plateaux et le nord du Sahara (Aidoud, 1988). Il s'agit d'un petit arbuste vivace (chaméphytique), mesurant entre 20 et 40 cm de hauteur. Ses feuilles, de couleur vert blanchâtre, sont recouvertes de poils fins lui donnant un aspect laineux, et dégagent une forte odeur aromatique. La floraison a lieu de septembre à décembre, avec de petites fleurs jaunes hermaphrodites (Al-Khazraji et al., 1993).



Figure 7 : *Artemisia herba-alba* Asso (Original 2025)

a) Composition chimique

Selon **Boudjelal (2013)**, *Artemisia herba-alba* représente un fourrage particulièrement intéressant, notamment dans les régions steppiques d'Algérie. Bien que son apparence extérieure puisse laisser penser le contraire, cette plante présente un taux de cellulose relativement faible comparé à d'autres espèces, se situant entre 17 % et 33 %. Sa matière sèche contient entre 6 % et 11 % de protéines brutes, dont environ 72 % sont constituées d'acides aminés. La concentration en bêta-carotène des huiles essentielles varie selon les saisons, allant de 1,3 à 7 mg/kg. Parmi les principaux composants chimiques de l'armoise blanche, on retrouve les flavonoïdes et les terpènes.

b) Classification botanique

La classification botanique de l'espèce *Artemisia herba-alba* Asso est illustrée dans le tableau suivant.

Tableau 4: Position systématique de l'espèce *Artemisia herba-alba* Asso (**Vallès et al., 2003**).

Règne	Plantes
Embranchement	spermatophytes (Phanérogames)
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsidés (Dicotylédones)

Sous classe	Asteridae
Ordre	Astérales
Famille	Astéracées (Composées)
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso

3. Le Thym sauvage (*Thymus vulgaris*)

est une plante aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. Le nom *Thymus* provient probablement du latin signifiant « parfumer » ou du grec *thymos*, qui évoque le « courage » ou la « force » (Stahl-Biskup, 2002). Cette espèce pousse naturellement dans la région méditerranéenne, notamment en Algérie (Morales, 1997). Il s'agit d'un sous-arbrisseau vivace, mesurant entre 20 et 30 cm de hauteur (Benbouali, 2006). Ses tiges sont ligneuses à la base et deviennent herbacées vers le sommet, présentant une forme presque cylindrique. Les feuilles sont très petites, ovales, avec les bords enroulés vers le dessous. Les fleurs, quant à elles, sont de couleur rose pâle à blanche et mesurent entre 4 et 6 mm de long (Cheurfa, 2015).



Figure 8 : *Thymus vulgaris* (Original 2025)

a) Composition chimique

Thymus vulgaris L. contient une huile essentielle de teinte pâle, variant du jaune au rouge, caractérisée par une odeur riche et aromatique ainsi qu'un goût intense, épicé et persistant (Farrell, 1998). Cette huile est principalement constituée de phénols, notamment le thymol et le carvacrol, qui en sont les composants majoritaires. Elle renferme également divers composés minoritaires, répertoriés dans le tableau (5) (Abdelli, 2017).

Tableau 5: Composition chimique de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* (Abdelli, 2017)

Espèce	Familles	Composition
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Phénols (20% - 80%)	Thymol (30 - 70%)
		Carvacrol (3 - 15%)
	Alcools	Linalool (4 - 6.5 %)
		α - terpinéol (7.8 - 8.9 %)
	Monoterpènes hydrocarbons	p - cymène (15 - 20 %)
		γ - terpinène (5 - 10 %)
		Bornéole, camphre, limonène, myrcène, β - pinène,trans sabinène hydrate terpinène - 4 - ol (0.5 - 1.5 %)
	Sesquiterpènes Hydrocarbons	β - caryophyllène(1 - 3 %)

b) Classification botanique

La classification botanique de l'espèce *Thymus vulgaris* est illustrée dans le tableau suivant.

Tableau 6: Position systématique de l'espèce *Thymus vulgaris* : (Benourad, 2015).

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Thymus
Espèce	<i>Thymus vulgaris</i> L.

4) Genévrier cade (*Juniperus oxycedrus*)

Le genévrier oxycède, appartenant à la famille des Cupressacées, a été décrit pour la première fois par Linné en 1753 sous le nom scientifique *Juniperus oxycedrus*. L'appellation «oxycedrus» est issue de deux termes grecs : «oxys», signifiant «aigu», et «cedros», qui désigne le cèdre. Ce nom peut donc être interprété comme «cèdre aux feuilles épineuses» (Garnier et al., 1961)

Le *Juniperus oxycedrus*, ou genévrier oxycède, est un arbrisseau ou un arbuste au feuillage vert glauque, pouvant atteindre jusqu'à 9 mètres de hauteur. À maturité, il adopte une forme en colonne (Damerdji et Meniri, 2014). Son tronc est recouvert d'une écorce fine, de couleur grisâtre, qui se détache en fines lanières (Seigue, 1985).



Figure 9 : *Juniperus oxycedrus* (Original 2025)

a) Composition chimique

Selon **Molino (2005)**, la plante contient divers constituants, notamment des flavonoïdes, des terpénoïdes (dont des monoterpénoïdes et des sesquiterpénoïdes), des huiles volatiles, des tanins résineux ainsi que plusieurs substances extractibles telles que l'acide acétique, l'acide pyroligneux, l'acétone et l'alcool méthylique.

L'huile de cade, extraite de *Juniperus oxycedrus*, est particulièrement riche en composés phénoliques, représentant entre 17 et 26 % de sa composition, avec une forte proportion de gaïacol (environ 12 %). Elle contient également du cadinène (un sesquiterpénoïde), des hydrocarbures et de l'alcool cardinol. Le principal constituant de cette huile goudronneuse est le cadinène, bien que le crésol et le gaïacol soient également présents.

Les feuilles de la plante renferment quant à elles des terpénoïdes, des monoterpénoïdes ainsi que de l'acide sabinique, un acide gras. Les huiles essentielles extraites des feuilles sont principalement composées d'alpha-pinène (40 à 57 %) et d'oxyde de manoyl (5 à 10 %).

b) Classification botanique

La classification botanique de l'espèce *Juniperus oxycedrus* est illustrée dans le tableau suivant.

Tableau 7: Position systématique de l'espèce *Juniperus oxycedrus* : (Quézel et Santa, 1962).

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Sous-Embranchement	Gymnospermes
Classe	Conifères
Ordre	Coniférales
Famille	Cupressacées
Genre	<i>Juniperus</i>
Espèce	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.

V. Méthodes d'identification des composés des huiles essentielles

Selon la Pharmacopée Française et Européenne, le contrôle de qualité des huiles essentielles repose sur plusieurs essais, notamment la miscibilité dans l'éthanol ainsi que des mesures physico-chimiques telles que l'indice de réfraction, le pouvoir rotatoire et la densité relative. Des caractéristiques organoleptiques comme la couleur et l'odeur sont également prises en compte (Pibiri, 2006).

Toutefois, la méthode la plus précise pour établir l'identité qualitative et quantitative d'une huile essentielle reste l'analyse du profil chromatographique en phase gazeuse, qui permet de déterminer avec exactitude sa composition chimique.

a) Chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) s'est révélée être une méthode efficace pour la séparation et l'identification des composants d'une huile essentielle (HE), permettant à la fois une analyse qualitative et quantitative (Paris et Godon, 1979). L'échantillon est vaporisé, puis injecté à l'entrée de la colonne. L'élution est assurée par un gaz inerte, utilisé comme phase mobile. Le principe de la CPG repose sur la répartition des

composés analysés entre une phase mobile gazeuse et une phase stationnaire (liquide ou solide) fixée sur un support inerte (Skoog et al., 2003).

Les composants des mélanges, appelés « solutés », sont retenus de manière inégale par la phase stationnaire lorsqu'ils traversent la colonne. Ce phénomène, connu sous le nom de « rétention », fait que les solutés se déplacent à des vitesses différentes, généralement plus lentes que celle de la phase mobile. Cela entraîne leur séparation progressive et leur sortie de la colonne à des moments distincts. Initialement, un signal de base est enregistré en présence du seul gaz vecteur, suivi de l'apparition de pics correspondant au passage de chaque soluté séparé (Tranchant, 1995).

b) Couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse (CPG/SM)

La facilité de couplage entre ces deux techniques, les avancées dans le traitement en temps réel des signaux, la création de banques de données de spectres de masse, ainsi que le développement d'algorithmes permettant de comparer le spectre d'un composé inconnu à ceux enregistrés dans ces bases, ont largement contribué à la généralisation de l'utilisation de la CPG/SM dans les laboratoires spécialisés dans l'analyse des composés aromatisants. La chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire représente une méthode particulièrement efficace pour introduire l'échantillon dans le spectromètre de masse. En effet, la colonne capillaire est directement reliée à la source d'ions, ce qui permet l'ionisation par impact électronique de manière optimale. (Bouras M., 2018).

I. Présentation des régions d'étude

1 Présentation de la zone de Bordj Senouci

Bordj Senouci est une commune de la wilaya de **Laghouat**, située à environ **5 km au nord-est (fig.10)** du chef-lieu Laghouat. Elle s'étend dans une région agricole et occupe une position stratégique proche de zones d'habitation. **Coordonnées géographiques** : environ **33°49' N, 2°53' E** **Altitude** : environ **770 m**.

Limites naturelles et administratives :

- **Nord** : Djebel Dakhla (secteur montagneux) ;
- **Ouest**: Oued M'Zi;
- **Sud** : Kef Seridja (colline/point de repère topographique) ;
- **Est**: Commune d'El Assafia .



Figure 10: Situation géographique de la région de Bordj Snouci

A. Caractéristique du sol de Bordj Snouci

Le sol de Bordj Snouci, est peu profond, sableux, pauvre en matière organique, basique, et sujet à la salinisation. Il présente une faible capacité de rétention d'eau et de nutriments, ce qui le rend vulnérable à l'érosion éolienne. Des croûtes calcaires ou gypseuses et une salinité accrue, dues au climat sec, à l'irrigation inappropriée et au mauvais drainage, compliquent son usage agricole. L'urbanisation informelle aggrave encore la dégradation de ces sols fragiles. **(Site 2)**

B. Le climat de Bordj Snouci

Bordj Snouci, bénéficie d'un climat semi-tempéré à tendance méditerranéenne, avec des étés courts, très chauds et secs, et des hivers longs, froids et partiellement nuageux. Les températures varient de 0 à 10 °C en hiver et dépassent souvent les 30 °C en été. Les précipitations, modérées (350 à 450 mm/an), tombent principalement en hiver, tandis que l'été reste très sec en raison de l'influence saharienne et du relief de l'Atlas Tellien. Ces dernières années, le climat se réchauffe avec une baisse des pluies, et les projections annoncent une hausse de température de 3,3 °C accentuant l'aridité. **(Site 3 ; 4)**

C. L'altitude de Bordj Snouci

Bordj Senouci, se trouve à une altitude d'environ 770 mètres au-dessus du niveau de la mer. **(Site5)**

2 Présentation de la zone d'Oued Mora

L'échantillonnage a été réalisé dans la commune d'**Oued Morra**, située à environ **500 km au sud-ouest d'Alger** (fig.11), implantée à plus de 1 300 mètres d'altitude dans un relief contrasté. Dans la daïra d'Oued Morra de la wilaya de **Laghouat**. La commune s'étend sur une superficie de **360 km²** et se déploie sur les vastes **Hauts Plateaux steppiques** du sud algérois.

Ses limites administratives sont les suivantes :

- **Est**: commune de Tadjmout;
- **Nord** : commune de Sidi Bouzid ;
- **Sud** : commune de Oued M'Zi ;
- **Ouest**: commune d'Aflou.

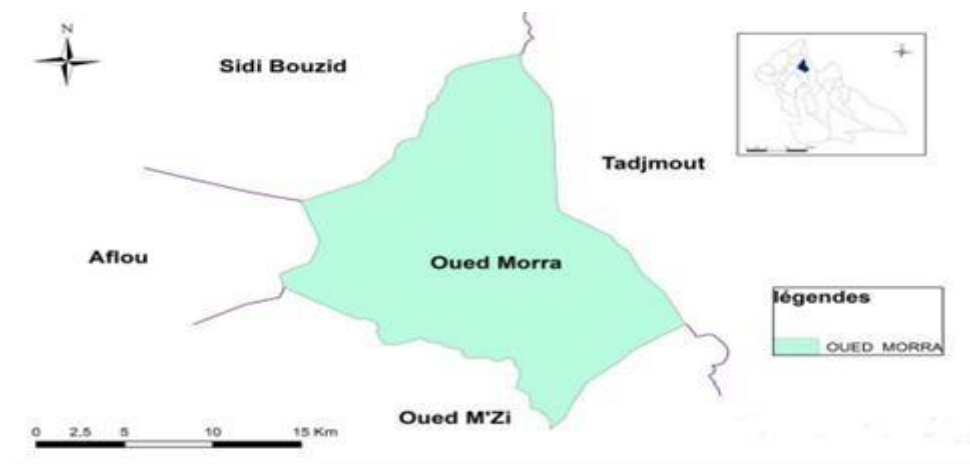


Figure 11 : Localisation géographique de la commune d'oued Mora (DPSL : [direction de planification et des statistiques. 2012](#))

A. Caractéristique de sol de l'Oued Mora

Bien que les études pédologiques spécifiques à l'Oued Morra soient rares, les recherches réalisées dans des zones comparables, comme l'Oued Righ au nord-est de l'Algérie, apportent des informations utiles. Dans ces milieux humides salins, les sols se caractérisent par une texture limoneuse à limono-sableuse, une salinité qui augmente en s'éloignant vers le sud, ainsi qu'une faible teneur en matière organique, notamment dans les sites situés au sud.

"Ces éléments indiquent que les sols de l'Oued Morra sont probablement de nature limoneuse ou limono-sableuse, caractérisés par une salinité variable et une faible teneur en matière organique, en raison des conditions climatiques arides et des pratiques agricoles locales." (Site 6)

B. Climat de l'Oued Mora

Oued Mora, bénéficie d'un climat semi-aride, marqué par des étés très chauds et secs, et des hivers modérément frais. Les températures oscillent entre 8,1 °C en janvier et 31,8 °C en juillet, avec des extrêmes pouvant atteindre 48 °C en été et descendre jusqu'à - 7 °C en hiver. Les précipitations annuelles sont faibles, avoisinant les 100 mm, concentrées principalement au printemps et en automne, tandis que l'été reste quasiment sec. (Des précipitations moyennes de 3.4mm font du mois de Juillet le mois le plus sec. En Août, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 43.4mm)

Ce climat est fortement influencé par la position géographique d'Oued Mora dans le Sud algérien, une zone dominée par des masses d'air chaud et sec, typiques des régions à tendance désertique. (Site7)

C. Altitude de l'Oued Mora

La commune d'Oued Morra, présente une altitude moyenne située entre 1 299 et 1 303 mètres. L'altitude dans cette région varie de 1 069 mètres au minimum à 1 694 mètres au maximum. Toutefois, l'altitude générale de la commune se situe globalement autour de 1 300 mètres. (Site8)

3 Présentation de la zone d'El-Ghaicha

La commune d'El-Ghaicha se situe à 440 Km au sud-ouest de la capital Alger et a est à 110 Km au Nord-ouest du chef-lieu Laghouat (fig.12), dans le massif des Djebel Amour, au cœur de l'Atlas saharien. Ses coordonnées sont 33°55' N, 2°09' E. à une altitude moyenne d'environ 1 228 m, et une superficie de 730 km²,

Administrativement, ses limites sont établies comme suit :

- Nord : communes d'Aflou et de Sebgag ;
- Est : communes d'Oued Morra et d'Oued M'Zi ;
- Sud : communes d'Aïn Madhi et de Tadjrouna ;
- Ouest : commune de Taouiala.



Figure 12: Situation géographique d'El Ghaicha

A. Caractéristique du sol d'El Ghaicha

Le sol de la région d'El Ghaicha, située en zone semi-aride, présente des caractéristiques particulières liées à son environnement. Il affiche une stabilité moyenne, avec un indice de stabilité structurale avoisinant 0,87 mm, témoignant d'une certaine résistance à l'érosion et à la dégradation. La proximité des collines de Djebel El Ghaicha, riches en argiles, influence la texture du sol, lui conférant une composante argileuse marquée. (Site 9 ; 10)

B. Le climat d'El Ghaicha

Le climat d'El Ghaicha est de type méditerranéen tempéré, caractérisé par des étés chauds et secs (classification Csa selon Köppen-Geiger). La température moyenne annuelle y est d'environ 18,9 °C, tandis que les précipitations moyennes atteignent 222,5 mm par an. (Site 11)

C. L'altitude d'El Ghaicha

La commune d'El Ghaicha, se trouve à une altitude moyenne d'environ 1 228 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette élévation s'explique par sa position au cœur de la chaîne montagneuse des Amours, qui fait partie de l'Atlas Saharien (Site 12)

4 Présentation de la zone de Djidiouia

Djidiouia (anciennement appelée **Saint-Aimé**) est une commune et chef-lieu de daïra dans la wilaya de **Relizane**.

Djidiouia se situe à 280 Km à l'ouest de la capitale Alger (fig.13), et à 33 Km du chef-lieu Relizane. Avec une superficie de 133,22 km², une **Population en 2008**, d'environ **33 835 habitants**, soit une densité de **254 hab./km²**, et une **Altitude** d'environ **50 m** ; ses **Coordonnées géographiques** sont : 35°55'46" N, 0°49'50" E (35,9294° N, 0,8307° E).

Ses limites administratives sont :

- Nord: El Hamadna et Oued Rhiou;
- Est et Sud: Ammi Moussa, Mazouna et Aïn Tarek.

Djidiouia, ancrée dans la plaine du Bas-Cheliff, occupe une place stratégique. Chef-lieu d'une daïra regroupant **trois communes** (Djidiouia, Hamri, Ouled Sidi Mihoub), il joue un rôle central dans l'administration locale. Son climat est de type méditerranéen à été chaud, favorable aux cultures de plaines (céréales, arboriculture)

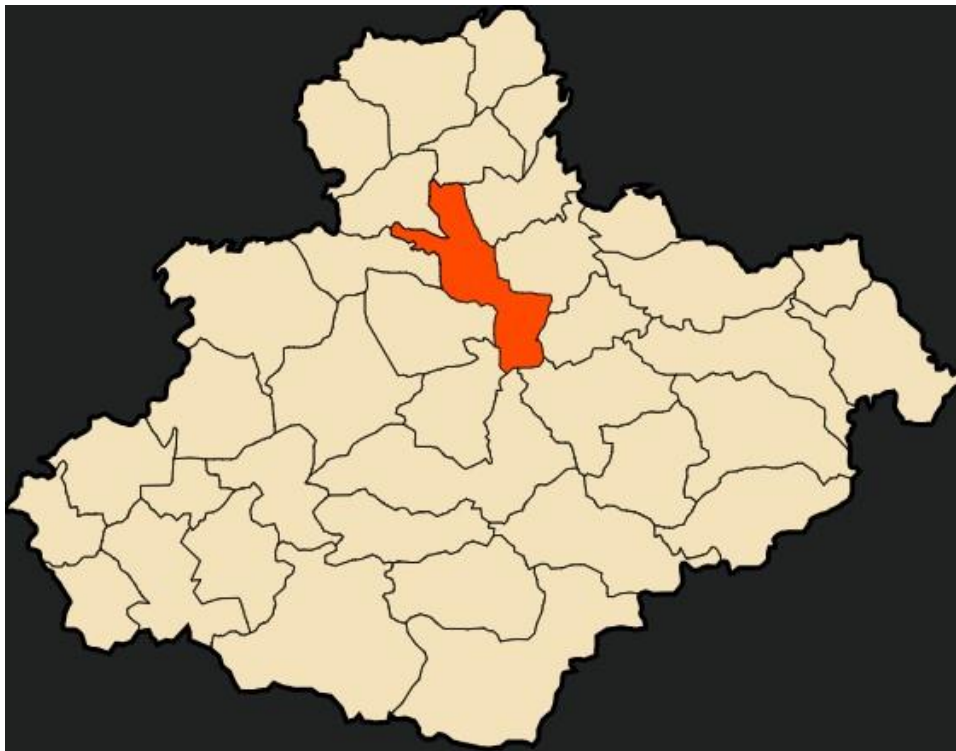


Figure 13: Situation géographique de Djidiouia

A. Caractéristique du sol de Djidiouia

Le sol de Djidiouia est principalement alcalin et carbonaté, caractéristique des milieux steppiques et présahariens. Il comprend des rendzines humifères, des sols bruns calcaires avec accumulations calciques, et parfois des sols à encroûtement gypseux. Le climat méditerranéen local, avec ses étés chauds et secs et ses hivers frais et pluvieux, influence fortement l'évolution de ces sols par des processus d'érosion et de lessivage, impactant leur structure et fertilité. **(Site 14)**

B. Le climat de Djidiouia

Le climat de Djidiouia est de type méditerranéen à été chaud (classification de Köppen Csa). Il se caractérise par une température moyenne avoisinant les 16 °C au mois de mars et par des précipitations annuelles relativement faibles, estimées à environ 35 mm (Site 13 ; 15).

C. L'altitude de Djidiouia

Djidiouia se situe à une altitude d'environ 50 mètres au-dessus du niveau de la mer. (Site 16)

5 Présentation de la zone de Djebel Amour

Le Djebel Amour se situe dans la région de Laghouat, en Algérie. Il fait partie de l'Atlas saharien et est situé entre les Monts des Ksour à l'ouest et ceux des Ouled Naïl à l'est. Le Djebel Amour s'étend sur une centaine de kilomètres de longueur, du sud-ouest au nord-est, avec une largeur de 60 kilomètres, entre le Sahara au sud et les Hauts Plateaux au nord. La ville de Laghouat est située au pied de l'Atlas saharien, au nord-est du Djebel Amour (Fig.14).

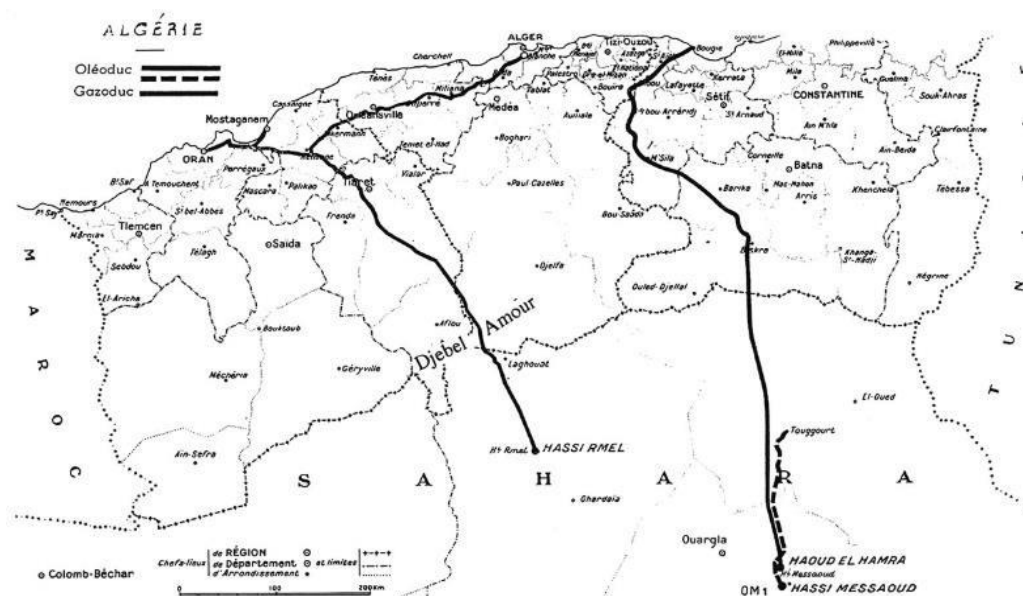


Figure 14: Situation géographique de djebel Lamour

1. Caractéristique du sol de Djebel Lamour

Le sol du Djebel Amour est étroitement lié à sa géologie complexe, son climat semi-aride et sa couverture végétale clairsemée. Cette chaîne montagneuse plissée, formée au secondaire et début tertiaire, est constituée de formations sédimentaires (calcaires, grès, marnes). Le climat, avec 300 à 500 mm de pluies irrégulières par an et une forte évapotranspiration, limite l'agriculture (seulement 6 % des terres), au profit du pâturage (80 %). La végétation, peu dense (forêts claires et steppes), reflète des sols pauvres, souvent érodés. Les sols, majoritairement calciques, alcalins et perméables, varient selon leur texture (argileuse ou sableuse), influençant leur capacité à retenir l'eau et à décomposer la matière organique. (Site17, 18)

2. Le climat du Djebel Lamour

Le Djebel Amour, situé dans l'Atlas saharien en Algérie, présente un climat allant du semi-aride à l'aride, marqué par de fortes amplitudes thermiques. Les étés y sont particulièrement chauds et secs, avec des températures pouvant atteindre 38 °C en août, tandis que les hivers sont rigoureux, avec des minima pouvant descendre jusqu'à -10 °C en janvier, notamment à la station d'Alfou. Le massif reçoit entre 300 et 400 mm de précipitations par an, avec des zones centrales atteignant parfois 500 mm, ce qui en fait la région la plus arrosée de l'Atlas saharien. Toutefois, ces pluies sont très irrégulières d'une année à l'autre et une forte évapotranspiration limite l'eau réellement disponible. Ce régime climatique a favorisé une végétation mixte, mêlant espèces méditerranéennes et steppiques, avec quelques fragments de forêts clairsemées (chêne vert, pin d'Alep, genévrier), bien que la steppe reste dominante. Ce contexte climatique a permis le développement historique d'une agriculture céréalière associée à un pastoralisme nomade ou semi-nomade. Cependant, la surface agricole utile demeure faible (environ 6 %), contre près de 80 % pour les parcours pastoraux. (Site17)

3. L'altitude du Djebel Lamour

L'altitude du Djebel Amour culmine à environ 2 008 mètres au sommet du Djebel Ksel, son point le plus élevé. Les altitudes dans ce massif varient généralement entre 1 700 et près de 2000 mètres, avec une altitude moyenne supérieure à 1 200 mètres. (Site 17. 19)

Chapitre II : Matériel et Méthodes

I Matériel et Méthodes

Le matériel végétal employé dans cette étude comprend quatre espèces de plantes aromatiques. Leurs noms scientifiques, L'altitude, ainsi que les parties utilisées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8: Les plantes étudiées, leurs noms scientifiques, la partie utilisée et L'altitude

Plantes / région		L'altitude	Partie utilisée	La date de récolte
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Bordj Senouci	772m	partie aérienne	février 2025
	Oued Mora	1300m		Mars 2025
	El - Ghaicha	1228m		Février 2025
	Djebel Lamour	1200m		Avril 2025
<i>Juniperus oxycedus</i>	Oued Mora	1300m		Mars 2025
	El - Ghaicha	1228m		Février 2025
	Djebel Lamour	1200m		Avril 2025
<i>Artemisia herba – Alba</i>	Oued Mora	1300m		Mars 2025
	El - Ghaicha	1228m		février 2025
	Djebel Lamour	1200m		Avril 2025
<i>Thymus vulgaris L</i>	Oued Mora	1300m		Mars 2025
	Djidiouia	45m		Avril 2025

Les quatre plantes ont été récoltées dans plusieurs zones, séchées à température ambiante pendant quelques jours puis stockées dans des sacs jusqu'au jour de l'extraction.

Nous avons broyé grossièrement la partie aérienne de chaque plante à l'aide d'un broyeur électrique afin d'obtenir une poudre destinée à l'extraction d'huiles essentielles.

1. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles à partir des différents échantillons a été effectuée par hydrodistillation, en utilisant un appareil de type Clevenger. Le matériel végétal, préalablement broyé, a été plongé dans un ballon rempli d'eau, puis porté à ébullition. Les vapeurs générées, riches en composés volatils, sont ensuite condensées sur une surface froide. La séparation des huiles essentielles se fait par décantation, grâce à la différence de densité entre l'eau et les huiles (Bruneton, 2009).

Le dispositif utilisé se compose d'un ballon en verre de 2 litres contenant 100 g de plante, auquel est ajouté 1 litre d'eau. Ce ballon est chauffé à l'aide d'un chauffe-ballon et relié à un appareil de Clevenger. Les vapeurs riches en huile essentielle passent par un réfrigérant, où elles se condensent et forment deux phases : une phase aqueuse (hydrolat aromatique) et une phase organique (huile essentielle). À la fin du processus, l'huile essentielle est récupérée dans un tube en verre.

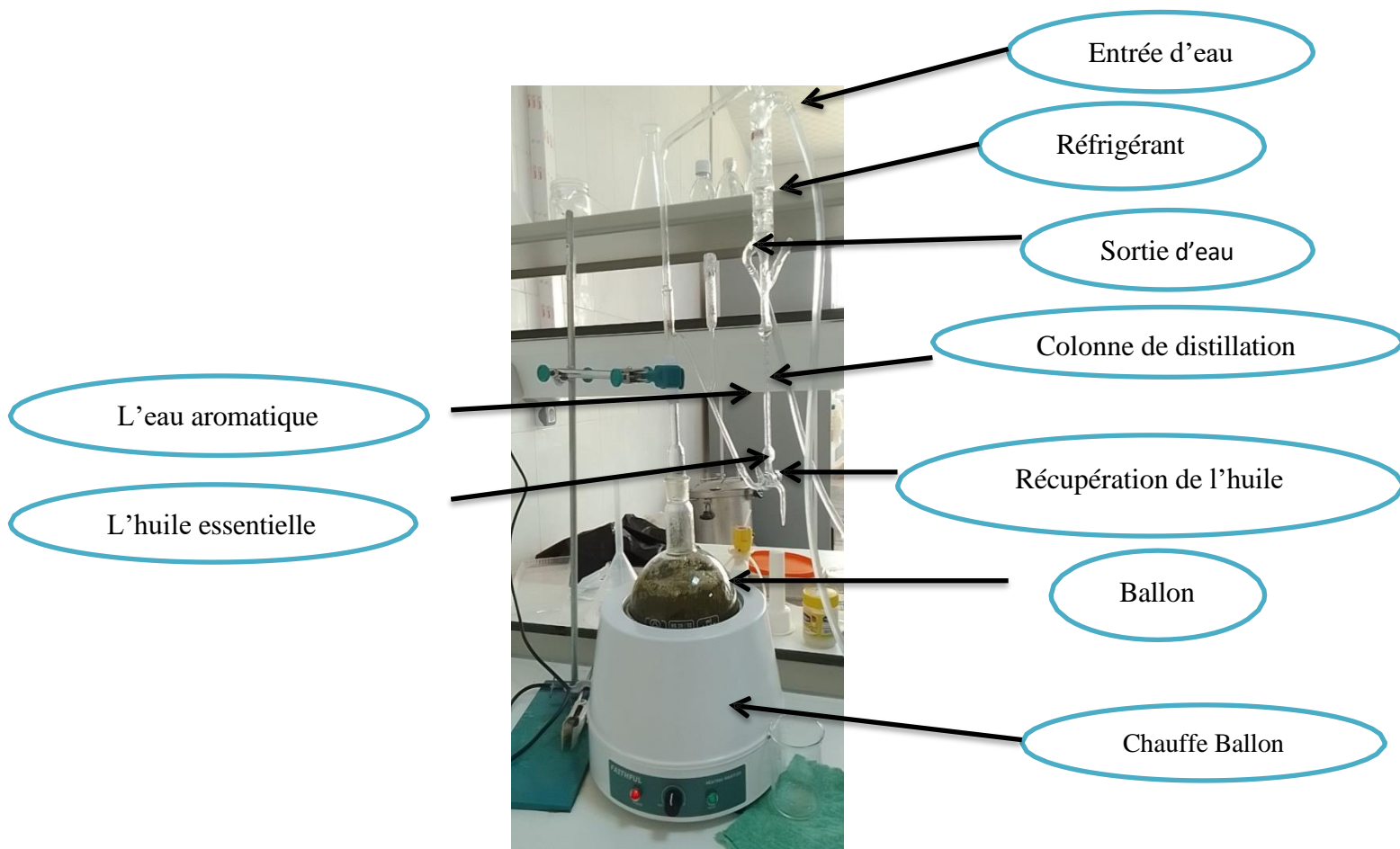


Figure 15 : Le montage de l'hydrodistillation (originale 2025).

La distillation dure de 2,5 heures à 7 heures après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur selon la matière végétale à traiter. Les huiles essentielles extraites sont conservées au réfrigérateur à +4°C, à l'abri de la lumière jusqu'à le jour d'analyse.

2. Calcul des teneurs en huile essentielle

Selon (Goudjil et al. 2015), la teneur en huile essentielle correspond au rapport entre le volume d'huile essentielle extrait et la masse de matière végétale sèche utilisée. Elle se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$T\% = \frac{V}{M0} \times 100$$

Où : T (%) : Teneur exprimé en %.

M : Volume en millilitre de l'huile essentielle résultant.

M0 : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

1. Analyse des huiles essentielles par CPG/SM

Analyse CPG/SM

L'analyse des échantillons a été réalisée dans le Plateau Technique d'Analyse Physico-chimique (PTAPC-CRAPC)-Laghouat-Algérie, en utilisant un instrument de type SHIMADZU GCMS- QP2020, équipé d'une colonne capillaire Rxi®-5ms fondue (Phase : Crossbond® 5% diphenyl/ 95% dimethyl polysiloxane) ses dimensions sont : 30 m × 0,25 mm et 0,25 µm d'épaisseur de film. Les températures de l'injecteur et du détecteur ont été maintenues respectivement à 250°C et 310°C. La température de la colonne a été programmée à : 50°C fixe pendant 2 min, puis augmentée à 310°C avec un incrément de 3°C/min, et ensuite maintenue à 310°C pendant 2 min. Le gaz vecteur utilisé était l'hélium (pureté de 99,995 %) avec un débit de 1 mL/min. Les conditions du spectromètre de masse étaient les suivantes : tension d'ionisation 70 eV, température de la source d'ions 200°C, et les spectres de masse par ionisation électronique ont été acquis dans la gamme de masse de 45-600 m/z.

Chapitre III : Résultats et discussion

I Résultats et discussion

1 Les résultats d'extraction des huiles essentielles

Le tableau suivant représente les volumes en huiles essentielles obtenues des plantes provenant de différentes régions.

Tableau 9: L'altitude, la quantité des huiles essentielles dans 100g et couleur et durée d'extraction

Plantes / région		L'altitude	Quantité des HE	Couleur	Durée d'extraction
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Bordj Senouci	772m	0,021ml	Jaune	4h
	Oued Mora	1300m	0,42ml	Transparent	5,5h
	El - Ghaicha	1228m	0,37ml	transparent	4h
	Djebel Lamour	1200m	0,13ml	Transparent	7h
<i>Juniperus oxycedus</i>	Oued Mora	1300m	0,3ml	Jaune	5,5h
	El - Ghaicha	1228m	0,45ml	Jaune	3h
	Djebel Lamour	1200m	0,29ml	Jaune	4h
<i>Artemisia herba – alba</i>	Oued Mora	1300m	0,078ml	Jaune	3,5h
	El - Ghaicha	1228m	0,062ml	Jaune	2,5h
	Djebel Lamour	1200m	0,32ml	Jaune	3,5h
<i>Thymus vulgaris L</i>	Oued Mora	1300m	0,095ml	Jaune	3h
	Djidiouia	45m	0,79ml	Jaune	6h

Les données des volumes (en ml) d'huiles essentielles extraites de diverses plantes médicinales collectées à différents endroits : Djidiouia, Bordj Snouci, Djebel Lamour, Oued Mora et El Ghaicha (tableau 9), montrent que les quantités varient en fonction du lieu et de l'espèce végétale, ce qui indique des différences dans le rendement en huile essentielle en fonction de facteurs géographiques et botaniques.

Ces données suggèrent que la teneur en huiles essentielles varie fortement en fonction du lieu et de l'espèce végétale, et qu'elle est due aux conditions environnementales, au sol, au climat et étages climatiques. Le tableau 9 et la figure 16, représente les résultats du calcul des teneurs en huiles essentielles de nos différents échantillons.

Tableau 10: Résultat du Calcul des teneurs en huile essentielle

Plantes et région		T%
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Bordj Snouci	0,02%
	Oued Mora	0,42%
	El - Ghaicha	0,37%
	Djebel Lamour	0,13%
<i>Juniperus oxycedus</i>	Oued Mora	0,30%
	El - Ghaicha	0,45%
	Djebel Lamour	0,29%
<i>Artemisia herba – alba</i>	Oued Mora	0,08%
	El - Ghaicha	0,062%
	Djebel Lamour	0,32%
<i>Thymus vulgaris L</i>	Oued Mora	0,10%
	Djidiouia	0,79%

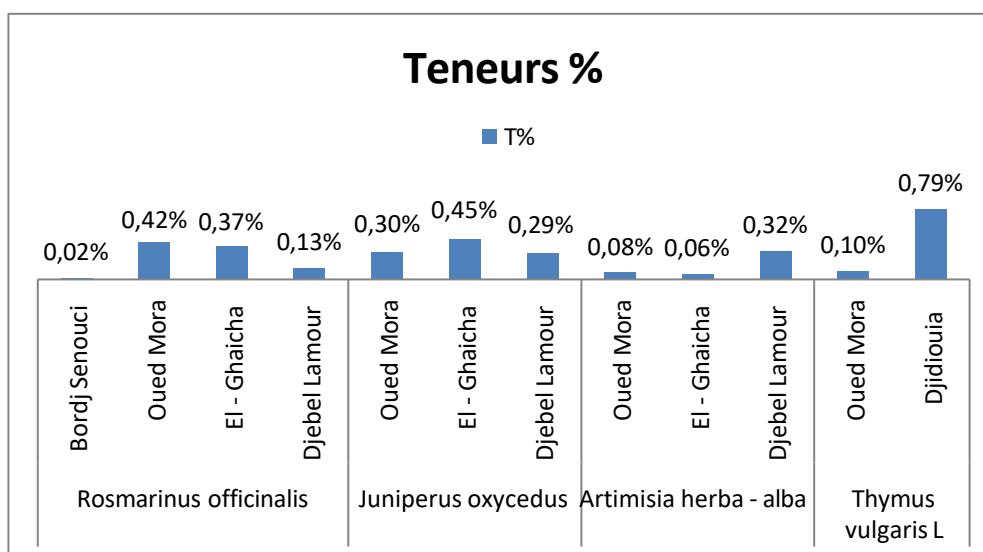


Figure 16 : Les teneurs en huiles essentielles

D'après la figure ci-dessus, nous remarquons que les teneurs en huiles essentielles varient entre 0,02 % (m/m)(teneur minimale) pour l'espèce de *Rosmarinus officinalis* (Bordj Senouci) et 0,79 % (m/m) (teneur maximale) pour l'échantillon de *Thymus vulgaris L* récolté de la région de Djidiouia.

Comme nous pouvons le constater :

- Pour *Rosmarinus officinalis*, nous avons obtenu une teneur allant de 0,02 % (Bordj Senouci) à 0,42 % (Oued Mora).
- Quant au *Juniperus oxycedus*, nous avons obtenu une teneur allant de 0,29 % (Djebel Lmour) à 0. 45% (El Ghaicha)
- Pour l'*Artemisia herba - alba*, nous avons obtenu une valeur comprise entre 0,06% (El Ghaicha) et 0,32% (Djbel Lamour)
- Comme pour le *Thymus vulgaris L*, nous avons obtenu une valeur comprise entre 0,79 % (Djidiouia) et 0,10 % (Oued Mora).

A. Les teneurs de *Thymus vulgaris L*

- Dans les deux échantillons de *Thymus vulgaris L*, nous avons obtenu des teneurs de 0,10 % et 0,79 % pour Oued Mora et Djidiouia (**Figure17**), respectivement. **Benabed,**

(2018) a obtenu des teneurs allant de 1,76 % à 3,97 % pour les échantillons de Djelfa et Tiaret respectivement. Ainsi, **Hassani et al, (2017)** ont obtenu une teneur de 1,18 % pour les échantillons de Tiaret. Le pourcentage de contenu en HE dans les travaux **d’Ahmia et Fethallah, (2020)** est de 0,90 % pour l’échantillon du Cameroun. Ainsi, nous pouvons conclure que nos échantillons ont les plus faibles teneurs en comparaison avec les résultats mentionnés ci-dessus.

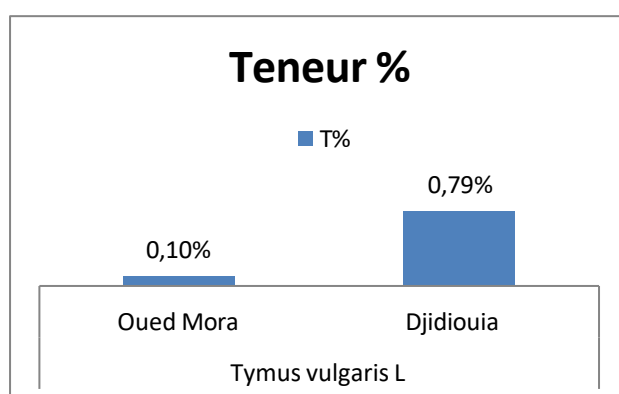


Figure 17 : Teneurs en huiles essentielles de *Thymus vulgaris*

B. Les teneurs de *Rosmarinus officinalis*

- Sur les 4 échantillons de *Rosmarinus officinalis* nous avons obtenu des teneurs respectives de 0,02%, 0,13 %, 0,37% et 0,42% pour Bordj Senouci, Djebel Lamour, El Ghaicha et Oued Mora (**figure 18**).

Dans leur travaux de recherche, **CHAIB D (2020)** ont obtenu des teneurs allant de 1,11% à 2,49 % pour l’échantillon de la région de Béchar, tandis que ceux de **Hendel et al (2019)** étaient égaux à 1,12% à 1,93% pour plusieurs échantillons récoltés au centre et à l’est de l’Algérie (Djelfa, Médéa, Béjaïa, M’Sila, Oum-El-Bouaghi et Souk Ahras). En revanche, ces mêmes auteurs ont obtenu une teneur en huile essentielle faible de l’ordre de 0,7% pour un échantillon récolté à Oran ; Des faibles rendements, allant de 0,1 à 1,0%, ont été rapportés également par **Boutekdjiret et al ; 2005**, par **Bekkara et al. en 2007**, par **Djeddi et al. en 2007**, par **Zoubiri et Baalioumeur en 2011** et par **Lograda et al. en 2013**.

Nous notons que nos teneurs sont les plus élevées en comparaison avec les travaux de **Hendel et al (2019)** ; **Boutekdjiret et al ; 2005**, **Bekkara et al. en 2007**, **Djeddi et al.**

en 2007, Zoubiri et Baalioumeur en 2011 et Lograda et al. en 2013).

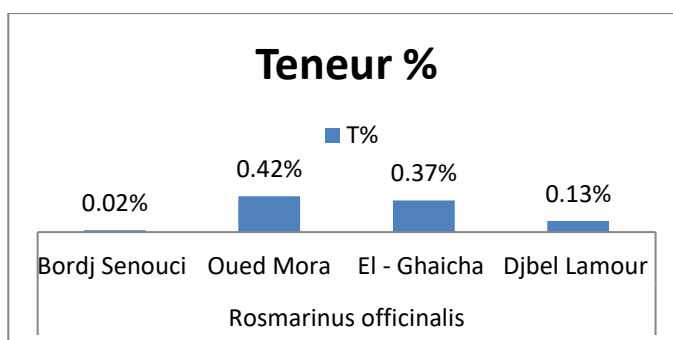


Figure 18 : Teneurs en huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*

C. Les teneurs d'*Artemisia alba-alba*

- Parmi les 3 échantillons d'*Artemisia alba-alba*, nous avons obtenu des teneurs de 0,06%, 0,08 % et 0,32% pour El Ghaicha, Oued Mora et Djebel Lamour respectivement (**figure 19**). **Bouhelous (2017)** a obtenu 0,43% pour un échantillon de daïra Béline wilaya d’Djelfa, et **Goudil (2015)** a obtenu 0,54% pour la même espèce et la même zone de récolte au stade floraison. On note que la valeur obtenue à Djelfa est plus élevée que celle obtenue à la fois dans El Ghaicha Oued Mara et Djebel Lamour.

Nous constatons également que nos résultats demeurent inférieurs à ceux rapportés par **Keffach (2014)** pour la même espèce récoltée dans la région de Ferdjioua, wilaya de Mila, au mois de novembre, avec un rendement de 1,42 %. En revanche, pour la région de Biskra, **Bezza et al (2010)** ont obtenu une valeur également supérieure à celle observée dans notre étude pour la même espèce, à 0,95%.

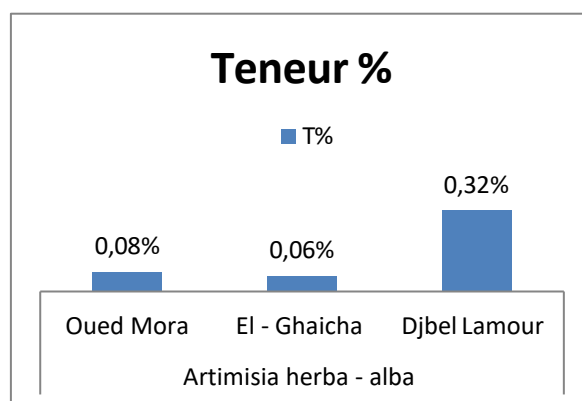


Figure 19 : Teneurs en huiles essentielles d'*Artemisia alba-alba*

D. Les teneurs de *Juniperus oxycedus*

- Dans les trois échantillons de *Juniperus oxycedus*, nous avons obtenu des scores allant de 0,29%, 0,30% et 0,45% pour Djebel Lamour, Oued Mora et El Ghaicha, respectivement (figure 20). AIT AMRAOUI et OUDIA (2012) ont obtenu des pourcentages allant de 0,51% à 0,67% pour les échantillons de Djurdjura et Toudja respectivement, tandis que Salido et al ;(2002) ont obtenu un score de 0,7% pour un échantillon provenant d'Espagne. Bounif et Dahmani, (2011) ont obtenu un score de 0,26% pour l'échantillon de la même région, RAHHAL et al. (2019) Ont obtenu 0,1% pour l'échantillon de Maroc ; nous constatons que nos échantillons sont plus faibles pour AIT AMRAOUI et OUDIA(2012) et Salido et al ;(2002) par contre plus élevés pour Bounif et Dahmani, (2011).

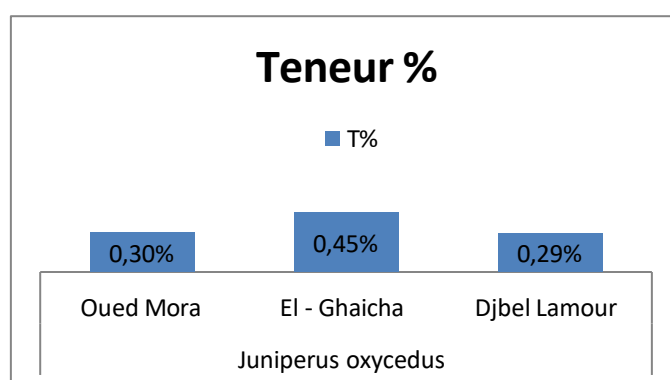


Figure 20 : Teneurs en huiles essentielles de *Juniperus oxycedus*

Les variations observées dans les teneurs au sein d'une même espèce reviennent à plusieurs facteurs, notamment les conditions climatiques, la nature du sol, la localisation géographique, la période de récolte ainsi que les méthodes d'extraction employées.

- ❖ Bordj Senouci bénéficie d'un climat semi-tempéré, d'étés chauds et secs, d'une pluviométrie modérée de 400 mm, et récemment d'une sécheresse
- ❖ Oued Mora bénéficie d'un climat semi-aride et d'une pluviométrie de 100 mm
- ❖ El Ghaicha, d'un climat méditerranéen tempéré et d'une pluviométrie d'environ 200 mm
- ❖ Djebel Lamour, d'un climat semi-aride et d'une pluviométrie d'environ 350 mm
- ❖ Enfin, pour Djidiouia, la pluviométrie est très faible (35 mm) et les étés très chauds.

II La composition chimique des extraits d'huiles essentielles

A. Analyse de la composition chimique des huiles essentielles par CPG/SM

- Pour l'échantillon de *Juniperus oxycedus* récolté de la région de Djebel Lamour 39 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé majoritaire de cette huile a été l' α -pinène (81,74 %) suivi par bêta-ocimène (5,01%). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.
 - Pour l'échantillon *Juniperus oxycedus* d'El Ghaicha 43 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé majoritaire de cette huile a été de même l'alpha-pinène (78,75 %) suivi par β -Farnesène (3,56%). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.
 - Pour l'échantillon *Juniperus oxycedus* d'Oued Mora 78 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé majoritaire de cette huile a été le 1,9-decadiène (17,56%) suivi par tridecatène (11,26 %) puis Germacrène D (9,49 %). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.
- Si nous comparons nos résultats sur la même espèce provenant de différentes régions, nous remarquons une similarité dans la composition des composés

prédominants en proportions différentes à la fois dans les régions de Djebel Lamour et d'El Ghaicha, mais la différence est à *Juniperus oxycedus* d'Oued Mara.

- Grâce à une étude de comparaison, nous avons remarqué que la composition de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedus* change d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre : l'huile essentielle de *Juniperus oxycedus* d'Algérie (Aïn safra -Naama) (**BOUYAHYA OUI, 2017**) contient 60 composés, le composé majoritaire α -pinène (33,41%), de Tunisie (région Hawaria) (**MEDINI et al, 2014**) 51 composés, le composé majoritaire α -pinène (61.1%), tandis que l'huile essentielle de *Juniperus oxycedus* du Maroc (la région d'Azilal)(**RAHHAL et al., 2019**) contient 70 composés, le composé majoritaire α -pinène (67,33%), nous avons également obtenu des véhicules entre 39 et 78 composés, le composé majoritaire α -pinène (81,74% et 17,56%).
- Pour l'échantillon *Artemisia alba-alba* à Djebel Lamour 27 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé majoritaire de cette huile a été le Camphor (38,17 %) suivi par thujone (31,02 %) puis 2 hydroxycineole (8,42 %). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.
 - Des observations similaires ont été faites par **Paolini et al., (2010)** avec 16 échantillons de l'Est Marocain, dont le chrysanthénone, le camphre, L' α - et le β -thujone sont des composés majoritaires ; Des résultats sensiblement différents ont été rapportés par certains chercheurs, notamment **Benjilali et Richard (1980)**, en étudiant 48 plantes originaires du Haut et Moyen Atlas, ces auteurs ont observé une forte prédominance du camphre (>50 %) dans 18 échantillons provenant de la région du Souss. Dans 18 spécimens collectés à Marrakech, le camphre (30 %) et l' α -thuyone (40 %) figuraient parmi les composés majoritaires. En revanche, la chrysanthénone était totalement absente dans l'ensemble des échantillons analysés. Par ailleurs, **Dahmani-Hamzaoui et Baaliouamer (2010)** ont également souligné la prédominance du camphre (49,3 %) dans les huiles essentielles extraites de plantes du nord du Sahara algérien, tandis que la chrysanthénone y restait un composé mineur, avec une teneur de seulement 3,2 % ; Nous voyons que nos résultats sont proches de ceux de **Benjilali et Richard (1980)**
 - Pour l'échantillon de *Thymus vulgaris* L récolté de la région de Djidiouia 11composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le

composé majoritaire de cette huile a été le 2-Isopropylidene-3-methylhexa-3,5-dienal (71,83 %) suivi par alpha pinene (19,75 %) puis l' α -terpinolène (2,87%). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.

- Grâce à une étude de comparaison, nous avons remarqué que la composition de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L change d'une région à l'autre. Ainsi, l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L de Mostaganem (**Benmadi et Abida, 2018**) a révélé que le Thymol représente le composé majoritaire (58,1 - 44,4%), HE de *T.vulgaris* de Bouira (**Benachenhou et Sahari, 2020**) a montré que le composé majoritaire est le Carvacrol (83,8%), tandis que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L d'Egypte (**Al saqqa et al.,2018**), le composé majoritaire Thymol (40,98%) et le composé majoritaire de la même espèce est γ -terpinene (28,88%) **Benabed (2018)** d' Djelfa et Tiaret.
- Pour l'échantillon de *Rosmarinus officinalis* de Djebel Lamour 24 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé majoritaire de cette huile a été le Camphor (42,57%) suivi par Canphone (22,58%) puis le β -ocimene (21,17%). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.
- Pour l'échantillon de *Rosmarinus officinalis* de Bordj Senouci 34 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé majoritaire de cette huile est toujours le β -ocimene (30,43 %) suivi par 2 hydroxycineole (18,51%) puis Camphor (15,16%). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.
- Pour l'échantillon de *Rosmarinus officinalis* d'El Ghaicha 19 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé majoritaire de cette huile a été l'Eucalyptol (55,02%) suivi par le Camphor (18,81%) puis l' α -pinene (6,98%). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.
- Pour l'échantillon de *Rosmarinus officinalis* d'Oued Mora 25 composés représentant 100 % de la totalité de l'huile ont été identifiés, Le composé

majoritaire de cette huile a été le Camphor (42,46%) suivi par le Camphène (20,54%) puis l' α -pinène (19,54%). D'autres composés oxygénés sont aussi présents mais à des pourcentages plus faibles que les précédents.

- Si nous comparons ces résultats que nous avons obtenus sur la même espèce provenant de différentes régions, nous remarquons une similarité dans la composition des composés dominants dans Proportions proches dans les régions de Djbel Lamour et d'Oued Mora, mais la différence existe à *Rosmarinus officinalis* de Bordj Senouci et El Ghaicha.
- Grâce à une étude de comparaison, nous avons remarqué que la composition de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* change d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre : l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de Taourirt (Maroc) Belahssan et Beni Yaala Zkara **Ouald et al (2022)** contient 13 composés, le composé majoritaire 1,8 cinéole (53,6%), de Jerrada (Maroc) même auteurs 24 composés, le composé majoritaire 1,8 cinéole (42,13%), l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* du Maroc (Fas) **Elyemni et al. (2019)** le composé majoritaire 1,8 cinéole (32,2%), Nous voyons que 1,8 cinéole prévaut dans les régions du Maroc, contrairement à ce que nous avons obtenu, car c'est la majorité dans nos régions est camphor

Cette variation de composition peut s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment le climat, la saison de récolte, le stade de développement des plantes, ainsi que les profils génétiques des espèces (**Amarti et al. 2010 ; Jordán et al. 2006 ; İnan et al., 2011 ; Telci et al., 2010 ; Sellami et al., 2009**).

Cela a été confirmé par notre étude précédente, où chaque région a son propre climat et chaque plante a ses propres caractéristiques. Cela explique les différences que nous avons obtenues

Tableau 11 : Les composés majoritaires des huiles essentielles des plantes étudiées

Plantes et Régions		Composé	%	Composé majoritaire
<i>Juniperus oxycedus</i>	Djebel Lamour	39	81,74	pinene <alpha>
	El Ghaicha	43	78,75	pinene <alpha>
	Oued Mora	78	17,65	1,9-decadiyne
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Djebel Lamour	24	42,57	Camphor
	El Ghaicha	19	55,02	Eucalyptol
	Oued Mora	25	42,46	Camphor
	Bordj Senouci	34	30,43	β ocimene
<i>Thymus vulgaris</i> L	Djidiouia	11	71,83	2-Isopropylidene-3-methylhexa-3,5-dienal
	Oued Mora	/	0	/
<i>Artemisia helba – alba</i>	Djebel Lamour	27	38,17	Camphor

- Nous remarquons une différence dans les composés majoritaires des plantes pour différentes régions. La raison de la différence dans le composé majoritaire de la même plante dans différentes régions est due à l'effet du climat sur la composition des huiles essentielles
- Dans le *Juniperus oxycedrus*, nous voyons le composé majoritaire est l' α -pinene, qui se caractérise généralement par un parfum rafraîchissant et est utilisé dans l'industrie du parfum. C'est un anti-inflammatoire et antioxydant, contrairement à oued Mora, nous voyons la dominance de 1,9-Décadiyne, ce qui provoque une irritation oculaire sévère et une peau inflammable, qui doit être manipulée avec précaution.

Nous concluons ici que l'huile de djebel Lamour et d'el ghaicha est meilleure que l'huile d'oued mora

- Nous voyons dans l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de Jabal al-Amour et oued Mora, la domination du camphor, qui se caractérise par la réduction des démangeaisons et de la douleur mais il faut signaler qu'il doit être utilisé avec prudence. Contrairement au chémotype d'el-ghaicha (Eucalyptol), qui se caractérise par son odeur vive, il est utilisé comme antiviral et anti-infectieux

Quant à *Rosmarinus officinalis* de bordj senouci, son composé dominant est le β -Ocimène, qui fait partie des huiles essentielles et est utilisé dans la fabrication de parfums et est bénéfique pour la santé en raison de ses effets. En conséquence, *Rosmarinus officinalis* d'elbordj senouci est meilleur que *Rosmarinus officinalis* de Djbel lamour et oued mora, et *Rosmarinus officinalis* d'el-ghaicha est meilleur que tous les autres.

- Nous voyons une dominance du 2-Isopropylidene-3-methylhexa-3,5-dienal dans le *Thymus vulgaris* L, Il a été identifié dans des extraits de plantes et peut contribuer à des propriétés thérapeutiques, y compris un potentiel antioxydant, Comme on sait que son composé majoritaire est le thymol, l'huile de Djidiouia est de qualité inférieure.(Ce composé pourrait être un intermédiaire de biosynthèse pour l'un des composés suivants : thymol ou carvacrol. puisque il fait la récolte un peu tôt, donc leur biosynthèse n'a pas encore achevé).
- le composé majoritaire de *Artemisia helba-alba* est le camphor, donc notre échantillon d'*Artemisia helba-alba* est de moindre qualité

Tableau 12 : Les composés majoritaires des huiles essentielles des plantes étudiées et leur propriétés et présence

Composé	Présence	Propretés
Alpha pinene	<i>Juniperus oxycedrus</i> (Djebel Lamour, El Ghaicha)	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-inflammatoire et analgésique • Antimicrobien contre plusieurs bactéries et champignons • Antioxydant, protège les cellules contre le stress oxydatif • Effets bronchodilatateurs, utilisé en phytothérapie pour les affections respiratoires
Camphor	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Djebel Lamour, Oued Mora), <i>Artemisia helba-alba</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Antiseptique et antimicrobien • Stimulant circulatoire et analgésique local • Utilisé en aromathérapie pour soulager les douleurs musculaires et articulaires <p>Effet expectorant</p>
Eucalyptol	<i>Rosmarinus officinalis</i> (El Ghaicha)	<ul style="list-style-type: none"> • Puissant antimicrobien et antiviral • Anti-inflammatoire des voies respiratoires • Favorise la décongestion nasale et l'expectoration • Utilisé dans le traitement des infections respiratoires
β-Ocimène	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Bordj Senouci)	<ul style="list-style-type: none"> • Activité antifongique et antibactérienne • Propriétés anti-inflammatoires • Utilisé dans la parfumerie pour son arôme frais et floral
1,9-Décadiyne	<i>Juniperus oxycedrus</i> (Oued Mora)	<ul style="list-style-type: none"> • Activité antimicrobienne notable, notamment antifongique • Effets cytotoxiques sur certaines cellules cancéreuses (en cours d'étude) • Moins courant, mais intéressant pour ses

		propriétés pharmacologiques
2- Isopropylidene -3- methylhexa- 3,5-dienal	Thymus vulgaris L(Djidiouia)	<ul style="list-style-type: none">• Industrie des arômes et parfums• Intermédiaire en synthèse organique• Peut présenter des activités biologiques ou des effets sensoriels.

Conclusion

Conclusion

Les plantes aromatiques constituent une ressource précieuse pour la phytothérapie, la cosmétique et la parfumerie grâce à leurs métabolites secondaires aux multiples activités biologiques ; Leur culture et utilisation représentent donc un atout majeur pour la santé humaine et la durabilité environnementale.

La présente étude vise à évaluer le rendement et la qualité des huiles essentielles des plantes : *Rosmarinus officinalis* ; *Juniperus oxycedus* ; *Artemisia herba-alba* ; *Thymus vulgaris* L) récoltées de différentes régions avec des étages bioclimatiques différents.

L'extraction des huiles essentielles par la méthode d'hydrodistillation de type Clevenger a permis d'obtenir des ratios d'extraits se situant entre 0,02ml et 0,79 ml.

Nos huiles essentielles ont également été analysées pour connaître la composition de chaque huile et déterminer son chémotype en utilisant la méthode CPG / SM.

- Pour le *Rosmarinus officinalis* de Bordj senouci, le nombre de composés identifiés est 34 dont le composé majoritaire est le β -ocimène, pour Djebel Lamour le nombre de composés identifiés est 24 dont le composé majoritaire est le camphor, pour El Ghaicha le nombre de composés identifiés est 19 dont le composé majoritaire est l'Eucalyptol et finalement pour Oued Mora le nombre de composés identifiés est 34 dont le composé majoritaire est le camphor.
- Pour le *Juniperus oxycedus* de Djebel Lamour le nombre de composés identifiés est 39 dont le composé majoritaire est l' α -pinène ; pour El Ghaicha le nombre de composés identifiés est 43 dont le composé majoritaire est le α -pinène, pour Oued Mora le nombre de composés identifiés est 78 dont le composé majoritaire est le 1,9-Decadiène.
- Pour la plante *Artemisia herba-alba* de Djebel Lamour le nombre de composés identifiés est 27 dont le composé majoritaire est le camphor.
- Pour le *Thymus vulgaris* L de Djidiouia le nombre de composés identifiés est 11 dont le composé majoritaire est le 2-Isopropylidène-3-méthylhexa-3,5-dienal.

Comme nous l'avons remarqué, le camphor entre dans la composition de la plupart des HE de nos plantes pour différentes régions avec des pourcentages qui varient entre 15 et 42%.

Nos résultats fournissent des connaissances simples sur les composés et l'effet des facteurs climatiques sur la productivité des huiles et même leur qualité.

Ceux-ci sont un premier pas dans le domaine des huiles essentielles et l'effet des facteurs climatiques sur celles-ci, et il serait intéressant d'appuyer ce travail avec d'autres études:

- telles que des analyses complémentaires et l'élargissement du nombre des échantillons et des régions d'études afin de confirmer
- Comparaison avec des études antérieures dans les mêmes régions
- L'étude d'autres caractéristiques des espèces étudiées, en particulier les huiles essentielles, qui sont au centre de notre étude.

Il a été prouvé que les facteurs climatiques ont une influence, mais des recherches sur d'autres types de plantes utilisant d'autres techniques doivent encore être effectuées.

Références bibliographique

- **Abdelli,W. (2017).**Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de Juniperus phoenicea et de Thymus vulgaris. Thèse de Doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem, Algérie.
- **Aberchane M.,** Fechtal M., Chaouch A., Bouayoune T. Influence de la durée et de la technique d'extraction sur le rendement et la qualité des huiles essentielles du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica manetti*). Annales de la recherche forestière au Maroc ISSN 0483-8009 CODEN AFRMA. : 34, 110- 118. **2001.**
- **Ahmia, S et Fethallah, F. (2020).** Inventaire de quelques Lamiacées et caractérisation de l'huile essentielle de Thym (*Thymus vulgaris*) dans différentes régions. Mémoire de Master. Université de Blida1, Algérie
- **Aidoud, A. (1988).** Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) : Caractères généraux. Biocénose : Bulletin d'écologie terrestre. CRBT. Alger. Tome 3. N° 12.
- **AIT AMRAOUI et OUDIA (2012)** Mémoire de Master : Etude de la Composition en Polyphénols, Flavonoïdes, Tanins Et Huiles Essentielles du Genre Juniperus En Kabylie Université A. Mira de Béjaia.
- **Al Saqqa G., Alian A., Ismail F., Ramzy S. (2018).** Chemical composition of rocket, thyme and parsley essential oils and their effect on some fungi and aflatoxin production *Chemistry debt*, 4(4):277-282.
- Algérie.Rome : FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3825e/i3825e>.
- **Al-Khazraji, S.M., Al-Shamaony, L.A., Twajj H.A.A. (1993).** Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba alba*. I. Effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycaemic activity. *Journal of Ethnopharmacology* 40: 163-166.
- **Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Farah A., Aafi A., Aarab L., El Ajjouri M., Chaouch A., 2010,** Composition chimique et activité

- antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut et *Thymus ciliatus* (Desf) Benth. du Maroc, Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 14 (1) : 141-148.
- **Amroune S.2018.** Phytothérapie et plantes médicinales.Université des Frères Mentouri Constantine .Algerie .
 - **Augusto, F., Leite, E., Lopes, A. & Zini, A.C. (2003).** Sampling and sample preparation for analysis of aromas and fragrances. TrAC Trends Anal. Chem. 22, 160–169. [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(03\)00304-2](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(03)00304-2).
 - **Bakkali F, Avebeck S, Avebeck D, Idaomar M (2008)** Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology – 46 :446-475.
 - **Barthe Sophie Éd Exclusif, 2007, Danielle Huard, Éd. Cristal, 2005,** Les huiles essentielles, désintoxiquer et fortifier l'organisme, (ISBN 9782848910437)•Guide pratique des huiles essentielles (ISBN 9782848950068).
 - **Baser, K. H. C., Buchbauer, G. (2009).** Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications; Taylor and Francis.
 - **Bekkara, F. A., Bousmaha, L., Bendiab, S. A. T., Boti, J. B., & Casanova, J. (2007).** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. Biologie & Santé, 7, 6- 11.
 - **Belakhdar, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Idis PRESS (Ed). Paris, p.764.
 - **Benabed Khadidja Houda 2018** Thèse de doctorat : Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles et extraits phénoliques de deux espèces de la famille des *Lamiaceae* L'UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA.
 - **Benachenhou, R et Sahari, I. (2020).** Valorisation des huiles essentielles du Thym en Aromathérapie. Mémoire de master, Université Blida 1, Algérie.
 - **Benbouali, M. (2006).** Valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de "*Mentha rotundifolia* et *Thymus vulgaris*".Magister, Génie chimique, Université Hassiba BEN BOUALI –CHLEF.
 - **Bendif, H. (2017).** Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *Coloratus* (Boiss. & Reut.)

Greuter&Burdet et Rosmarinus eriocalyx Jord &Fourr., thèse de doctorat, l'école normale supérieure de KOUBA-Alger, département des sciences naturelles, biotechnologie végétale, P. 26.

- **Benjilali B, Richard H, 1980.** Etude de quelques peuplements d'Armoise blanche du Maroc *Artemisia herba alba*. Riv. Ital. E.P.P.O.S., 12, 2, 69-74.
- **Benmadi, Z et Abida, H. (2018).** Effet des extraits de *Thymus vulgaris* chez *Escherichia coli* responsable des infections uro-génitales. Mémoire de Master, Université Abdel Hamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.
- **BEZZA, L., MANNARIO, A., FATTARSIK, K., MICAÏL, C., ABOU, L., HADJEMINAGLOU, F., (2010).** Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* provenant de la région de Biskra (Algérie) : Phytothérapie : Volume 8, Issue 5. Pp 277- 281.
- **Benourad F. 2015.** Etude des pouvoirs antimicrobiens et pharmacologiques des extraits de *Thymus vulgaris* L et l'induction de la défense chez la tomate vis-à-vis de *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, et *Phytophthora parasitica*, thèse de doctorat, Université Abd Elhamid Ibn Badis mostaghanem, algérie, 151 P.
- **BOUDJELAL A., 2013.** Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajugaiva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie. Thèse doctorat : Biochimie Appliquée. Annaba : Université Badji Mokhtar. 61 p.
- **BOUHELOUS Fatma Zohra 2017** Mémoire de Master : Caractérisation chimique de l'Armoise Blanche (*Artemisia herba alba*) en vue d'alimentation animale Université Saad DAHLEB -1.
- **Boukhatem, M. N., & Setzer, W. N. (2024).** Essential Oils: Extraction, Composition, and Applications. *Journal of Aromatic and Medicinal Plants* .
- **Bounif et Dahmani. (2011).** Contribution à l'étude de variabilité biochimique et morphologique du genre *Juniperus* en Kabylie. Pp : 49.
- **Bouras, M. (2018)** Thèse de Doctorat : Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba. Algérie.
- **Bouras, M. (2018)** Thèse de Doctorat : Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba. Algérie.

- **Bourkhiss M**, Hnach M, Bourkhiss B, Ouhssine M, Chaouch A, Satrani B. Effet de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. *Agrosolutions* : 20(1), 44-48. **2009**.
- **Boutekdjiret, C., Buatois, B., Bessiere, J. M. (2005)**. Characterisation of Rosemary Essential Oil of Different Areas of Algeria. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 8(1), 65-70.
- **BOUYAHUAOUI, A. (2017)**. Contribution à la valorisation des substances naturelles. Etude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'atlas algérien (Thèse de doctorat). Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.
- **Bowles, E.J. (2003)**. The chemistry of aromatherapeutic oils, 3rd ed. ed. Allen & Unwin, Crows Nest, N.S.W.
- **Bruneton J. (1999)** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3^{ème} Ed Tec&Doc. Paris.
- **Bruneton J., 2009**-Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 4^{ème} édition, Paris: Lavoisier. 1269p.
- **Bruneton, J. (1999)**. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} édition, Tec & Doc. Paris.
- **Chaachouay, N., Douira, A., Hassikou, R., Brhadda, N., Dahmani, J., Belahbib, N, & Zidane, L. (2020)**. Etude floristique et ethnomédicinale des plantes aromatiques et médicinales dans le Rif (Nord du Maroc) (Doctoral dissertation, Département de Biologie-Université Ibn Tofail-Kénitra.
- **CHAIB DRA Ghizléne 2020** Mémoire de Master : Composition et activités biologiques de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (Klil) de la région de Béchar UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM.
- **Cheurfa, M. (2015)**. Intérêt des biomolécules d'origine végétale sur la santé. Thèse de doctorat LMD, sciences alimentaires et nutrition, Université Hassiba Ben Boualien – Chlef.
- **Clevenger J. F. (1928)**. Apparatus for the determination of volatile oil. *J. Am. Pharm. Assoc.* Vol. 17. 336-341.
- **Collin, G. (2000)**. Quelques techniques d'extraction de produits naturels. *Info-essences*.

- **Costa, D. C., Costa, H. S., Albuquerque, T. G., Ramos, F., Castilho, M. C., & Sanches-Silva, A. (2015).** Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. *Trends in Food Science & Technology*.
- **Couic-Marinier Françoise ; Lobstein Annelise 2013** Docteur en pharmacie ; Professeur des universités ; Composition chimique des huiles essentielles *Chemical composition of essential oils d'Eucalyptus globulus. Actualités pharmaceutique, 57 (573) : 59-61.*
- **Dahmani-Hamzaoui N., Baaliouamer A., 2010.** Chemical composition of Algerian *Artemisia herba-alba* essential oils isolated by microwave and hydrodistillation. *J. Essential Oil Res., 22, 6, 514-517.*
- **Damerdji A., Meniri R., 2014.** Contribution à l'étude écologique des Gastéropodes dans les stations à *Juniperus oxycedrus* L. (Cupressacées) dans les Monts de Tlemcen (Algérie nordoccidentale). *Afrique Science, 10 (2) : 382-393.*
- **Deshepper R (2017)** .Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion chymotype en aromathérapie .Thèse de Doctorat en pharmacie .Université Aix – Marseille. (172 pages). p, 26-27, 34 ,37 -38 .[www/dumas .cnrs .fr](http://www.dumas.cnrs.fr) /Consulté le 25/06/ 2021
- **Djeddi, S., Bouchenah, N., Settar, I., Skaltsa, H. D. (2007).** Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* from Algeria. *Chemistry of Natural Compounds, 43(4), 487-490.*
- **Dupont, L., & Martin, S. (2024).** Métabolismes primaire et secondaire chez les plantes : rôle écologique et applications biotechnologiques. *Revue Botanique Internationale.*
- **Elyemni M., Louaste B., Nechad I., Elkamli T., Bouia A., Taleb M., Chaouch M., Eloutassi N2019;** Extraction of essential oils of *Rosmarinus officinalis* l. by two different methods: hydrodistillation and microwave assisted hydrodistillation.
- **F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck, and M. Idaomar, “Biological effects of essential oils--a review.”** *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, vol. 46, no. 2, pp. 446–75, Feb.2008.*

- **Festy, D. (2015).** Les huiles essentielles, ça marche ! avec 78 formules à commander en pharmacie ! Leduc.s. Sciences et Techniques. 262p.
- **Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pais, M.S.S. & Scheffer, J.J.C. (1992).** Composition of the Essential Oils from Leaves and Flowers of *Achillea millefolium* L. ssp. *millefolium*. *Flavour Fragr. J.* 7, 219–222.<https://doi.org/10.1002/ffj.2730070409>.
- **Franchomme, P., & Pénéol, D. (2001).** *L'aromathérapie exactement : Encyclopédie scientifique et médicale des huiles essentielles*. Roger Jollois.
- **Garnier G., Bézanger-Beauquesne L., Debranx G., 1961.** Ressources médicinales de la flore française. 2 tomes. Paris, 1511 p.
- **GOUDIL, M B., (2015).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydant des trois plantes aromatiques. Thèse de Doctorat. Sciences appliqués, Génie de procédés et environnement. Université KASDI Mesbah-Ouergla.
- **Goudjil M.B., Ladjel S., Bencheikh S., Zighmi S., 2015-** Influence du séchage sur le rendement de l'extraction des huiles essentielles de *Mentha piperita*, 5ème Séminaire Maghrébin sur les Sciences et les Technologies du Séchage, Ouargla (Algérie), 1-4.
- **Grysole J, (2004).** La commercialisation des huiles essentielles. Manuel pratique des huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. p. 139-141.)
- **Guillemain, J. (2015).** *Aromathérapie : se soigner par les huiles essentielles*. Editions Marabout.
- **Hassani A., Sehari N., Sehari M., Bouchenafa N.1., Labdelli F., Kouadrie M. (2017).** Etude des propriétés insecticides et bactéricides de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. dans la lutte contre les ravageurs des semences et denrées stockées. *Revue Écologie-Environnement* (13), ISSN: 1112-5888.
- **Hendel, N., Napoli, E., Sarri, M., Saija, A., Cristani, M., Nostro, A., Ginestra, G., Ruberto, G. (2019).** Essential Oil from Aerial Parts of Wild Algerian Rosemary : Screening of Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(1), 1-17.
- **Hülya Güçlü 31 January 2025** Characteristic of Essential Oils Extracted from the Industrial-Scale Processing By-Products of Agro-foods.
- **Imane Oualdia, Khaoula Diassa , Azizi Salah-eddineb ,Mohammed Dalli b ,**

- Rachid Touzania , Nadia Gseyra b , et El Bekkaye Yousfia,c 2022 ;** a Université Mohammed Premier, Faculté des Sciences, Laboratoire Chimie Appliquée et Environnement (LCAE), Oujda-Maroc. b University Mohammed Premier, Faculty of Sciences, Laboratory of Bioresources, Biotechnology, Ethnopharmacology and Health, OujdaMorocco. c Higher Institute of Nursing and Health Professions techniques, ISPITS Oujda Morocco. *Corresponding Author Imane Oualdi Rosmarinus officinalis Essential Oils from Morocco: New advances on extraction, GC/MS analysis, and antioxidant activity, <https://www-sciencedirect-com.snd11.arn.dz/org/science/article/pii/S1478641923002516#ab0010> .
- **İnan M., Kirpik M., Kaya D. A., Kirici S., 2011,** Effect of Harvest Time on Essential Oil Composition of *Thymbra spicata* L. Growing in Flora of Adıyaman, Advances in Environmental Biology, **5(2)** : 356-358.
 - **Jordán M. J., Martínez R. M., Goodner K. L., Baldwin E. A., Sotomayor J. A., 2006,** Seasonal variation of *Thymus hyemalis* Lange and Spanish *Thymus vulgaris* L. essential oils composition, Industrial Crops and Products **24** : 253–263.
 - **KAZI TANI C. & DALI YAHIA K. (2020).** Quatre-vingt-quatorze plantes médicinales odonto-stomatologiques d'Algérie. Al Yasmina **1** : 12/1-22.
 - **KEFFACHE, A., (2014).** La cytotoxicité de certaines huiles essentielles chez les lapins. Mémoire de Master. Sciences biologique. Université Echahid HAMMA LEKHDER el Oued.
 - **Král'ová, K., Jampilek, J. (2022).** Medicinal and Aromatic Plant Species with Potential for Remediation of Metal(loid)-Contaminated Soils. In: Aftab, T. (eds) Sustainable Management of Environmental Contaminants. Environmental Contamination Remediation and Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08446-1_7
 - **Lobstein, A. ; Couic-Marinier, F. et Koziol, N. (2018).** Huiles essentielles
 - **Lograda, T., Ramdani, M., Chalard, P., Figueredo, G. (2013).** Characteristics of essential oils of *Rosmarinus officinalis* from eastern Algeria. Global J Res.

Med. Plants & Indigen. Med. 2(12), 794-807.

- **Lucchesi, M. E., Chemat, F., et Smadja, J. (2004).** Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation. *J.Chromatogr. A.* Vol. 1043, n° 2. 323-327. DOI : 10.1016/j.chroma.2004.05.083.
- **Marghache S., Hamza M. et Tabti B., (2009).** Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta Chalepensis L.* de Tlemcen, Algérie. *Afrique SCIENCE* 05(1), p: 67 –81.
- **Martinetti, P. (2013).** *Mon guide des huiles essentielles.* Lanore : François-Xavier Sorlot, Editeur, Paris.
- **MEDINI, H., ELAISSI, A., KHOUJA, M., ALESSANDRA, P., SILVIA, P., DANILO, F., BRUNO, M., FARHAT, F., RACHID, C. (2014).** Chemical composition of the essential oils of the berries of *Juniperus oxycedrus L. ssp .rufescens (L. K.)* and *Juniperus oxycedrus L. ssp. macrocarpa (S. & m.) Ball.* And their antioxidant activities. Consulté sur: [http:// www.tandfonline.com/loi/gnpl20](http://www.tandfonline.com/loi/gnpl20).
- **Molino** Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (2005). *A guide to medicinal plants in North Africa.* IUCN.
- **Morales, R. (1997).** The history, botany and taxonomy of the genus *thymus*. In *thyme: the genus thymus. medicinal and aromatic plants. Industrial profiles.* Edition Thylor and Francis. Vol. 17. London.
- **Morales, R. (2002)** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus.* Ed. Taylor & Francis, London. pp. 1-43.
- **Paolini J., El Ouariachi M., Bouyanzer A.H., Hammouti B., Desjobert J.M., Costa J., Muselli A., 2010.** Chemical variability of *Artemisia herba-alba* Asso essential oils from East Morocco. *Chem. and Materials Sci.*, 64, 5, 550-556.
- **Paris, R. & Godon M. (1979).** *Chromatographie en couche mince et sur papier des Huiles essentielles.* Ed. Masson, Paris.
- **Pibiri, M.C. (2006).** Les huiles essentielles : production, analyse et applications. *Techniques de l'Ingénieur*, article C6710.
- **Pradeep Dobhal a, Vijay Kant Purohit a , Sudeep Chandra a, Sandeep Rawat b , P. Prasad a , Ujjwal Bhandari c , Vijay Laxmi Trivedi a , M.C. Nautiyal a(2024)** Climate-induced changes in essential oil production and terpene

composition in alpine aromatic plants a High Altitude Plant ; Physiology Research Centre (HAPPRC), HNB Garhwal University, Pauri Garhwal, Uttarakhand, India b Sikkim Regional Center, G.B. Pant National Institute of Himalayan Environment, Sikkim 737101, India c Center for Aromatic Plants Selaqui, Uttarakhand 248001, India

- **Pyrovolos Anestis, Kamperidou Vasiliki 1 August 2025** Utilization of aromatic plants residual biomass after distillation mixed with wood in solid biofuels production.
- **Quezel et Santa, (1963)**, Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R.Sc. Paris. pp.781-783-793.
- **Quézel P., Santa S., 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. Éd. CNRS, Paris.
- **RAHAL, R., HAJJOUJI, H., GMOUH, S., HSAINE, M., FOUGRACH, H., BADRI, W. (2019).** Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils of *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera* and *Juniperus Oxycédrus*. Mediterranean Journal of Chemistry. Consulter sur : free onlin eat www.medjchem.com.
- **Randriamiharisoa, P. R. (1995).** Manuel rapide et utile pour producteurs d'huiles essentielles. 26p.
- **Riotte, B. (2017).** Mon guide huiles essentielles - Secrets, recettes et astuces. Lulu.com. London. United Kingdom. 186p.
- **Roulier, G. (2000).** Les huiles essentielles pour votre santé, Ed. Dangles. p.336.
- **Sahi L.** La dynamique des plantes aromatiques et médicinales en Algérie [Troisième partie]. In : Ilbert H. (ed.), Hoxha V. (ed.), Sahi L. (ed.), Courivaud A. (ed.), Chailan C. (ed.). Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie. Montpellier : CIHEAM / FranceAgriMer, **2016**. p. 101-140 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 73)
- **Seddiek, S.A., Ali, M.M., Khater, H.F. and El-Shorbagy, M.M. (2011).** Anthelmintic activity of the white wormwood, *Artemisia herba-alba* against *Heterakis gallinarum* infecting turkey pouts. Journal of Medicinal Plants Research 5 (16) : 3946-3957.

- **Seigue A., 1985.** La forêt méditerranéenne et ses problèmes. Collections techniques agricoles et productions méditerranéennes. Editions G.P et Maisonneuve et Larose, Paris, 502 p.
- **Sellami I. H., Maamouri E., Chahed T., Wannas W. A., Kchouk M. E., Marzouk B., 2009,** Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.), *Industrial Crops and Products* 30 : 395–402.
- **Skoog, D.A., Holler, F.J. & Nieman, T.A. (2003).** Principes d'analyse instrumentale. 1 ère édition, Ed. De Boeck Université, p: 945.
- **Solido S., Altarejos J., Nogueras M., Sanchez A., Pannecouque C., Witvrouw M., De Clercq E. (2002).** Chemical studies of essential oils of juniperus oxycedrus ssp. badia. *Journal of Ethnopharmacology*. Vol:18.pp:129-134
- **Stahl-Biskup, E. (2002).** Essential oil chemistry of the genus *Thymus* D a global view. In: *Thyme D The Genus Thymus* (Stahl-Biskup E. and Saez F., eds.). Francis & Taylor, London, p: 75 D124.
- **Tavleen S. Mann, Garikapati D. Kiran Babu*, Shailja Guleria and Bikram Singh,** Comparison of Eucalyptus cinerea Essential Oils Produced by Hydrodistillation and Supercritical Carbon Dioxide Extraction, *Natural Product Communications*, 6(1); 107- 110, 2011.
- **Telci I., Demirtas I., Bayram E., Arabaci O., Kacar O., 2010,** Environmental variation on aroma components of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.), *Industrial Crops and Products* 32 : 588–592.
- **Tranchant, J. (1995).** Manuel Pratique de Chromatographie en phase Gazeuse. Paris: Masson.
- **V. K. Bajpai, S. Shukla, and A. Sharma,** “Essential Oils as Antimicrobial Agents,” in *Natural Products*, 1st ed., K. . Ramawat and J. . Mérillon, Eds. Berlin: Springer-verlag, 2013, pp. 3975–3988.
- **Vallès, J., Torrell, M., Garnatje, T., Garcia-Jacas, N., Vilatersana, R., et Susanna, A. (2003).** The genus *Artemisia* and its allies: phylogeny of the subtribe Artemisiinae (Asteraceae, Anthemideae) based on nucleotide sequences of nuclear

ribosomal DNA internal transcribed spacers (ITS). Plant Biology (Stuttgart, Germany). Vol. 5, n° 3. 274- 284. DOI : 10.1055/s-2003-40790.

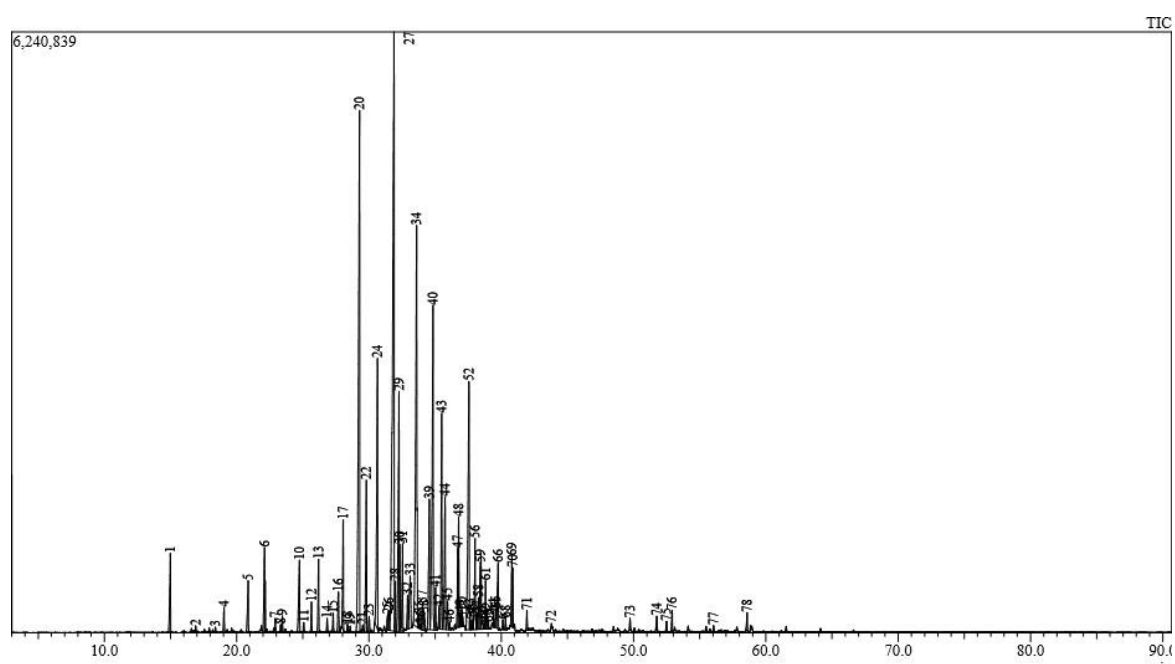
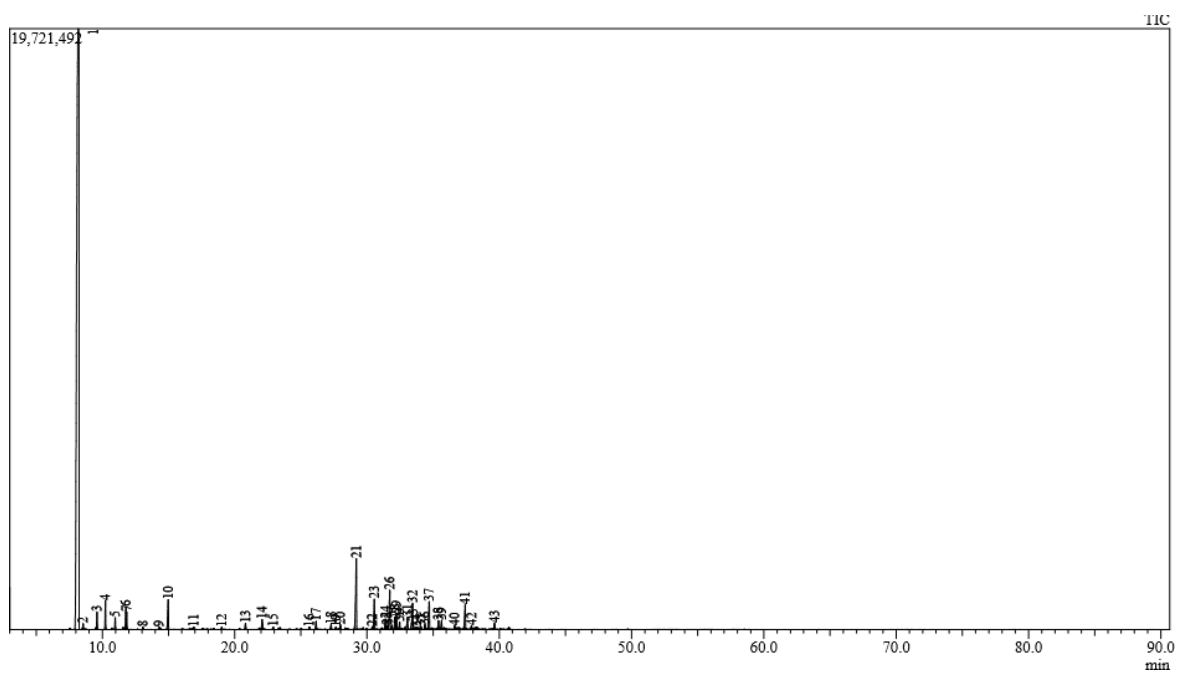
- **Wang, Z., Ding, L., Li, T., Zhou, X., Wang, L., Zhang, H., Liu, L., Li, Y., Liu, Z., Wang, H., Zeng, H., et He, H. (2006).** Improved solvent-free microwave extraction of Essential oil from dried *Cuminum cyminum* L. and *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. J.Chromatogr. A. Vol. 1102, n° 1-2. 11-17. DOI : 10.1016/j.chroma.2005.10.032.
- **Zenasni Leila. (2014)** Thèse de doctorat : Etude du polymorphisme chimique des huiles essentielles de *Thymus saturoioides* Coss et d'*Origanum compactum* Benth gu genre *Nepta* et évaluation de leur propriété antibactérienne. Univérisité Mohammed-Agdal, Rebat. Maroc.
- **Zoubiri, S., Baaliouamer, A. (2011).** Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from Algeria. Food Chemistry, 129(1), 179-182.

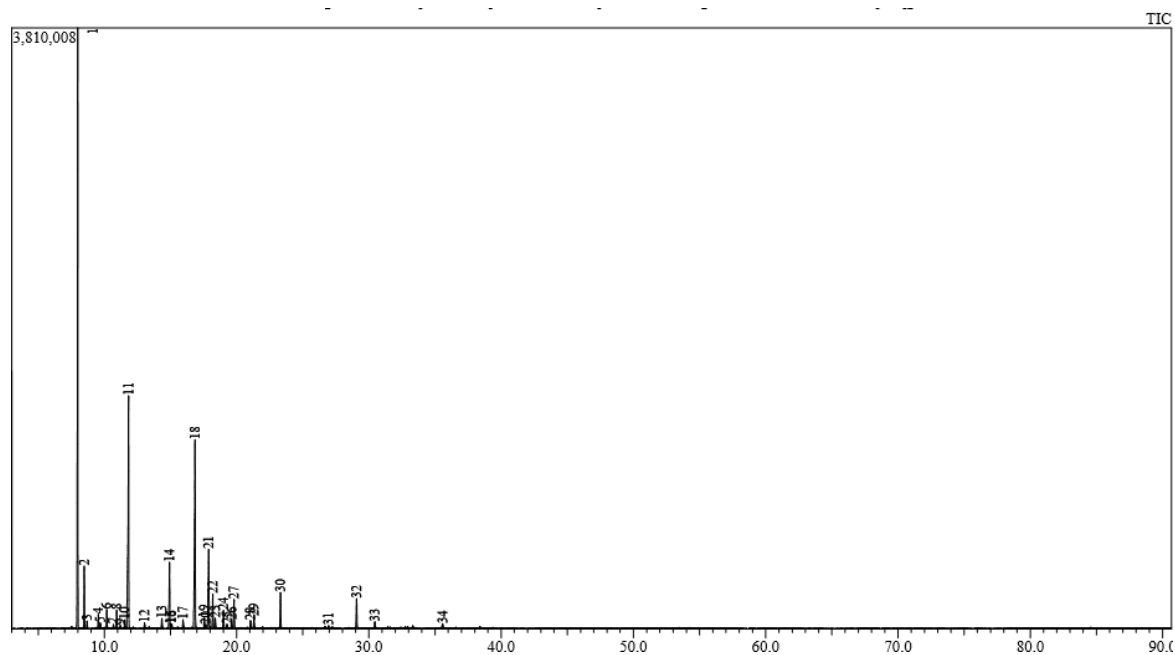
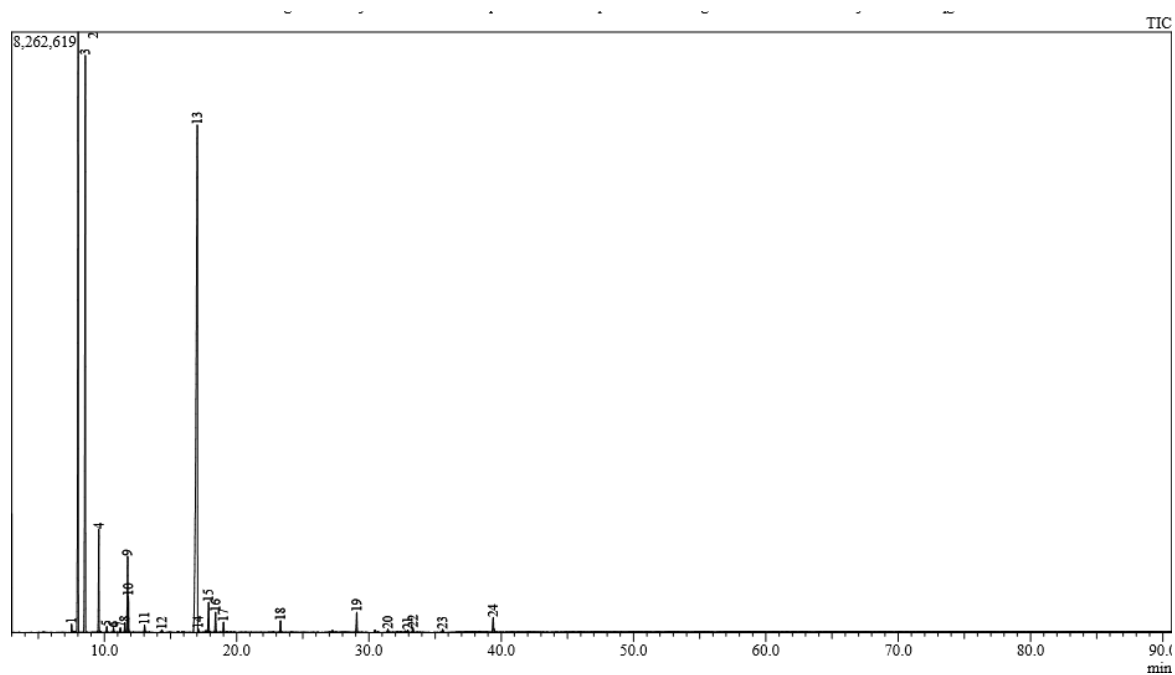
Site internet :

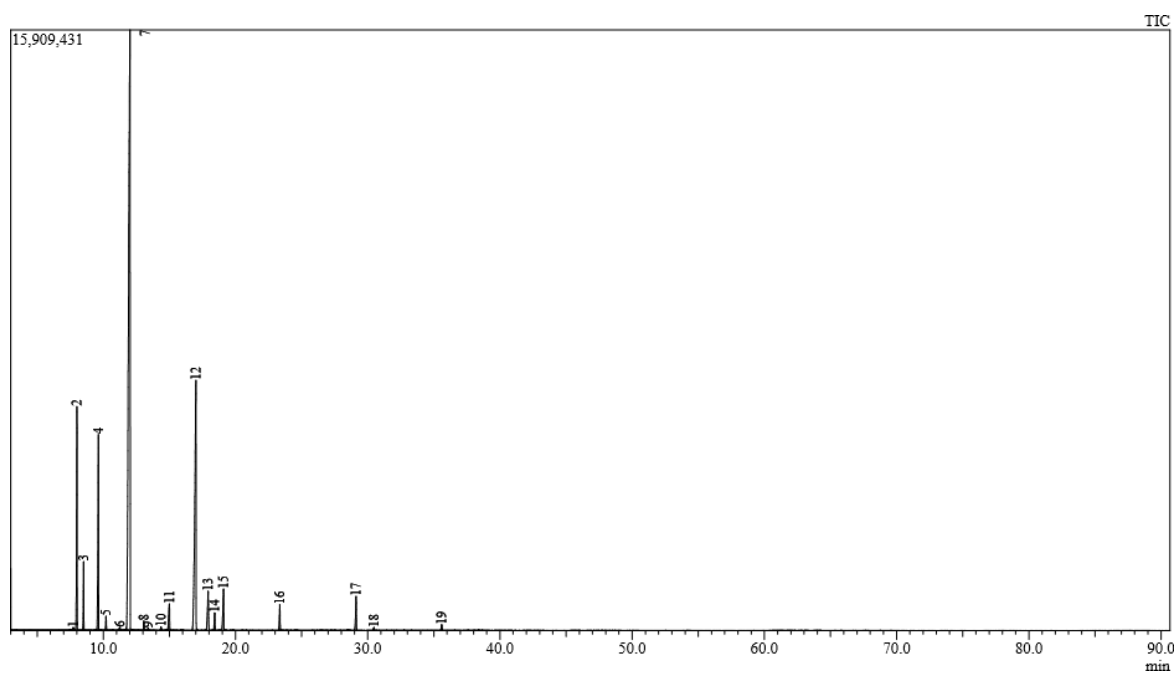
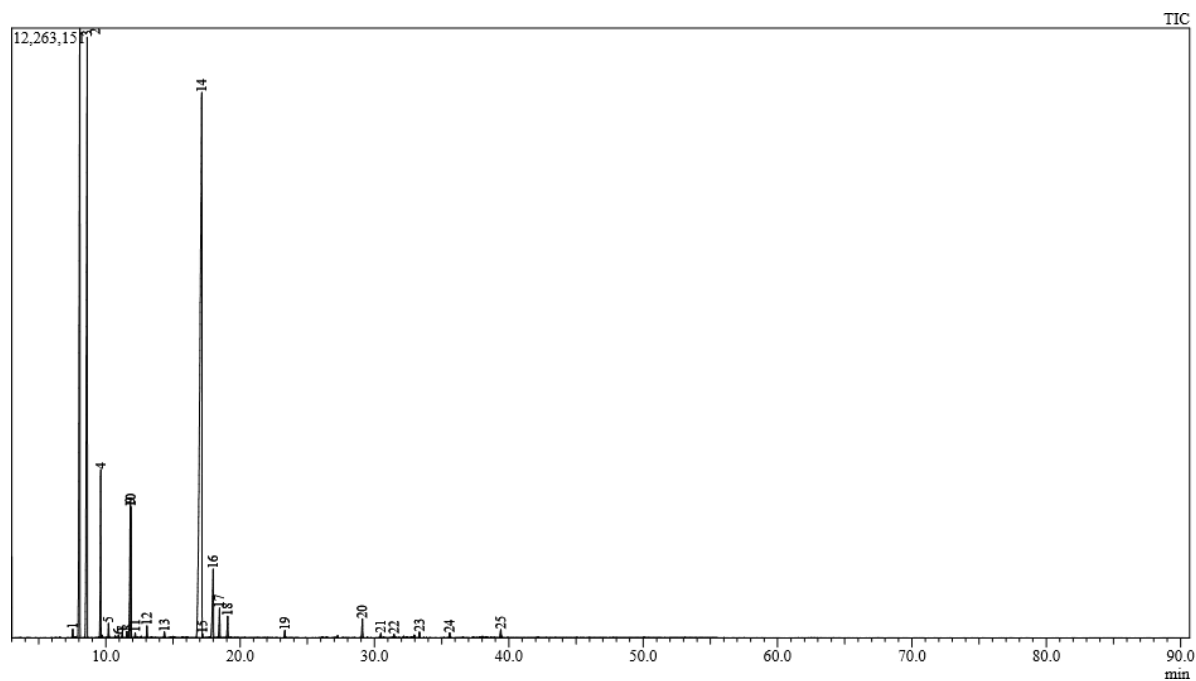
- **quelleestcetteplante.fr. [En ligne] 26 02 2022. rosmarinus officinalis. <http://www.quelleestcetteplante.fr>.(1)**
- **<https://ds.univoran2.dz:8443/bitstream/123456789/1353/1/th%C3%A8se%20bentekhici%20nadjla%202018.pdf>. (2)**
- **<https://fr.weatherspark.com/y/50132/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Bordj-Bou-Arredj-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e>. (3)**
- **<https://revues.univ-biskra.dz/index.php/cds/article/view/3981/3600>. (4)**
- **<https://mapcarta.com/fr/17352928>. (5)**
- **https://www.researchgate.net/publication/308207904_Soil_characteristics_and_plant_distribution_in_saline_wetlands_of_Oued_Righ_northeastern_Algeria . (6)**
- **https://planificateur.acontresens.net/afrique/algerie/laghouat/oued_morra/2485593.html (7)**
- **<https://fr-lu.topographic-map.com/map-41klnh/Oued-Morra/> (8)**
- **http://fallingrain.com/world/AG/25/Oued_Morra.html (8)**

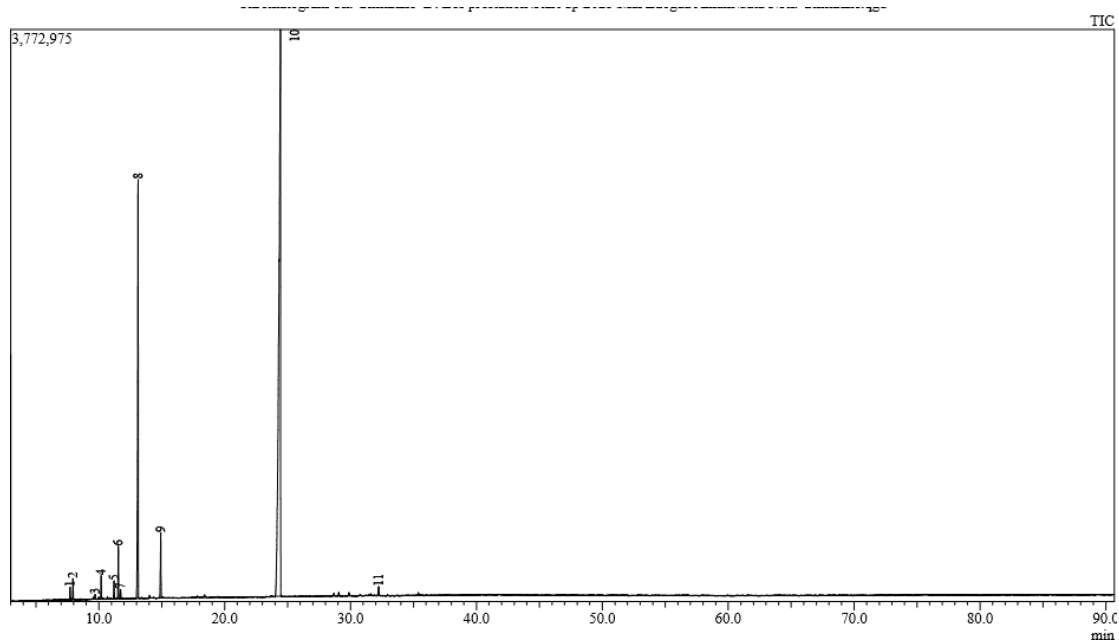
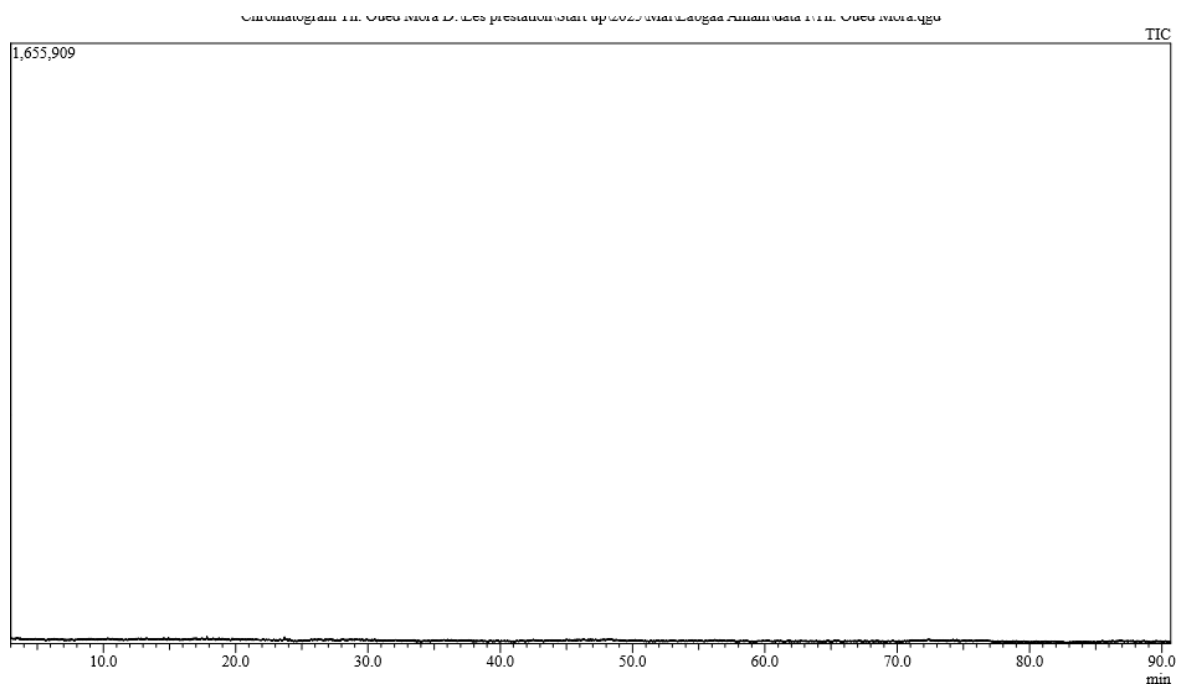
- <https://theses-algerie.com/2384985984576130/memoire-de-master/universite-amar-telidji---laghouat/contribution-%C3%A0-la-caract%C3%A9risation-des-sols-dans-la-r%C3%A9gion-d-el-ghicha>. (9)
- https://ds.univoran2.dz:8443/bitstream/123456789/2237/1/Th%C3%A8se%20de%20doctorat%20sciences_BOUALEM%20Noureddine.pdf. (10)
- https://planificateur.acontresens.net/afrique/algerie/laghouat/el_ghicha/2498316.html. (11)
- <https://fr-be.topographic-map.com/place-24cqr/El-Ghicha/>. (12)
- <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Relizane--Djidioua--Djidioua>. (13)
- <http://thesis.univ-biskra.dz/5619/1/M%C3%A9moire%20HAFIED%20Yacine.pdf>. (14)
- <https://www.meteocity.com/algerie/djidiouia-v2492920/tourisme>. (15)
- <https://planificateur.acontresens.net/afrique/algerie/dz-51/12952777.html> (16)
- <https://cnes.fr/geoimage/algerie-djebel-amour-hautes-terres-marges-sahariennes-face-aux-enjeux-de-sedentarisation-de> (17)
- https://www.persee.fr/doc/ingeo_0020-0093_1958_num_22_4_6513_t1_0183_0000_4 (17)
- https://www.persee.fr/doc/noroi_0029-182x_1958_num_20_1_3852_t1_0471_0000_3 (18)
- https://algerroi.fr/Alger/documents_algeriens/monographies/pages/14_djebel_amour.htm (19)

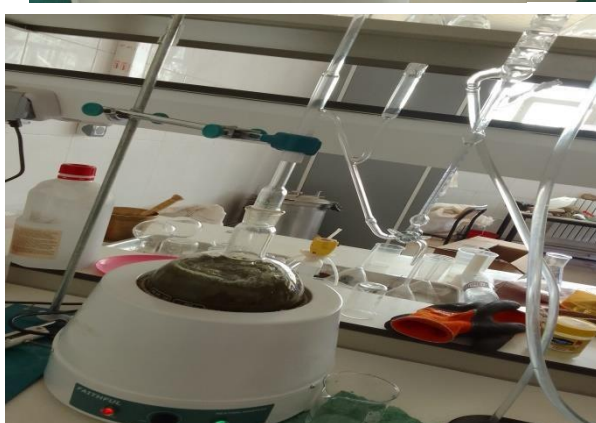
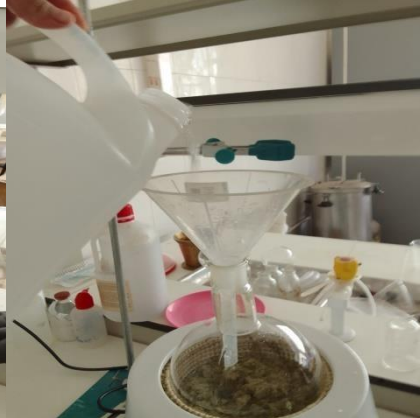
Annexes



Chromatogram *Rosmarinus officinalis*.Bordj SenouciChromatogram *Rosmarinus officinalis*.Djbel Lamour

Chromatogram *Rosmarinus officinalis*.GhaichaChromatogram *Rosmarinus officinalis*. Oued Mora

Chromatogram *Thymus vulgaris* L. DjidiouiaChromatogram *Thymus vulgaris* L. Oued Mora



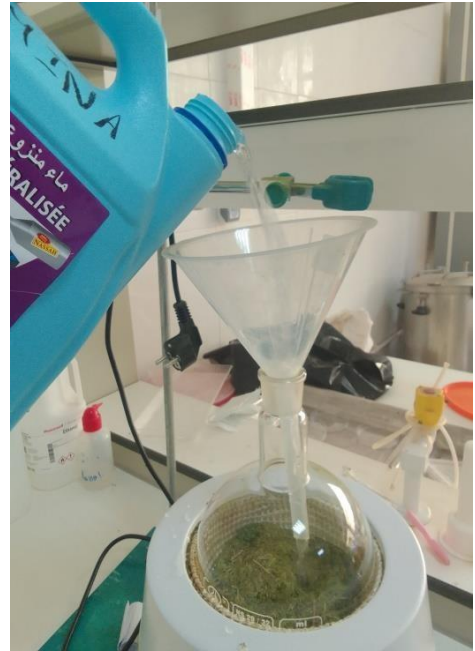
Artemisia helba –alba



Juniperus oxycedrus L.



Rosmarinus officinalis



Thymus vulgaris L