

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université SAAD DAHLEB –Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et Physiologie Végétale

THEME

**Influence Des Facteurs Pédoclimatiques Sur La Composition
Chimique Des huiles Essentielles De *Rosmarinus Officinalis* L.
« Romarin officinal » : Etude de synthèse**

Soutenu le : 15 juillet 2021

Présenté par :

ACHOUR Ahlem

BENYATTOU Maroua

Devant le jury

Mme AMARA N

Mme BENMANSOUR

Mme CHERIF H S

USDB

USDB

USDB

MCA 1

MCB 1

MCA 1

Présidente

Examinatrice

Promotrice

Promotion 2020/2021

Remerciements

Nous exprimons nos profonds remerciements à Allah qui nous a donné le courage et la volonté afin de réaliser notre projet de fin d'études.

*Nous dédions nos profonds remerciements à notre chère promotrice
Mme «**CHERIF HS.**» **Maitre de conférences** de l'université **BLIDA 1**
pour sa précieuse assistance très compétente qu'elle nous a apportée,
sans oublier sa grande patience, son soutien, pour structurer et
améliorer notre travail.*

*Nos remerciements vont aussi aux membres du jury pour nous avoir
honorés par leur présence :*

***Mme AMARA N. Maitre de conférences à Blida-1** qui nous fait
l'honneur de présider le jury.*

***Mme BENMANSOUR N. Maitre de conférences à Blida-1,** qui nous
fait l'honneur d'examiner notre mémoire.*

*Nous exprimons aussi notre gratitude à tous ceux qui ont contribué à
la réalisation de ce projet de Fin d'études.*

Dédicaces

Avant toute chose je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la santé, la patience et le courage pour réaliser ce travail que je dédie.

A toi ma chère maman Ghania ,

Je te remercie pour ton soutien, ta confiance, ta présence et l'encouragement que tu ma procurer dès ma naissance notamment dans mes études, grâce à toi je suis devenue ce que je suis aujourd'hui, mille merci.

A toi mon cher papa Mohamed,

Pour ta bienveillance, ta confiance, ton sacrifice et pour avoir cru en moi tout au long de mon parcours scolaire.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très chères sœurs Fella, Hind , Fatma zohra , pour leurs encouragements, leurs affection et leurs soutien moral.

Que dieu vous donne santé, bonheur et réussite.

A mes neveux Firas et Adem et mes nièces Tasnim et Takwa

A ma chère binome maroua et Sa famille «benyattou» ,

A mes grand- mères Fatma zohra et kheira ,

A ma sœur Hind et son mari Adel *Pour leurs encouragements permanents, leur affection et leur soutien moral.*

A mon frère Ahmed et sa femme Fatima pour leurs encouragements.

A mes amies sarah , noudjoud, meriem , Imenederrich, aicha et surtout sarah aissati pour son aide pendant la réalisation de ce travail.

A tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom ACHOUR et HAMIS.

AHLEM



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux :

Mes chers parents qui m'ont encouragé durant ces années d'études qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Mes frères, mes amis et ceux qui ont partagé avec moi les moments de mentions lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

Et à tout qui m'ont aimé de façon inconditionnelle.

Maroua Benyattou

Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, nous avons réalisé une étude rétrospective basée sur l'influence des facteurs pédoclimatiques sur la composition chimique des huiles essentielles de l'espèce *Rosmarinus officinalis* L. Ce travail représente une synthèse de travaux antérieurs réalisés par trois équipes de chercheurs Algériens et Iraniens. Les paramètres étudiés sont :

La première étude de (Atik Bekkar et al., 2006) porte sur l'impact du type de culture sur les composants d'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* poussant à l'état spontané dans la station de Honaine et cultivé dans la région de Tlemcen, qui donne un rendement plus élevé pour le romarin sauvage avec alpha-pinène comme composant majoritaire.

La seconde étude (outaleb, 2010) concerne l'impact du type du sol et le séchage. Trois écotypes du *Rosmarinus officinalis* sont utilisés dans 3 régions d'Algérie (El Harrach, Tablat et Beni-yenni), Le rendement en huiles essentielles est plus élevé pour le *Rosmarinus officinalis*. Ce rendement est inversement proportionnelles aux taux de l'humidité.

La troisième étude réalisée en Iran par (Motahareh Ershad, 2013) portait sur l'effet de différentes concentrations de salinité sur la composition chimique des HEs. des plantes de romarin sont traitées par 4 types d'échantillons d'eau salée. Les résultats ont montré que le pourcentage le plus élevé d'huiles essentielles provenait des plantes arrosées à l'eau de mer caspienne.

Les études réalisées par les trois équipes ont confirmé l'impact de facteurs pédoclimatiques et technologiques (le sol, l'humidité, la salinité, mode d'extraction d'HE, mode de culture) sur la quantité et la qualité des huiles essentielles des différents échantillons de Romarin, parce qu'il a une préférence pour les sols argileux ou sablonneux en milieu basique où il donne un rendement d'HE très élevé et riche en composants chimiques. pour cela tout un changement des facteurs pédoclimatiques entraîne une importante modification des composants chimiques d'huiles essentielles.

Mots clés : *Rosmarinus officinalis*, huiles essentielles, facteurs pédoclimatiques.

ملخص

في إطار تـثمين النباتات العطرية والطبية أجرينا دراسة بأثر رجعي تعتمد على تأثير العوامل المناخية على التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية لأنواع إكليل الجبل.

يمثل هذا العمل خلاصة لأعمال سابقة قامت بها ثلاثة فرق من الباحثين الجزائريين والإيرانيين تتعلق الدراسة الأولى لعتيق بكار بتأثير نوع الزراعة على مكونات الزيوت الأساسية لإكليل الجبل التي تنمو تلقائيا في محطة هونين و يزرع في منطقة تلمسان, مما يعطي مردود عالي لإكليل الجبل البري مع ألفا بينين كمكون رئيسي.

تتعلق الدراسة الثانية (outaleb) بتأثير نوع التربة والتجفيف. بحيث تم استخدام ثلاثة أنماط بيئية من إكليل الجبل في ثلاثة مناطق من الجزائر (بني يني / تلمسان / الحراش). مردود الزيوت الأساسية عالي جدا بالنسبة لإكليل الجبل هذا المردود يتناسب عكسيا مع مستويات الرطوبة. أما الدراسة الثالثة (MotaharehErshad) التي أجريت في إيران فقد ركزت على تأثير تراكيز الملوحة المختلفة على التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية لإكليل الجبل. تتم معالجة نباتات إكليل الجبل بأربعة أنواع من عينات المياه المالحة.

أظهرت النتائج أن أعلى نسبة من الزيوت العطرية جاءت من نباتات سقيت بمياه بحر القزوين. أكدت الدراسات التي أجرتها الفرق الثلاثة تأثير العوامل المناخية والتكنولوجية (التربة, الرطوبة الملوحة, طريقة استخراج الزيوت الأساسية ,طريقة الزراعة) على كمية ونوعية الزيوت العطرية في عينات إكليل الجبل المختلفة, لأنها تفضل التربة الطينية أو الرملية في بيئة أساسية حيث تعطي إنتاجية عالية من الزيوت العطرية وغنية بالمكونات الكيميائية لهذا يؤدي التغير في العوامل المناخية إلى تعديل كبير في المكونات الكيميائية للزيوت الأساسية.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية- إكليل الجبل-العوامل المناخية.

Abstract

Our research and study is aimed to help promote the use of the aromatic and medicinal plants.

We made a retrospective study about the impact of the climatic conditions on the chemical composition of the essential oils of the *rosmarinus officinalis* L species.

This current study is actually a synthesis of the previous work of 3 groups of Algerian and Iranian researchers.

The first study was done by (Atik Bekkar et al., 2006) and deals with the impact of type of culture on the *rosmarinus officinalis* essential oils component which grow naturally in Honaine station and which is cultivated in the area of Tlemcen with a higher yield for the wild rosemary that has got the alpha pinène as main component.

The second study (Outaleb) deals with effects and impact of the soils type on the plants as well as the plants drying type. To what extent can the kind of the soil effects the growth of the plants in addition to the type of drying which has also an impact on the final result. 3 ecotypes of rosemary are used in 3 different regions of Algeria (El Harrach-Tablat-and Beni yenni). The essential oils yield is much more higher for the rosemary and that depends on the humidity. In fact the lower it is, the higher the essential oils production is.

The third study which was carried out in Iran by (Motahareh Ershad, 2013) focused on the effect of the different condensation of salinity on the chemical composition of the essential oils some rosemary plants are processed by 4 sample types of salt water. The results have shown that the plant which were watered with salt water from the Caspian sea have got the higher level of essential oils.

The studies carried out by these 3 groups have affirmed that the quality and quantity of the essential oils of many rosemary samples depends on the pedoclimatic and technologic elements such as : the soil, the humidity, the salinity, the way of extraction and cultivation in addition to the d'HE.

In fact, there is a predilection for the clay and sandy soil in a basic environment. The yield of the essential oils in these kind of soil is very high and rich in chemical components.

Thus, all the changes of the pedoclimatic elements leads to an important modification of the chemical component of the essential oils.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, essential oils, pedoclimatic factors, majority component.

Glossaire

Ubac : qui désigne le versant d'une montagne qui subit la plus courte exposition au soleil
(sam zylberg 2014)

Adret : est un terme géographique qui désigne le versant d'une montagne qui subit la plus longue exposition au soleil (sam zylberg 2014)

Liste des abréviations

µm	Micromètre
ATP	acide adénosine triphosphorique
CM	composée majoritaire
CO₂	dioxyde de carbone
CPG	chromatographie en phase gazeuse
E	Este
EC	conductivité éclectique
ENSA	Ecole Nationale Supérieure Agronomique
GC/ MS	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la Spectroscopie de Masse
HE	Huile essentielle
INA	Institut National d'Agronomie
K	Potassium
mM	Millimole
MV	matière végétale
N	Azote
N	Nord
NaCl	chlorure de sodium
NADPH	nicotinamide adeninedinucleotide phosphate
ORL	d'oto-rhino-laryngologie
P	Phosphore
pH	potentiel hydrogène
S	Sol
S	Solution
VIH	virus de l'immunodéficience humaine

Liste des figures

Figure 01	Racine de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	5
Figure 02	Tige principale et rameau Feuillé à fleurs du romarin	5
Figure 03	Fleurs de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	6
Figure 04	Une fleur sous la loupe : le romarin.....	6
Figure 05	Fruit du de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	7
Figure 06	optimum écologique : caractéristiques du sol.....	9
Figure 07	écologique : caractéristiques climatique	9
Figure 8	Localisation des trois régions de récolte.....	18
Figure 09	Montage du procédé de l'entraînement à la vapeur d'eau.....	18
Figure 10	Effet du séchage sur le rendement en huile essentielle du romarin de l'INA.....	28
Figure 11	Effet du séchage sur le rendement en huile essentielle du romarin de Tablat.....	28
Figure 12	Effet du séchage sur le rendement en huile essentielle du romarin de Beni yenni	29
Figure 13	Effet de la salinité sur l'huile essentielle de romarin.....	30
Figure 14	Schéma globale résumé trois études.....	31

Liste des tableaux

Tableau I	Constituants chimiques du romarin.....	11
Tableau II	Informations sur Les échantillons étudiés.....	21
Tableau III	Caractéristiques pédoclimatiques des régions de collecte.....	23
Tableau IV	taux de concentration de quelques composants chimiques de HE.....	26
Tableau V	Rendement de HE des trois écotypes.	27
Tableau VI	Composés majoritaire (%) des HE des différents romarins.....	29

Table de matière	
<i>Remerciements</i>	
<i>Dédicaces</i>	
<i>Résumé</i>	
<i>Abstract</i>	
<i>المخلص</i>	
<i>Liste des abréviations</i>	
<i>Glossaire</i>	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<i>Table des matières</i>	
<i>Introduction</i>	1
CHAPITRE I : GENERALITES SUR ROSMARINUS OFFICINALIS	3
<i>I.1. Historique</i>	4
<i>I.2. Description botanique</i>	4
<i>I.3. Classification botanique</i>	7
<i>I.4. Ecologie</i>	8
<i>I.5. Distribution géographique</i>	8
<i>I.6. Exigences pédoclimatiques</i>	8
<i>I.7. Composition chimique du romarin</i>	11
<i>I.8. Composition chimique de l'huile essentielle de Rosmarinus officinalis</i>	12
<i>I.9. Les bienfaits de Rosmarinus officinalis</i>	12
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES HUILES ESSENTIELLES	14
<i>II.1. Définition</i>	15
<i>II.2. Origine et localisation des huiles essentielles</i>	15
<i>II.3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles</i>	15
<i>II.4. Facteurs influençant la composition chimique de l'huile essentielle</i>	16
<i>II.5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles</i>	17
<i>II.6. Rôles des huiles essentielles</i>	18
<i>II.7. Toxicité des huiles essentielles</i>	19
CHAPITRE III: MATERIEL ET METHODES	20
<i>III.1. Présentation de l'étude</i>	21
<i>III.2. Matériel</i>	21
<i>III.3. Site de récolte des échantillons</i>	21
<i>III.3.1. Impact du type de culture sur l'huile essentielle de Rosmarinus officinalis</i>	22
<i>III.3.2. Impact du type de sol sur la composition en huile essentielle de Rosmarinus officinalis (Etude de Outaleb 2010)</i>	22
<i>III.3.3. Effet de différents niveaux de salinité sur la composition d'huile essentielle de Rosmarinus officinalis (Etude de Motahareh Ershad 2013)</i>	24
CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION	25
<i>IV.1. Résultat de la première étude (Atik Bekkar et al., 2006)</i>	26
<i>IV.2. Résultat de la deuxième étude (Outaleb et al., 2010)</i>	26
<i>IV.3. Résultat de la troisième étude (motahareh-Ershad, 2013)</i>	29
<i>Discussion</i>	32
<i>Conclusion</i>	35
<i>Annexe</i>	37
<i>Références bibliographiques</i>	40

Introduction

Introduction

L'étude des huiles essentielles des plantes à parfum aromatiques et médicinales, connaît depuis longtemps un intérêt particulier, eu égard à l'importance de ces substances naturelles dans divers domaines : pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire, bien-être et santé (Sutour, 2010). Ces essences naturelles faisant partie du métabolisme secondaire des plantes aromatiques, et fournies à faibles quantités (Wilhelm, 1998) suscitent de plus en plus l'intérêt des chercheurs.

Plusieurs études a été réaliser à fin de déterminer le changement important du profil chimique d'HE qui permet d'anticiper les variations de son activité.

En effet, la composition d'une huile essentielle issue de deux plantes d'une même espèce botanique n'est pas constante. Sous l'influence de facteurs extérieurs, elle peut même présenter des spécificités biochimiques très différentes (on parle alors de chémotype) (Deschepper, 2017)

En outre, la biodisponibilité des principes actifs est sujette à différents facteurs endogènes (biologie de la plante) et exogènes. Ces derniers sont de toute importance, représentés par les facteurs environnementaux, comme la température et les précipitations qui conditionnent la répartition des espèces et des êtres vivant dans la biosphère (Ramad, 1884) l'humidité, l'altitude, la latitude , la nature du sol, l'origine géographique...etc.(Boira et Blanquer, 1998) ; Palà-paul et *al.*, 2001) .

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressées à une plante aromatique de la grande famille des Lamiaceae , *Rosmarinus officinalis L.* qui fait partie de la grande richesse floristique dont recèle l'Algérie, et dont l'huile essentielle est très convoitée.

Ainsi, le présent travail en majorité théorique est une synthèse de travaux antérieurs réalisés par trois équipes de chercheurs en Algérie et Iran,(.AtikBekkar et *al.*, 2006) (Mihoub et al., 2010) (MotaharehErshad, 2013) .Nous nous sommes assignées comme objectif de mettre en exergue l'influence de certains facteurs pédoclimatiques sur la composition chimique des huiles essentielles de la plante *Rosmarinus officinalis L.*

Chapitre I

Etude bibliographique

I.1.Historique

Le Romarin est un arbrisseau qui doit son nom au latin *ros*, rosée et *marinus*, marin. En effet, d'après la légende, le Romarin est une plante que l'on retrouvera seulement dans les régions où s'étend la rosée venant de la mer, au petit jour. Dans d'autres régions, on le surnomme "la Rose de mer" en latin *Rosa marina* qui a donné son nom au genre (Escuder, 2007).

Le Romarin, très prisé par les anciens pour les cérémonies religieuses, n'était que peu utilisé pour ses propriétés médicinales (Fournier, 2010). Alors que pour Dioscoride et Pline, au début de notre ère, il était très estimé comme plante médicinale et condimentaire (Tessier, 2003).

Vers l'1^{er} siècle, Archigènes en tira l'huile par décoction (Fournier, 2010).

Des rameaux de Romarin ont été découverts par Prosper Alpin, au XVI^{ème} siècle, dans un tombeau de l'Egypte ancienne (Fournier, 2010). En effet, une branche était déposée dans les sépultures. Le Romarin était utilisé par les Egyptiens en fumigation comme encens lors des cérémonies religieuses et pour l'embaumement. Il était également utilisé pour un usage médical en décoction pour des lavements contre la diarrhée (Schneider, 2002).

Selon (Gigon et *al*, 2014) Les Romains connaissaient bien le Romarin, surtout pour ses pouvoirs merveilleux. Considéré comme une plante sacrée, il était censé assurer aux morts un séjour paisible dans l'au-delà,

Chasser les mauvais esprits et porter bonheur aux vivants. Le Romarin était un symbole d'amour inconditionnel, de prospérité, de fidélité et d'immortalité.

Le Romarin ornait les tables des banquets, le bouquet des mariées et était tressé dans les couronnes funéraires et dans celles des mariées afin de rendre l'esprit vif.

Il remplaçait l'encens dans les rites de purification. C'est de là que lui vient le nom d'encensier (Clot Havond, 2014). Les Grecs l'appelaient "dendrolivanon" qui équivaut à «arbre à encens»(Tessier, 2003).

Les chrétiens soutinrent que la Vierge Marie se reposa au pied d'un buisson de Romarin, étendit dessus les langes de Jésus-Christ pour les sécher, lors de sa fuite d'Egypte, et que depuis, ses fleurs apparaissent à Pâques et sont bleu-pâle (et non blanches) (Labescat, 2013).

Le Romarin, comme le Christ, parviendrait à sa taille maximale à trente-trois ans puis ne se développerait qu'en envergure, comme lui.

Depuis l'Antiquité, le Romarin est utilisé pour stimuler et améliorer la mémoire. Encore à l'heure actuelle, les étudiants grecs le boivent en tisane (Schneider, 2002). ou en font brûler comme encens dans leur chambre en période de révision et d'examens. Le Romarin est

reconnu pour ses propriétés tonique, revigorante, stimulante qui se reflètent dans sa saveur aromatique très particulière ainsi que dans son odeur (Larousse des plantes médicinales, 2013)

I.2.Description botanique :

Le romarin est un arbrisseau toujours vert de 0,5 à 2 m de hauteur. La tige ligneuse est couverte d'une écorce grisâtre et se divise en de nombreux rameaux opposés (ChafaiElalaoui et *al.*, 2014) (Figure 01).

Selon Bouzid (2016), la racine se présente généralement comme la prolongation sous-terrainne de la partie basale de la tige, elle représente l'organe de soutien pour fixer la plante au sol et lui permettre un ravitaillement en eau et en sels minéraux (absorption) ainsi que le stockage des réserves nutritives.

Les racines pivotantes s'enfoncent en général très profondément dans le sol verticalement et fixent solidement la plante (Bouzid ,2016) (Figure 01).



Figure 01 : Racine de *Rosmarinus officinalis* L (Virginie, 2017)
(Pivotante, ligneuse et ramifiée)

Les feuilles sont coriaces, sessiles, linéaires, entières, enroulées sur les bords, vertes et ponctuées dessus, blanches tomenteuses à la face inférieure (Rameau et Dume, 2008).

Selon Bekkara et *al.*,(2007), ses feuilles persistantes sont beaucoup plus longues que larges.(Figure 02)

D'après Makhloufi, (2019), son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement odorante et tenace.

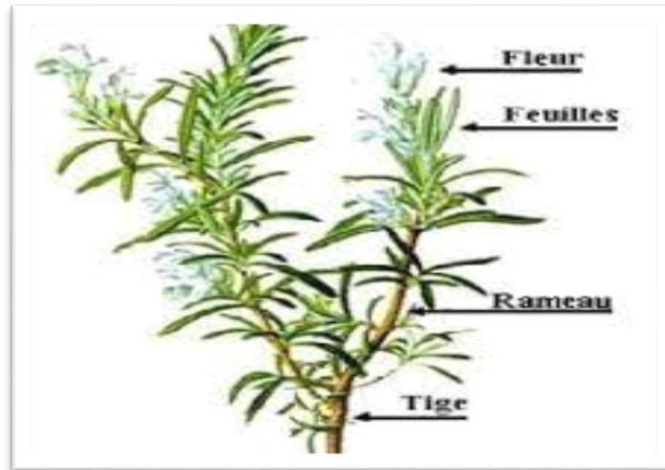


Figure 02 : Tige principale et rameau Feuillé à fleurs du romarin (Adjimi,2014)

Les fleurs sont réunies au sommet des rameaux, bleues pâles à blanchâtre, pratiquement sessiles, disposées en petites grappes axillaires et terminales, bractées tomenteuses lancéolées (Rameau et Dume, 2008) (figure 03)



Figure 03: Fleurs de *Rosmarinus officinalis* L (Source : Monaco Nature Encyclopedia)

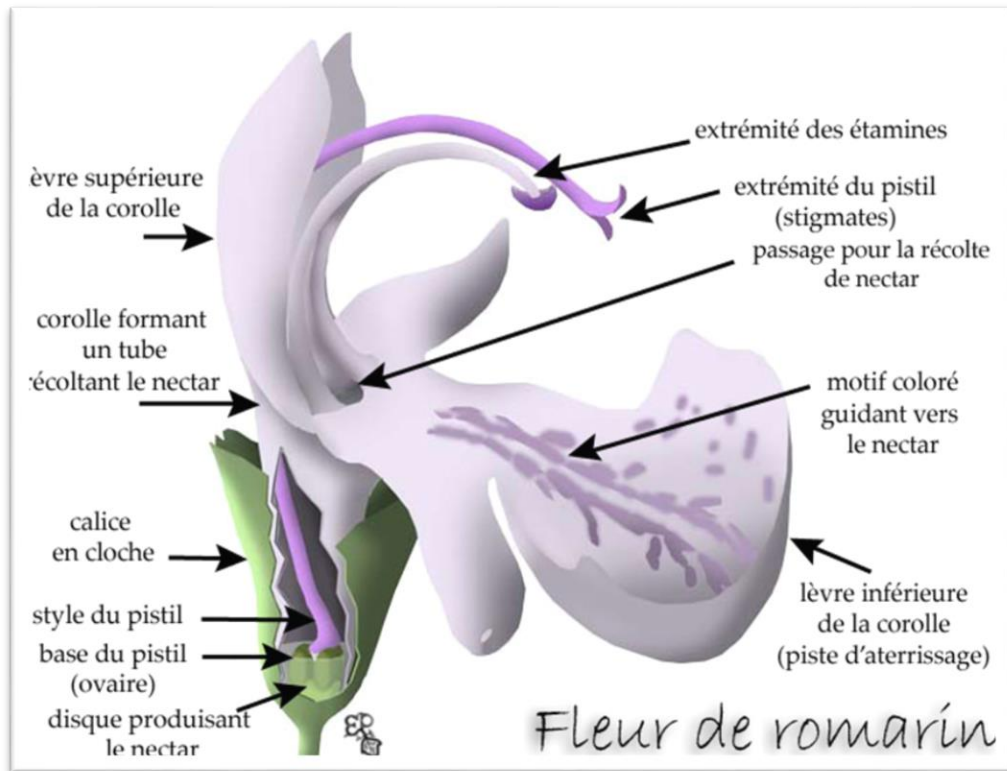


Figure 04: Une fleur sous la loupe : le romarin (Pensa, 2021)

Le calice velu à dents bordées de blanc, elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base comme pour la plupart des Lamiacées (Zeghad, 2009).

Le fruit a une forme ovoïde, entouré par un calice brun et persistant. L'inflorescence et le calice ont une pilosité très courte ; l'inflorescence est en épis très courts et les bractées mesurent 1 à 2mm (Chafai Elalaoui et *al.* 2014) (Figure 04).



Figure05 : Fruit du de *Rosmarinus officinalis*L (Anonyme ,2021)

I.3. Classification botanique

Selon (Begum A et *al.*, 2013), la classification botanique du romarin est :

Règne : Plantae

Sous-règne : Trachéobionte

Embranchement : Spermatophytes

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Astéridés

Ordre : Lamiales (labiales)

Familles : Lamiaceae

Genre : Rosmarinus L

Espèces : Officinalis

Nomenclature binominale : *Rosmarinus officinalis* L

I.4.Ecologie

Le romarin possède une aire géographique très vaste, il pousse sur tous types de terrains avec une préférence pour les sols calcaires, argileux, argileux-limoneux situés dans les endroits ensoleillés, chauds, secs et abrités du vent. Il est répandu sur la plupart des maquis, garrigues, sur les rivages marins, on le rencontre jusqu'à 1500m d'altitude. Il accompagne souvent le pin (Gilly, 2005).

I.5. Distribution géographique

Le romarin *Rosmarinus officinalis* L. est une plante médicinale originaire du bassin méditerranéen qui pousse à l'état sauvage (Mouas *et al.*, 2017).

D'après Chafaïet *al.*, (2014), *Rosmarinus officinalis* est localisé au niveau des forêts, des broussailles et des matorrals, sur substrats calcaires bien drainés.

Selon Beniston, (1982), en Algérie le romarin fait partie des espèces végétales qui se manifestent à l'état sauvage dans les zones littorales pas trop loin de la mer, les lieux sec et arides même au Sahara.

Il est répandu dans les pays européens, en France, en Espagne, au Portugal. on le retrouve au Maroc, en Tunisie et en Libye, il devient rare et ne se manifeste que dans quelques stations isolées en Egypte, en Israël, Liban, à Chypre, il réapparaît en Turquie, en Grèce et en Italie (Granger et *al.*, 1976)

I.6. Exigences pédoclimatiques

Le romarin est cultivé dans le monde entier, plus particulièrement dans les régions tempérées. Selon Escriva, (2012), il s'installe sur des sols très dégradés soit par des incendies soit par du surpâturage ; du bord de mer jusqu'à 900 mètres d'altitude aux adrets (Sud) et 600-700 mètres aux ubacs (Nord). Le Romarin peut pousser dans diverses conditions. Cependant, certains types de sol (Figure 06) lui sont plus favorables ainsi que certaines conditions climatiques (Figure 07) :

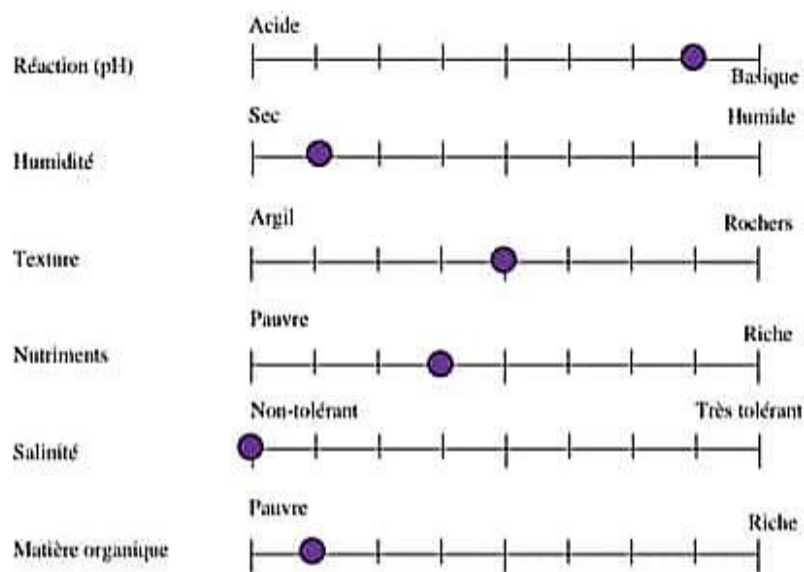


Figure 6: optimum écologique : caractéristiques du sol

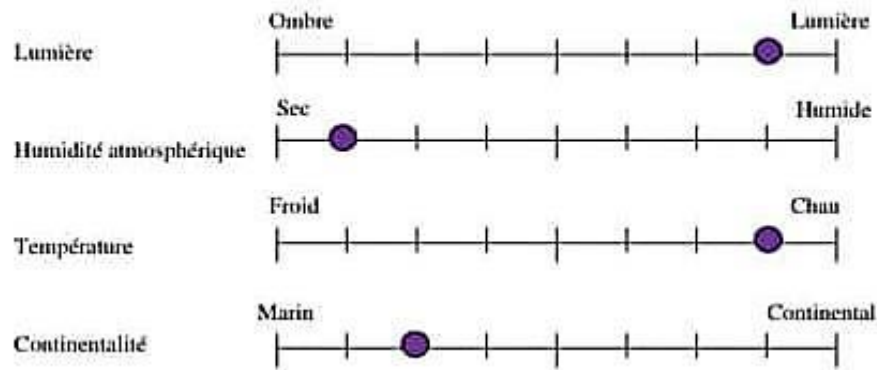


Figure 7 : optimum écologique : caractéristiques climatique

Il a une préférence pour des sols argileux ou sablonneux, étant situés dans des endroits secs, chauds, (c'est ainsi qu'il produit le plus d'huiles essentielles et qu'il dégage les parfums les plus puissants, abrités du vent et ensoleillés (Anton et Lobstein, 2005 ; Harding, 2011).

Selon Harding, (2011), il fleurit tôt : le tailler après la floraison permet de développer la production des feuilles.

D'après Hribar et Vidrih, (2015), une augmentation de CO₂ atmosphérique favorisera l'activité photosynthétique chez la plante. L'augmentation de cette activité photosynthétique augmentera la production du métabolisme chez la plante, ainsi qu'elle diminue la transpiration foliaire pour la plante.

Ces changements climatiques (l'augmentation de CO₂ et la température), peuvent modifier la production de la biomasse végétale et la composition des communautés végétales (Kardol et al., 2010).

D'après Schneider, (2002), lorsque les gels sont fréquents, les plantes de Romarin devront être mises sous abri, repotés dans une bonne terre, placés à l'intérieur dans une serre ou près d'une fenêtre et arrosés ponctuellement en profondeur, uniquement quand la terre est sèche.

La température joue un rôle important pour la croissance de la plante, elle agit sur le volume et la taille et enfin sur la productivité de la plante. Une faible augmentation de la température peut agir positivement sur la croissance de la plante, parce que la plante reçoit un minimum d'énergie thermique ce qui induit à une croissance maximale de la plante. Tandis qu'une haute température réduit l'activité microbienne du sol, et une diminution de la disponibilité des nutriments pour la plante (Sardanset Penuelas, 2005).

Selon Araujo et *al.*, (2015), l'augmentation de la température augmente le taux de minéralisation de matière organique du sol. Une augmentation du taux de minéralisation, augmentera la densité du sol, ce qui provoquera des difficultés pour diversifier la racine chez les plantes. Ces difficultés vont obliger les plantes à trouver une nouvelle stratégie pour adapter à ces nouvelles conditions.

D'après Bernier et *al.*, (2009), la croissance verticale des racines des plantes, est une stratégie pour résister à la sécheresse causée par une augmentation de la température, car cette croissance verticale permet d'exploiter les réserves d'eau souterraines.

Une baisse de l'humidité dans l'environnement de la plante diminue sa croissance et entraîne d'importantes modifications biochimiques et métaboliques, affectant ainsi la qualité de l'essence. Le plus souvent, une plante subissant un stress hydrique a tendance à produire plus de métabolites secondaires. Certaines espèces voient cependant leur capacité de production de ces métabolites secondaires diminuer (Deschepper, 2017).

I.7.Composition chimique du romarin

Selon Belkhiri, (2015) , en plus de l'huile essentielle, on trouve dans le Romarin: 2 à 4 % de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique , l'acide oléanolique,l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques : picrosalvine, dérivés de l'acide canosolique, romanol, romadial,des acides phénolique, des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques : l'acide citrique, glycolique, et glycérique, des stérols, de la choline , du mucilage et de la résine(Tableau I).

Tableau 1 : La composition chimiques du romarin (Goetz et Gherdira, 2012)

Famille des constituants	Constituants
Huile essentielle (1à 2.5%)	1,8 cinéole, alpha -pinène, camphre, borneol, acétat de bornyle, alpha terpinéol, beta pinène, beta-caryophyllène, myrcène ...
Diterpènes phénoliques tricycliques	Acide carnosolique, carnosol, rosmanol, rosmadial..
Flavonoïdes	Hétérosides de lutéoline, de la diosmétine Flavonesméthoxylées : genkwanine et dérivés, cirsimaritrine, scutellaéine
Acides phénol (3.5%)= Tanins des labiées	Acide caféique, chlorogénique, rosmarinique
Triterpènes, stéroïdes	acideoléanolique (10%), dérivés de l'acide ursolique et alpha et beta –amyrine(5%)
Lipides (cuticule cireuse des jaunes feuilles)	N-alkanes, alkènes
Constituants divers	Polysaccharides acides (6%), traces de salicylate

Selon Horvath et *al.*, (2006), l'extrait méthanolique contenait un taux élevé en Sucrose, Succinate, Fumarate, Malonate, Shikimate, et en acides phénoliques, mais un niveau bas en Fructose, Glucose, Citrate, et Quinate.

I.8.Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*

Selon Sell(2006), les huiles essentielles sont des mélanges complexes pouvant contenir plus de 300composés différents.

La composition chimique de l'huile essentielle de romarin a fait l'objet de nombreuses études (Lawrence ,2007).

Il s'agit d'une HE riche en monoterpènes, tout particulièrement alpha-pinène, le 1,8-cinéole et le camphre (mis en évidence dès 1860 par Lallemant) et à undegré moindre, le camphène, le limonène, le bornéol, l'acétate de bornyle et la verbénone. Il apparait clairement que l'HE de romarin jouit d'une très importante variabilité chimique etc'est une des premières HE ayant bénéficié de la mention « HE chémotypée ».

D'ailleurs, dès 1973, Granger et Collclassèrent les HE de romarin selon 4 types chimiques : 1) cinéole, 2) camphre-bornéol, 3) myrcène, 4) alpha-pinène-verbénone. Si on entre un peu plus dans le détail, et en faisant abstraction de quelques rares compositions inhabituelles qui ont été décrites, on peut différencier :

Les HE riches en 1,8-cinéole, contenant plus de 40% de ce composé. Il s'agit d'HE originaires du Maroc, Tunisie, Turquie, Grèce, Yougoslavie, Italie, France) ; Celles qui présentent des teneurs comparables en alpha-pinène, 1,8-cinéole et camphre (HE de France, Espagne, Italie, Grèce, Bulgarie) (Lawrence, 2007)

Selon Lawrence, (2007), une composition dominée par le myrcène a été observée au Portugal, au sud de l'Espagne, et en Argentine.

Le romarin poussant à l'état spontané en Corse et en Sardaigne produit une HE dont la composition est dominée par l'alpha-pinène, l'acétate de bornyle et la verbénone. Cette HE est connue et commercialisée sous le nom de « HE de romarin à verbénone », bien que ce dernier composé ne soit pas en général majoritaire. La renommée de cette HE est principalement due à l'intérêt qu'elle présente en aromathérapie. (Lawrence, 2007., Penoel et Franchomme, 1990).

I.9. Les bienfaits de *Rosmarinus officinalis*

Le romarin fut longtemps utilisé empiriquement en phytothérapie.

➤ Usage interne

Selon Bousbia, (2011), le romarin est un stimulant antispasmodique et cholagogue. On l'indique pour les fermentations intestinales, les asthénies, le surmenage, les états des fièvres typhoïdes ou muqueuses, de la grippe. En sa qualité d'antispasmodique, il est bénéfique dans l'inflammation chronique des muqueuses respiratoire, la coqueluche, les vomissements nerveux, c'est un bon cholagogue utilisé dans les cholécystites chroniques, certaines ascites et cirrhoses, les ictères ; c'est aussi un emménagogue (aménorrhée dysménorrhée) et un diurétique (hydropisies), un anti-VIH et anti-cancer, le Carnosol du romarin possède une activité antivirale contre le virus du SIDA (HIV) (Aruoma et al., 1996).

Selon Offord et al., (1995), d'autres études montrent que les composants du romarin inhibent les phases d'initiation et de promotion de cancérogénèse.

➤ Usage externe

Pour les traitements externes (entorses, foulures, contusions, torticolis), on emploie les sommités infusées dans de l'alcool. L'extrait alcoolique lui-même agit sur les ulcères, les

plaies, les dermatoses parasitaires. La décoction aqueuse s'utilise en gargarismes (angines) et en bains de bouche (aphtes) ou elle est ajoutée à des bains stimulants, soigne les blessures, soulage les maux de tête, améliore la mémoire et la concentration, fortifie les convalescents, combat les effets du stress et de la fatigue, traite l'inflammation des voies respiratoires et de la sphère ORL (Bousbia, 2011).

➤ Industrie agro-alimentaire

Selon Zoubeidi, (2004), les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important, et peuvent être appliqués à la conservation des aliments et des huiles lipidiques, ces propriétés sont dues aux acides polyphénoliques (rosmarinique, caféique).

➤ Alimentation

L'épice et l'huile de romarin sont largement utilisés en alimentation, l'épice est utilisée dans les aliments cuits, viande, les aliments industriels, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0,41% dans les aliments cuits. L'huile est utilisée dans les desserts glacés, confiseries, gélatines.

Le romarin est utilisé en infusions, sous forme de poudres, extraits sec ou autres préparations galéniques pour usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac (Zoubeidi, 2004).

Chapitre II

Les Huiles

Essentielles

II.1.Définition

Selon Iso (2013), l'huile essentielle est un produit obtenu à partir d'une matière première naturelle d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques, soit par distillation sèche, après séparation de l'éventuelle phase aqueuse par des procédés physiques.

II.2.Origine et localisation des huiles essentielles

Les huiles volatiles peuvent être considérées comme des résidus du métabolisme végétal. Suite à la photosynthèse au niveau des chloroplastes, l'énergie produite (sous forme de glucides, NADPH et d'ATP) contribue au développement de la plante et indirectement à la biosynthèse de multiples composés secondaires parmi eux les huiles essentielles (Narishettyet Panchagnula., 2004).

Elles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante. Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules ou se rassemblent sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (Gonzalez-Trujano et *al.*,2007).

Selon Degryse et *al.*,(2008),la synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence des structures histologiques spécialisés, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante qui sont: cellules à huiles essentielles de Lauraceae, les poils sécréteurs des laminaceae, poches sécrétrices des Myrtaceae, des Rutaceae, et les Laminaceae , et les canaux sécréteurs qui existent dans des nombreuses familles. Il est intéressant de remarquer que les organes d'une même espèce peuvent renfermer des huiles essentielles de composition différente selon la localisation dans la plante.

II.3.Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Les propriétés physiques des huiles essentielles se résument en leurs indices, pouvoir rotatoire, viscosité, densité, solubilité dans l'alcool, point d'ébullition et congélation. Généralement incolores ou jaune pâle, les essences sont liquides à température ambiante (Bouleazzen ,2017).

Elles sont peu solubles dans l'eau, solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques (Bruneton, 1995).

Selon Outaleb, (2010), elles ont un indice de réfraction qui varie essentiellement avec la teneur en mono terpènes et en dérivés oxygénés ; une forte teneur en mono terpènes

donnera un indice élevé, cependant une teneur élevée en dérivés oxygénés produira l'effet inverse.

D'après Boulezazen (2017), les huiles essentielles sont extrêmement volatiles et sensibles à l'oxydation. Elles ont tendance à se polymériser en donnant lieu à la formation de produits résineux ce qui induit la perte de ses propriétés. Leur densité est en générale inférieure à celle de l'eau (à l'exception des huiles essentielles de sassafras, de girofle ou de cannelle constituent des exceptions).

II.4. Facteurs influençant la composition chimique de l'huile essentielle

Il existe beaucoup de facteurs externes pouvant influencer la composition chimique de l'huile essentielle. La température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol sont autant des facteurs d'ordre environnemental susceptibles d'exercer des modifications chimiques.

Selon Mayer, (2012), des travaux de recherche ont prouvé que la composition chimique des huiles essentielles est très fluctuante. En effet, elle dépend de deux grands axes; ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat,...ect) ou technologiques (mode de culture ou d'extraction d'huile essentielle de la plante).

Les études portant sur la variation de la composition chimique des huiles en fonction du cycle circadien et des saisons sont nombreuses (Assad et *al.*, 1997; Lopes et *al.*, 1997).

Selon Angioni et *al.*, (2004). Les changements les plus importants interviennent lors du procédé d'extraction sous l'influence des conditions opératoires ; notamment du milieu (pH, température) et de la durée d'extraction. Les traitements auxquels la matière végétale est soumise avant ou pendant l'extraction (broyage, dilacération, dégradation chimique, pression, agitation) contribuent à la variation du rendement et de la qualité de l'huile essentielle.

Stresse salin et hydrique :

Les végétaux sont particulièrement exposés aux différents types de stress vu leur incapacité à se déplacer pour changer de milieu et fuir les conditions défavorables leur moyen de défense est donc leur capacité à tolérer le stress (Zaoui et Brun, 2020).

Selon Zaoui et Brun, (2020), le stress hydrique et salin est celui qui affecte de manière importante les végétaux, c'est même la tolérance à ce stress qui détermine la répartition des végétaux sur la surface de la terre.

Le stress hydrique

Intervient quand la perte de l'eau par transpiration est supérieure à l'approvisionnement à l'eau par l'absorption .il peut être provoqué par tout phénomène qui diminue l'approvisionnement en eau par l'absorption ou qui augmente sa perte par transpiration : la sécheresse, la salinité due la solution du sol, le froid, la pourriture des racines liée à l'engorgement du sol en eau ou aux maladies racinaires (Zaoui et Brun, 2020).

II.5.Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

L'extraction d'une huile essentielles (HE) est une opération complexe est délicate, elle a pour but, en effet de capter et recueillir les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal (Lahlou, 2004) et (Richter, 2007).

Selon Gavahianet *.,al* (2015) Au cours de cette partie, nous allons passer en revue et développer les procédés d'extraction et de distillation des HEs aromatiques et des essences végétales. Qu'elles soient traditionnelles ou innovantes. L'accent sera mis aussi les différents avantage et inconvénients de chaque technique, dans le souci permanent d'obtenir ces constituants aromatiques dans des concentrations maximales, et dans un état chimique le plus proche possible de leur structure native.

- **Les principes méthodes d'extraction sont :**

- 1- extraction par entraînement à la vapeur d'eau.
- 2- extraction par hydro distillation.
- 3- expression à froid.
- 4- extraction par solvant organique.
- 5- extraction assistée par micro-ondes.
- 6- extraction par fluide à l'état supercritique.

- **Les techniques d'extraction fréquemment utilisées sont :**

Extraction par entraînement à la vapeur d'eau :

C'est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles, dans ce système d'extraction le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatile sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse et une phase organique. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certain phénomène d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (Raaman., 2006).

Selon Luchesi., (2005) et Boukhatem., (2018). Les conditions opératoires et, notamment durée de distillation ont une influence considérable sur le rendement et la composition de huiles essentielles.

Extraction par hydrodistillation :

Elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau et l'ensemble est porté à ébullition. Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans cohobage des eaux aromatiques obtenues lors de la décantation. Ce procédé présente des inconvénients dus principalement à l'action de vapeur d'eau ou de l'eau à l'ébullition, certains organes végétaux en particulier les fleurs sont trop fragiles et ne supportent pas le traitement à la vapeur d'eau et par hydrodistillation (Farhat.,2010).

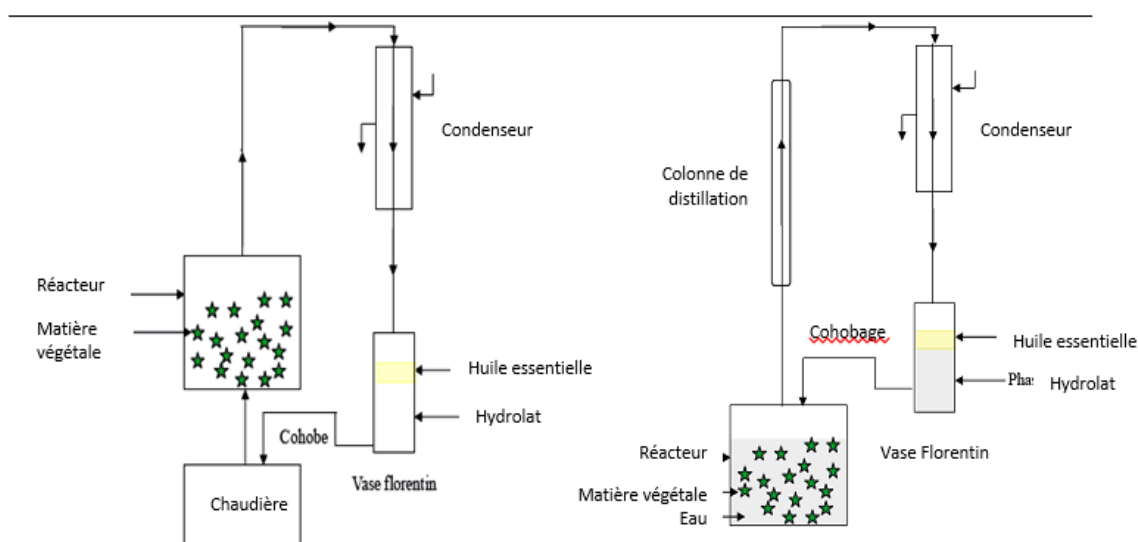


Figure 1. Principe schématisé de l'extraction par entraînement à la vapeur (EVE) [24].

Figure 2. Principe schématisé de l'hydrodistillation (HD) [24].

II.6. Rôles des huiles essentielles

Les huiles essentielles aident à traiter les petites indispositions de la vie de tous les jours.

Outre leur action curative, elles opèrent de manière préventive en stimulant le système immunitaire afin que l'organisme lutte plus efficacement contre les infections bactériennes et virales. Parmi les propriétés les plus connues, on citera la propriété antiseptique. A l'heure où les germes microbiens deviennent de plus en plus résistants, ce qui implique pour l'industrie Pharmaceutique de trouver des antibiotiques de plus en plus puissants (mais aussi de plus en

plus destructeurs de la flore saprophyte responsable de notre immunité), les huiles essentielles offrent une véritable alternative (Botton,1999).

D'après Bakalli ,(2011) ,les HEs peuvent avoir plusieurs effets « utiles » pour la plante :

- Repousser ou attirer les insectes pour favoriser la pollinisation.
- Source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques.
- Réduire la compétition des autres espèces de plantes par inhibition chimique de la germination des graines.
- protéger la plante contre la flore microbienne infectieuse, action répulsive sur les prédateurs par gout et effets défavorables.

II.9.Toxicité des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Comme tous les produits naturels: ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme. Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation, de plus en plus populaire, tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie (Smith et *al.*, 2000)

D'après Teuscher et *al.*,(2005) , des effets secondaires n'ont pas été mentionnés quand le romarin est utilisé correctement, aux doses thérapeutiques adéquates (jusqu'à 20 gouttes par jours), mais à forte dose il peut être toxique.

L'ingestion de doses élevées d'huile essentielle de romarin provoque des hémorragies gastriques, de l'albuminurie, une dégénérescence graisseuse du foie et du rein, occasionnellement des allergies de contact et peut aussi être fortement épileptisante (Teuscher e *tal*, 2005).

Selon Baba aissa, (2000) l'utilisation de Romarin durant la grossesse ou l'allaitement serait déconseillée. Toutefois en utilisation culinaire de quelques feuilles sont sans danger.

Chapitre III

Matériel et méthode

III.1. Présentation de l'étude

La présente étude est une étude rétrospective de travaux de recherches réalisés sur l'espèce *Rosmarinus officinalis* par différents auteurs, elle porte sur l'impact des facteurs pédoclimatiques sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

En raison de la situation sanitaire du pays et les restrictions dues à la pandémie mondiale de la Covid 19, les études expérimentales ne pouvaient être effectuées.

III.2. Matériel

Afin de mieux déterminer l'impact des facteurs pédoclimatiques sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*, nous avons choisies des études effectuées dans différentes régions en Algérie et en Iran, où la partie aérienne de cette plante a été prise en compte.

III.3. Site de récolte des échantillons

Le tableau II regroupe des informations sur le lieu et la période de récolte et il résume les informations concernant le matériel végétal utilisé par les différents auteurs dans leurs études de recherche respectives.

Tableau II: Informations sur les échantillons étudiés

Auteurs	année	partie utilisée	Lieu d récolte
Motahareh Ershad	2013	Partie aérienne	Iran
Outalab	2010	Partie aérienne	Alger(El harrach , Tablat, Beni-yenni)
Atik bekkara et al	2006	Partie fleurie (feuilles et fleurs)	Station Honaine
Atik bekkara et al	2006	Partie fleurie (Feuilles et fleurs)	Station Tlemcen

III.3.1 Impact du type de culture sur l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* :

Dans leur étude, ATIK Bekkara et al(2006), ont entrepris et évalués l'impact du type de culture sur les composants de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

La plante poussant à l'état spontané, a été récoltée dans la station de Honaine, alors que la plante cultivée a été récupérée dans la région de Tlemcen. La cueillette de la partie fleurie (feuilles et fleurs) a été effectuée le mois d'octobre, l'extraction des huiles essentielles a été réalisée par l'hydrodistillation avec un appareil de type Clevenger.

Les analyses de chromatographie en phase gazeuse (CPG) ont été effectuées à l'aide d'un chromatographe PerkinElmer autosystem, RMN. Les spectres de RMN ont été enregistrés sur un appareil Bruker AC 200 (calculateur "Aspect3000") opérant à 50,323 MHz pour le carbone-13, équipé d'une sonde de 5 mm. Les déplacements chimiques sont donnés en ppm (δ) par rapport au TMS pris comme référence interne.

Les spectres de RMN du ^{13}C ont été enregistrés avec les paramètres suivants: échantillon de 50 mg dans 0,5 mL de CDCl_3 , durée de l'impulsion: 2,8 μs (angle d'impulsion 45°); découplage pulsé ("Composite Phase Decoupling"); temps d'acquisition: 1,3 s correspondant à une acquisition de 32K avec une largeur spectrale de 12500 Hz (250 ppm); temps de répétition entre deux expériences: 3,3s; résolution digitale de 0,763 Hz/pt. Les données du signal de précession libre sont multipliées avant la transformée de Fourier par une fonction exponentielle (LB=1,0 Hz).

III.3.2. Impact du type de sol sur la composition en huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (Etude de Outealeb 2010) :

Le matériel végétal est constitué de trois écotypes de romarin collectés au mois de mars dans différentes régions (Tableau III et annexe I) qui sont :

- Ecole nationale Supérieure agronomique ENSA ex, INA (Alger), cultivé
- Tablat (Médéa), poussant à l'état spontané
- Beni yenni (tizi ouzou), poussant à l'état spontané

Tableau III : Caractéristiques pédoclimatiques des régions de collecte

Région	Altitude (m)	Latitude Nord	Longitude Est	Etage bioclimatique	Type de sol
ENSA (Alger)	48	36°39'	3°08'	Sub-humide hiver tempéré	Sol limono-argileux avec un faible taux de calcaire et riche en matière organique
Tablat (Médéa)	450	36°24'	3° ,19'	Sub –humide a Hiver tempéré	Sol pauvre insaturé à teneur faible en calcaire et moyennement riche en matière organique en surface
Beni yenni (Tizi ouzou)	835	36°39'	4° ,24'	Sub – humide a Hiver tempéré	Sol essentiellement calcaire recouvert d'une mince couche d'argile et d'humus

Protocole d'extraction

L'extraction des huiles essentielles des trois écotypes de romarin a été effectuée par entraînement à la vapeur.

La matière végétale est introduite dans la colonne surmontant le ballon, ce dernier est rempli d'eau jusqu'au 2/3 de sa capacité. L'ensemble est porté à ébullition en branchant le chauffe ballon.

La vapeur envoyée dans l'extracteur (colonne), traverse la matière végétale et se charge d'huile essentielle, elle passe ensuite dans le réfrigérant où elle est condensée. Le condensat est recueilli dans une ampoule à décanter, où s'effectue la séparation par différence de densité des deux phases non miscibles : une phase aqueuse et une phase organique qui constitue l'huile essentielle.

L'huile essentielle recueillie est séchée à l'aide de sulfate de Sodium anhydre (Na_2SO_4) afin d'éliminer toutes traces d'eau.

Les huiles essentielles sont conservées au réfrigérateur dans des flacons en verre brun hermétiquement fermés à l'abri de la lumière et à une température de 4°C en vue de leurs utilisations.

III.3.3 Effet de différents niveaux de salinité sur la composition chimique de l'HE (Etude de Motahareh Ershad 2013) :

Les expériences ont été effectuées à Lahidjan, dans la Province de Guilan en Iran (longitude 50°2' E et latitude 27°15' N). Trente-six boutures de romarin enracinées ont été transplantées dans des pots remplis de terre de jardin. Les résultats de l'analyse du sol sont présentés dans le tableau IV. La contrainte de salinité a été appliquée un mois après. Quatre échantillons d'eau salée ont été utilisés comme traitement : eau du robinet (S1), solution NaCl 100 mM (S2), Solution NaCl 150 mM (S3) et eau de la mer Caspienne (S4). La salinité de l'eau de la mer Caspienne était de 11-13 g/l. L'irrigation en pot a été effectuée trois fois par semaine.

Vingt grammes de feuilles séchées à l'air ont été utilisés pour l'extraction des HEs par hydro distillation de type Clevenger pendant 3 à 3.5 h.

Les analyses de chromatographie par GC/MS ont été effectuées à l'aide d'un chromatographe, Agilent modèle GC8690N, colonne capillaire (30m 0,25mm; épaisseur de film de 0,25µm.

Chapitre IV

Résultat et Discussion

IV.1 .Résultat de la première étude (Atik Bekkar et al., 2006) :

Le rendement en huile essentielle obtenue à partir des parties aériennes (feuilles fleurs) est de 0.8% pour le Romarin sauvage de la station Honaine et 0.6% pour le Romarin cultivé de la station Tlemcen. Les deux échantillons ont été analysés par CPG-Ir et par RMN du carbone-13, sans séparation préalable des constituants, selon une méthode mise au point et développée à l'université de Corse.

Tableau IV: Taux concentration de quelques composants chimiques de l'huile essentielle

Constituants	Romarin Cultivé (%)	Romarin sauvage (%)
α -pinène	12.6	23.1
β -pinène	1.3	12.2
cinéole	11.8	5
Verbénone	5.9	—
Camphre	13.8	14.5

L'analyse par CPG-Ir et RMN 13C a permis d'identifier 31 composés au total. Il a été constaté que la nature des constituants était la même pour les deux échantillons; cependant, les teneurs des composés diffèrent selon la station (Honaine et Tlemcen) et donc l'origine de la plante (sauvage ou cultivée).

Le composé majoritaire chez le Romarin spontané est l' α -pinène (23.1%), suivi par le camphre (15.3%) et le β -pinène (12.2%). Chez le Romarin cultivé, le composé principal est le camphre (13.8%), suivi de l' α -pinène (12.6%), du cinéole (11.8%) et du bornéol (10.8%).

IV .2 Résultat de la deuxième étude (Outaleb , 2010) :

Les rendements (valeurs moyennes) en huile essentielle sont reportés dans le tableau IV, ils montrent des différences notables entre les écotypes.

Tableau V : Rendement en huile essentielle des trois écotypes

Echantillon	Rendement (g/100g MV)
R. El Harrach (Alger)	1,02
R. Tablat	0,89
R. Beni Yenni	1,8

R : Romarin

MV : matière végétale

Le rendement le plus élevé est enregistré pour le romarin de Beni Yenni (1,8 g/100g de matière végétale), suivi par le romarin d'Alger et Tablat (1,02 et 0,89g/100g de matière végétale respectivement). Ces différences de rendements pourraient être expliquées par les conditions édaphoclimatiques dans lesquelles la plante évolue.

Effet du séchage :

En ce qui concerne l'effet du séchage sur le rendement en huile essentielle, Outaleb (2010) a remarqué que les augmentations des rendements en huile essentielle sont inversement proportionnelles aux taux d'humidité pendant les trois premières semaines pour l'ensemble des écotypes de romarin. Le maximum en rendement est atteint à la troisième semaine, 1,39 g/100g de matière végétale sèche pour le romarin d'Alger, 0,91 et 2,1 g/100g de matière végétale sèche pour les romarins de Tablat et Beni Yenni respectivement). Cette augmentation de rendement en huile essentielle durant les trois premières semaines de séchage s'expliquerait par la continuité et l'accélération de la biosynthèse des substances terpéniques en faveur du métabolisme glucidique stocké dans le végétal, cette fonction particulière des cellules sécrétrices est appelée respiration terpénique (Gueorguiev, 1980; Silou *et al.*, 2002).

Après la troisième semaine, il a été remarqué une baisse de rendement en huile essentielle pour les trois types de romarin. Ceci serait dû à la réduction ou l'arrêt de la respiration terpénique, causant la mort des cellules sécrétrices suite à une forte déshydratation.

Les variations du rendement en huile essentielle du différent romarin sont illustrées dans les figures (8 – 9 et 10)

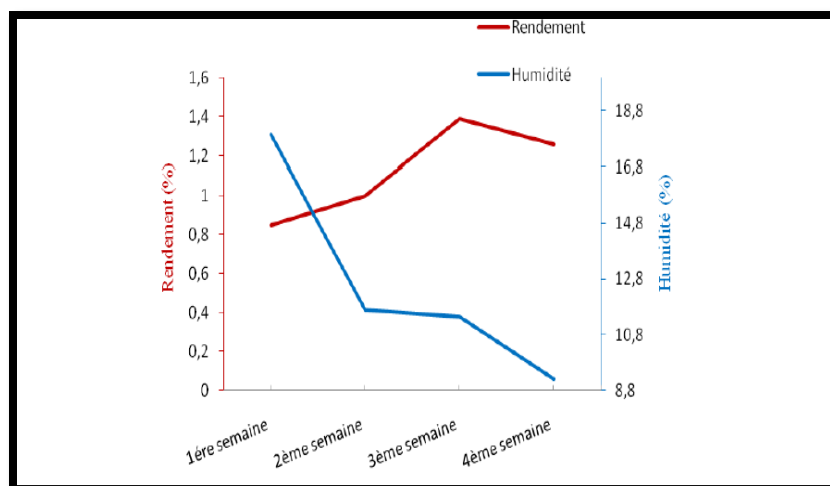


Figure 8 : Effet du séchage sur le rendement en huile essentielle du romarin de l'INA

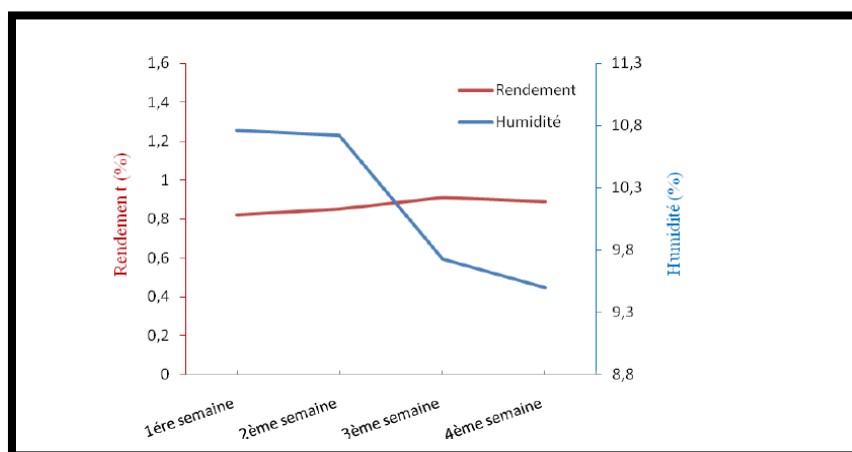


Figure 9: Effet du séchage sur le rendement en huile essentielle du romarin de Tablat

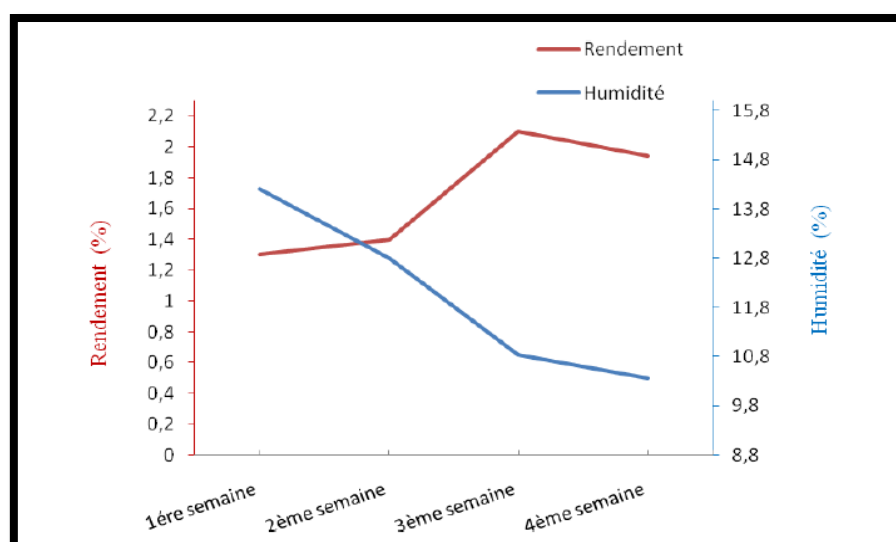


Figure 10: Effet du séchage sur le rendement en huile essentielle du romarin de beni yenni

La composition chimique des huiles essentielles des romarins de l'INA, de Tablat ainsi que celle de Beni Yenni a été établie par chromatographie en phase gazeuse seule (CPG) et par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM).

Le **tableau VI** résume l'ensemble des composés identifiés ainsi que leurs proportions pour chacune des huiles des romarins étudiés (INA-Tablat-Beni Yenni)

Tableau VI : Composés Majoritaires (%) des huiles essentielles des différents romarins

	INA	Tablat	Beni yenni
Composés Majoritaires	α -Pinene(51,8%) chémotype α -Pinene	Comphort (32%) camphen (22,0%) α -Pinene (20,1%)	α -Pinene (24,7%) Limonène (14,3%) Comphort (13,8%)

IV.3. Résultatde la troisième étude (MotaharehErshad , 2013):

L'étude effectuée par Motahareh Ershad (2013) a permis de démontrer que la salinité influait sur la composition des huiles essentielles de romarin avec une probabilité significative de 1 % (annexe II). La comparaison des moyennes a montré que le pourcentage le plus élevé d'huiles essentielles (95 %) provenait de plantes soumises au traitement S1 (eau de mer

caspienne) 4 et que le pourcentage le plus faible (4 %) provenait de plantes soumises au traitement S4 (eau). Le spectre de masse a identifié 30 composés dans les huiles essentielles des plantes soumises au traitement S1 (eau), 22 composés dans les huiles de celles soumises au traitement S2 (eau salée, 2NaCl 100 mM), 25 composés dans les huiles soumises au traitement S3 (eau salée, NaCl 150 mM), 26 composés dans les huiles soumises au traitement S4 (figure 11).

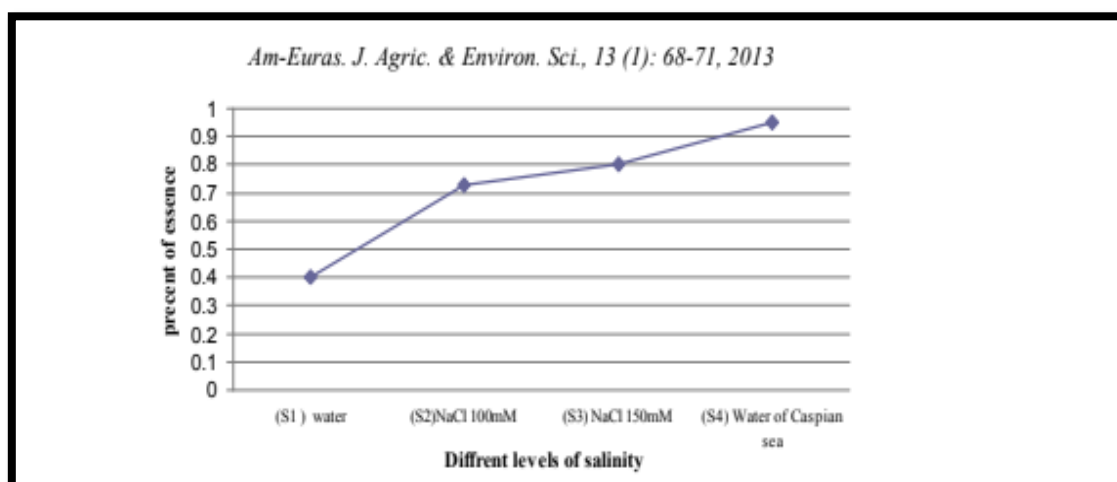


Figure 11 : Effet de la salinité sur l'huile essentielle de romarin

Les résultats de l'analyse qualitative des huiles essentielles de romarin à différents niveaux de salinité ont montré que le 1,8-cinéole était la combinaison la plus importante, suivi du bornéol (15 %-17,81 %) et du camphre (10,24 %-14,42 %) (Annexe II).

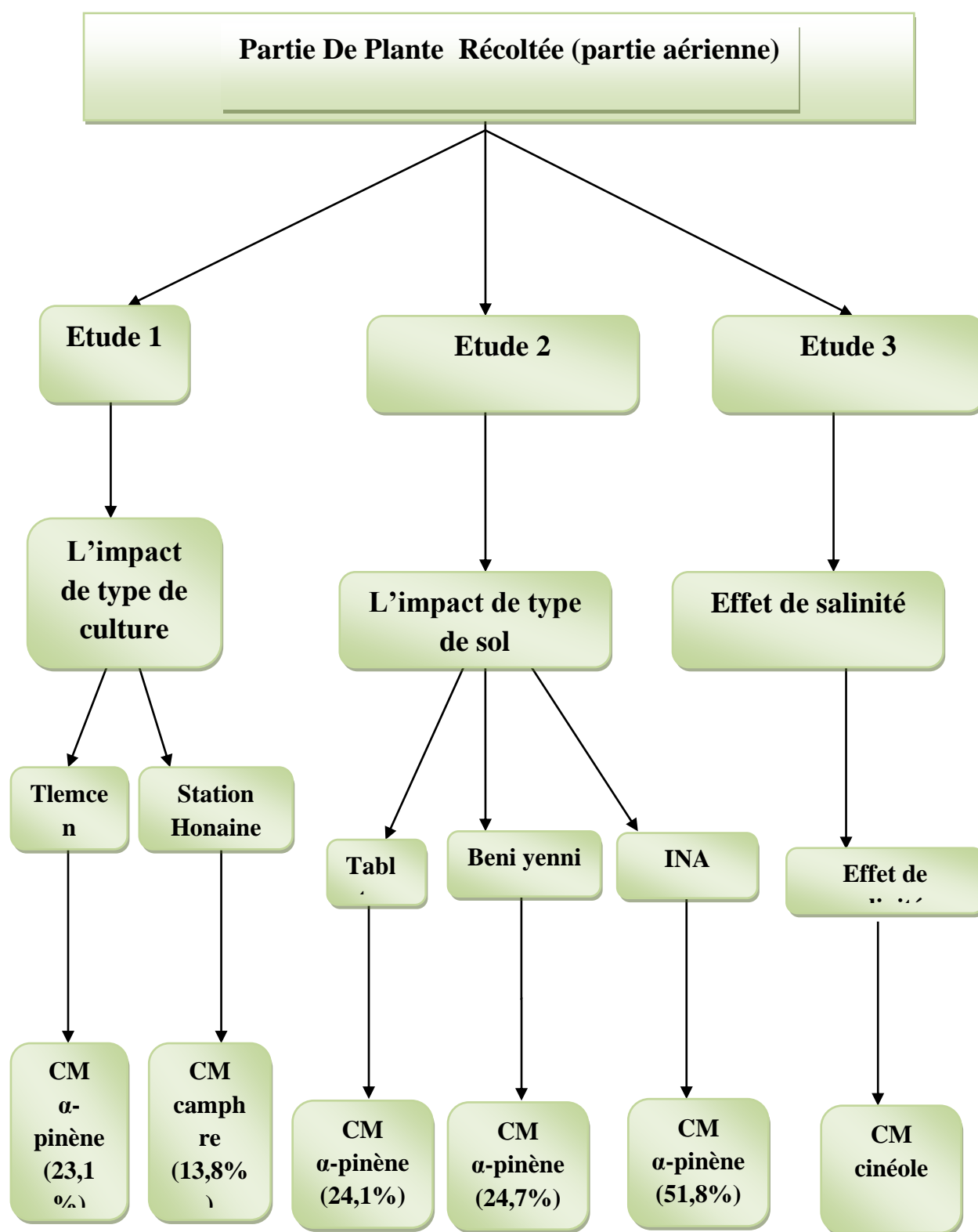


Figure 12: Schéma globale résume trois études effectuées.

Discussion

Les résultats des études sélectionnés démontent une variabilité remarquable dans la composition chimique des huiles essentielles, qui s'explique soit, par l'influence des facteurs pédoclimatiques (le sol et le climat), les facteurs écologiques et même génétiques.

La différence de rendement en extraits des romarins étudiés peut être attribuée à la disponibilité des différents composés extractibles définis d'une part par la composition chimique des feuilles de romarin (facteurs génétiques) et d'autre part par les conditions pédoclimatiques (nature du sol, climat, altitude, exposition, etc...) (Hsu et *al.*, 2006 ; Sultana et *al.*, 2007 ; Babovic et *al.*, 2010).

En effet de nombreux facteurs extérieurs à la plante sont susceptibles d'influencer son développement : température, humidité, durée, ensoleillement, vent, nature du sol ... Ces facteurs peuvent ainsi faire grandement varier la quantité et la qualité de l'huile essentielle produite (Fernandez X., Chemat F. La chimie des huiles essentielles. Editions Vuibert 2012).

Cet impact sur la production de l'huile essentielle est plus ou moins important selon les espèces.

Ainsi, il existe de nombreux exemples de plantes dont la sensibilité à la lumière du jour a été étudiée. Chez la menthe poivrée (*Mentha x piperita*), une longueur de jour minimum est requise pour que la plante quitte la phase végétative. Ce changement s'accompagne d'une modification de la composition de l'huile essentielle. De manière générale, des jours longs et des nuits tempérées augmentent le rendement en huile essentielle, celle-ci étant alors plus riche en menthofurane. Dans des conditions inverses, l'huile essentielle s'enrichit en menthol (Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Eds Tec&Doc (2009).

Des observations similaires ont également été faites pour l'origan (*Origanum vulgare L*) et la marjolaine (*Origanum majorana*). Baser K.H.C., Buchbauer G. Handbook of essential oils: science, technology and applications. CRC Press (2009).

Il a été montré que chez le laurier noble (*Laurusnobilis*), les feuilles exposées au sud avaient une teneur en huile essentielle plus importante que celles exposées au nord.

Le spectre de la lumière solaire n'est pas le même partout. Par exemple, les UV dominant en montagne alors que les infra-rouges sont majoritaires au bord de la mer.

Franchomme P., Pénéol D. L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois (2001).

L'influence de la quantité du spectre lumineux a été étudiée chez des espèces du genre *Pelargonium*. L'exposition à une lumière rouge entraîne une surexpression des précurseurs de l'huile essentielle. Sangwan N.S., Farooqi A.H.A., Shabih F., Sangwan R.S. Régulation of essential oil production in plants. *Plant growth regulation*, 34 : 3-21. 200.

Chez la menthe verte (*Mentha spicata*), la supplémentation en UVB en début de matinée aura entraîné une grande augmentation de la concentration en linalol dans l'huile essentielle en l'espace de 15 jours. Kofidis G., Bosabalidis A. Seasonal Variation of Essential Oils in a Linalool-Rich Chemotype of *Mentha spicata* Grown Wild in Greece. *Journal of essential oil research*, 16 : 469-472. 2004.

Les pratiques culturales peuvent également jouer sur l'huile essentielle, à titre d'exemple le régime hydrique appliqué à la plante ou l'apport d'engrais vont modifier les caractéristiques de l'huile essentielle produite.

De manière générale, la fertilisation du sol influe sur le rendement en augmentant le développement de la plante et donc le volume du végétal disponible mais elle joue également un rôle dans la composition chimique de l'huile essentielle et ce de façon variable selon les espèces. Sangwan N.S., Farooqi A.H.A., Shabih F., Sangwan R.S. Regulation of essential oil production in plants. *Plant growth regulation*, 34 : 3-21. 2001

Conclusion

Conclusion

Le romarin est une plante répandue dans le bassin méditerranéen et plus particulièrement en Algérie. La connaissance de la composition chimique de romarin et ses propriétés ont permis sa valorisation et son utilisation dans différents secteurs.

A cet effet et afin d'évaluer l'impact pédoclimatique sur les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* nous avons effectué un travail de synthèse de travaux antérieurs réalisés par trois équipes de chercheurs Algériens et Iraniens.

L'étude de l'impact du type de culture sur les composants d'huiles essentielles de *rosmarinus officinalis* récolté à l'état spontané dans la station de Honaine et cultivé dans la région de Tlemcen, a montré que le romarin de Honaine a donné un rendement de 0,8 % avec alpha-pinène 23.1% comme composant majoritaire. Contrairement, Le romarin cultivé a donné un rendement en HE et de 0,6% avec une prédominance de camphre.

Les deux échantillons se différencient par leurs teneurs en bêta-pinène et cinéol.

Dans la seconde étude les paramètres pris en considération sont l'influence du type de sol et du séchage quantitativement et qualitativement sur l'HE extraite de trois ecotypes de romarin récoltés dans 3 régions d'Algérie (El Harrache, Tablat et Benni yenni). L'extraction par entraînement à la vapeur d'eau des HE de ces trois ecotypes révèle un rendement plus élevé pour le *rosmarinus officinalis* de Benni yenni 1,8g/100mg de matière végétale suivi par le romarin d'El Harrache et Tablat (1,02 et 0,89g/100mg de matière végétale) respectivement, ce rendement est inversement proportionnelles aux taux de l'humidité. L'influence de la durée de séchage sur les rendements en HE de trois romarins a montré un optimum atteint à la 3^{ème} semaine de séchage, puis une diminution au-delà.

Dans la troisième partie, nous avons évalué l'effet de différente concentration de salinité sur l'huile essentielle.

Les résultats montrent que la teneur en HE, la plus élevée est celle de des plantes arrosées à l'eau de mer caspienne et une richesse en molécules au profit d'huiles essentielles de romarin issus de l'irrigation à l'eau du robinet par rapport à huiles issus de l'irrigation à l'eau saline.

Au regard des résultats obtenus par les équipes de chercheurs sur lesquelles nous nous sommes basés sur l'étude rétrospective, il ressort que les compositions chimiques et les composants majoritaires sont différents et variable dans la même espèce, une partie de cette variation est due essentiellement aux facteurs pédoclimatiques (la température, l'humidité,

ensoleillement, altitude, la nature du sol et l'origine géographique) et le milieu dans lequel se développe la plante.

Références

Bibliographiques

- (OUTALEB T, 2010). Huiles essentielles et extraits de romarin : composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne. Mémoire de Magister en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - El Harrach-Alger.
- Adjimi N, E, Y. (2014). Etude physicochimique de l'huile extraite du *romarinus officinalis*. l. master.
- ANGIONI, A., BARRA, A., CERETI, E., BARILE D., COISSON, J, D., ARLORIO ,M.(2004). Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 52, N°.1, p.p. 3530-3535.
- Anonym ,2021 : <http://www.eflore66.fr/fleur/rosmarinus-officinalis/>
- Anonym ,2021 : <http://www.lalorien.com/pages/romarin-officinal>
- ANTON, R., LOBSTEIN, A. (2005). Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments, et huiles essentielles. Paris et Cachan : Tec&Doc.522p.
- ARAUJO, S.S., S. BEEBE, M. CRESPI, B. DELBREIL, E.M. GONZALEZ, V. GRUBER, I. LEJEUNE-HENAUT, ET AL.(2015). "Abiotic Stress Responses in Legumes: Strategies Used to Cope with Environmental Challenges." Critical Reviews in Plant Sciences 34 (1-3) : 237–80. doi : 10.1080/07352689.2014.898450.
- ARUOMA O. I., SPENCER J. P., ROSSI R., AESCHBACH R., KHAN A., MAHMOOD,N.,MUNOZ A., MURCIA A.,BUTLER J. ET HALLIWELL B. (1996) .An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and provençal herb. Food and Chemical Toxicology 34(5):456.
- ASSAD, Y,O,H.; TORTO, B.; HASSANAH, A.; NJAGI, P.G.N.; BASHIR, N.H.H.; MAHAMAT, H.(1997). Seasonal variation in the essential oil composition of *Commiphora quadrangifolia* and its effect on the maturation of immature adults of the desert locust, *Schistocerca gregaria*. Phytochemistry 44, 833-841.
- Assad,S. (1997). Encyclopedia of common Natural Ingredients used In Foods, Drugs, and cosmetics, 2ème édition, Awreley-interscience publication, P445.
- ATIK BEKKARA1 , L. BOUSMAHA1 , S.A. TALEB BENDIAB1 , J.B. BOTI2 , J. CASANOVA2 . ; 2006. Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. 1- Laboratoire des produits naturels, Département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid,Imma Tlemcen, Algérie. 2- Université de CORSE CNRS, Laboratoire Chimie et Biomasse, Route des Sanguinaires, Ajaccio 20000 France.

- B. M. Lawrence. *Perfum. Flavor* 2001, 26 (5), 50-58; 2(4): 34-35, *Perfum. Flavor* 2007; 32 (9), 50-54, *Perfum. Flavor* 2012, 37 (4), 45-46.
- BABA AISSA, F.(2000). *Encyclopédie des plantes utiles*. Ed. EDAS, 368 p.
- Begum .M, Buchbauer G.*Handbook of essential oils: science, technology and applications*. CRC Press (2013)
- Bekalli J. *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. Eds Tec&Doc (2011)
- BELKHIRI, F. (2015). *Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis*. Mémoire de master, Université DE Biskra .45p.
- BENISTON, B. (1982). *Fleurs d'Algérie* .Ed :.entreprise nationale du livre D'Alger.p 47.
- BERNIER, J.,SERRAJ,R.,KUMAR,A.,VENUPRASAD, A.,IMPA,S., OANE,R., SPANER,D.,ATLIN,G. (2009).“The Large-Effect Drought-Resistance QTL qtl12.1 Increases Water Uptake in Upland Rice.” *Field Crops Research* 110 (2) : 139–46. doi : 10.1016/j.fcr.2008.07.010.
- Boukhatem M.N. (2018). *Plantes Aromatique et Médicinale : le Gêranium Odorant*. Description Botanique, Composition Chimique et Vertus Thérapeutiques. Editions Universitaires Européennes. ISBN : 6202277475
- BOULEZAZEN, A. (2017).*Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'une plante aromatique (Rosmarinus Officinalis L.) de la forêt Béni Melloul – Khenchela*. Mémoire de fin d'étude.
- BOUSBIA, N. (2011). « Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires » ; thèse de doctorat ;université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- BOUZID. (2016). *Cours Biologie végétale 1ère LMD*.
- BRUNETON J.(1995). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. Tech & doc-Lavoisier, Paris, 526 p.
- CHAFAI ELALAOUI, A., BOUKIL, A., BACHAR, M., DRISS, L.,GUERMAL ,A., AAFI, A.(2014).*MANUEL DES BONNES PRATIQUES DE COLLECTE DU ROMARIN « Rosmarinus officinalis »*.
- Clot Havond N. *Plantes médicinales de Provence et d'ailleurs*. Saint-Rémy-de-Provence : Ed. Edisud, 2014, 203p.

- DEGRYSE, A; DELPLA ,I; VOINIER ,M.(2008).Risques et bénéfices possibles des Huiles Essentielles.BDSP.
- Dès (1973). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R.Sc. .pp.781-783-793.
- DESCHEPPER, R.(2017).variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromatherapie. Thèse.
- ENGIONI (2004) .Comment bouturer le romarin très facilement dans l'eau ?, Rêveries d'une églantine un jardin, des plantes & une passion.
- ESCRIVA, C. (2012). Les huiles essentielles corses : les plantes aromatiques distillées en Corse et leurs propriétés thérapeutiques. Bruxelles : Ed. Amyris.383p.
- Escuder O. Plantes médicinales mode d'emploi. Paris : Ulmer, 2007, 255p.
- F.Atik bekkara ,L.bousmaha,S .A. Taleb bendiab ,J.B.Boti ,J.Casanova : Composition chimique de l'huile essentielle de Rosmarinus officinalis poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen ,2007
- Farhat, A. (2010). Vapo-diffusion assistée par micro-ondes: conception, optimisation et application. Thèse de Doctorat en Sciences (option : Sciences des Procédés, Sciences des Aliments), Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (France) & Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès (Tunisie).
- Fernane A., 2009. Place de l'entomofaune dans l'arthropodologie de trois stations forestière dans la région de Larbàa Nath Irathen (Tizi Ouzou). Thèse Magi., INA.. El Harrach, 217p.
- Fournier P-V. Dictionnaire des plantes médicinales et vénéneuses de France. Paris : Omnibus (un département de place des éditeurs), 2010, 1047p.
- Gavahian, M., Farahnaky, A., Farhoosh, R., Javidnia, K., & Shahidi, F. (2015). Extraction of essential oils from *Mentha piperita* using advanced techniques: Microwave versus ohmic assisted hydrodistillation. Food and Bioproducts Processing, 94, 50-58.
- Gigon F. 50 plantes efficaces pour vous soigner. Paris : Editions de l'Opportun, 2014 ?, 380p.
- GILLY, G.(2005). Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse: botanique, culture,chimie, production et marché. Ed. L'Harmattan, Paris.405 p.
- GOETZ P.GHEDIRA K.(2012).Phytothérapie anti-inféctueuse.ED.springer-verlog,France.Paris.PP341-347.

- GONZALEZ-TRUJANOABE, M.E., PEÑAABA, I., MARTINEZAEJ, L.MORENOAP.GUEVARA-FEFERCM., DECIGA-CAMPOSDF.,LOPEZ-MUÑOZE ,J.(2007), Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents.
- GRANGER, R, J., PASSET, G. ARBOUSSET. (1976) .Activité optique de l'essence de Romarin – *Rosmarinus officinalis* – L. La France et ces parfums N°67, 62.
- HARDING, J. (2011). Bienfaits des herbes & des plantes : un guide pour la culture et l'utilisation des herbes aromatiques et des plantes médicinales. Bath : Parragon, 256p.
- HORVATH, G., WESSJOHANN, L., BIGIRIMANA, J., JANSEN, M., GUISEZ, Y., CAUBERGS, R., HOREMANS, N. (2006). Differential distribution of tocopherols and tocotrienols in photosynthetic and non-photosynthetic tissues. *Phytochemistry*,67, 1185–1195.
- HRIBAR, J.,VIDRIH,R. (2015). “Impacts of Climate Change on Fruit Physiology and Quality.” In *Proceedings.50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture.Opatija. Croatia*, 42:45. http://sa.agr.hr/pdf/2015/sa2015_p0007.pdf.
- ISO 9235., 2013. Matières premières aromatiquesnaturelles — Vocabulaire,Aromatic natural raw materials — Vocabulary, Online Browsing Platform (OBP).
- JEAN BOTTON, A .(1999). Pharmacognosie « Photochimie plante « médicinales 3Eme éd TEC.DOC Paris. P484-p540.
- KARDOL, P., C.E. CAMPANY, L. SOUZA, R.J. NORBY, J.F. WELTZIN, AND A.T. CLASSEN. 2010. “Climate Change Effects on Plant Biomass Alter Dominance Patterns and Community Evenness in an Experimental Old-Field Ecosystem : Plant Communities Under Climate Change.” *Global Change Biology* 16 (10) : 2676–87. doi : 10.1111/j.1365-2486.2010.02162.x.
- Labescat J. Ces plantes qui écrivent l'Histoire. Sucy-en-Brie : Editions Anfortas, 2013, 159p.
- Lahlou, M. (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18(6), 435-448.
- Larousse des plantes médicinales. Paris : Larousse, 2013, 335p.
- LOPES, N, P.; KATO, M.,J.; AGUIAR ANDRADE, H.; SOARES MAIA, J,G.; YOSHIDA, M., (1997). Orcadian and seasonal variation in the essential oil from *Virolasurinamensis* leaves, *Phytochemistry* 46, 689-693.

- Lucchesi, M. E. (2005). Extraction sans solvant assistée par micro-ondes : conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat en Sciences (option : Chimie), Faculté des Sciences et Technologies, Université de la Réunion, France.
- MAKHLOUFI ,A.(2019) .« Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux plantes médicinales poussant a l'état spontané dans la région de Bechar (matricariapubescens (desf.) Et Rosmarinus officinalis l) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru » ; thèse de doctorat ; université d'Aboubakerbelkaid.
- Matahareh Ershad Langroudi, Shahram Shahram Sedaghatthoor ,Sirous Bidarigh :Effect of different salinity levels on the composition of rosmay essential oils,2013.
- Mayer F., (2012) utilisation thérapeutiques des huiles essentielles étude de cas en maison deretraite thèse pour obtenir le diplôme d'état de docteur en pharmacie université de lorrainesfacultés de pharmacie p10.
- Mayer, B. (2014). Comparaisant entre les huiles essentielles et leurs effets antibactériens sur Rosmarinus officinalis de la région de Bechar et Ouargla.
- Mihoub I., 2007. Etude comparative de quelques lignées F10 de blé dur (Triticum durum Desf.). Mém. Ing. INA, El Harrach, Alger, 93 p.
- Monaco Nature Encyclopedia. Rosmarinus - Officinalis:
- MOUAS, Y., BENREBIHA ,F,Z., CHAOUIA ,C., 2017. ÉVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTERIENNE DE L'HUILE ESSENTIELLE ET DE L'EXTRAIT MÉTHANOLIQUE DU ROMARIN, Revue Agrobiologia 7(1): 363-370.
- NARISHETTY, STK., PANCHAGNULA,R., (2004). Transdermal Delivery of Zidovudine: Effects of Terpenes and Their Mechanism of Action. Journal of Controlled Release. 95: 367-379.
- Offord E,A., Macé, K., Ruffieux ,C., Malnoë ,A.,Pfeifer A,M. (1995.) Rosmarycomponents inhibit benzo [a] pyrene-induced genotoxicity in human bronchicalcells.Carcinogenesis. 16 (9): 2057-2062.
- PENOEL,D. FRANCHOMME,P.(1990).L'aromathérapie Exactlyment. Ed. Roger Jollois, Limoges,
- PENSA,E.(2021).animateur-nature. animateur-nature
- Raaman, N. (2006). Phytochemical techniques. New India Publishing, New Delhi, Inde.

- RAMEAU, J, C., DUME, G. (2008). « Flore forestière française: Région méditerranéenne ». Edition Forêt privée française .pp 897.
- Richter, J., & Schellenberg, I. (2007). Comparison of different extraction methods for the determination of essential oils and related compounds from aromatic plants and optimization of solid-phase microextraction/gas chromatography. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 387(6), 2207-2217.
- Sam Zylberberg, JeRetiens, 31 mai 2014, <https://jeretiens.net/adret> et-ubac-chaud-ou-froid-nord-ou-sud/.
- SARDANS, J., AND J. PEÑUELAS.(2005). “Drought Decreases Soil Enzyme Activity in a Mediterranean Quercus Ilex L. Forest.” *Soil Biology and Biochemistry* 37 (3) : 455–61. Doi 10.1016/j.soilbio.2004.08.004
- Schneider A. Arbres et arbustes thérapeutiques : les connaître, les protéger, les utiliser. Montréal : Ed. de l'Homme, 2002, 384p.
- SCHNEIDER, A.(2002). Arbres et arbustes thérapeutiques : les connaître, les protéger. les utiliser. Montréal: Ed. de l'Homme.384p.
- Sell, C,S. (2006). The chemistry of fragrance. From perfumer to consumer. Ed. Royal society of chemistry. Cambridge.329 p.
- Tessier A. Les plantes médicinales de Provence suivi de L'origine des noms végétaux. Paris : Ed. Médicis, 2003, 365p.
- TEUSCHER, ANTON, R., LOBSTEIN, A.(2005). Plantes aromatiques : épices, aromates,condiments et huiles essentielles. Ed. Lavoisier, Paris, 522p.
- Zaouche S., 1990. Contribution à la cartographie de la region d'EL ASSAOUIA (TABLAT) : Etude des possibilités de l'utilisation de la photo aérienne en cartographie. Mém. Ing. Agr. INA El-Harrach, 73 p.
- ZAOUI, E., BRUN, G. (2020). Les plantes face au stress hydrique et salin.Agriculture du Maghreb.
- Zeghad.N ; « Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinalesd'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leuractivité antibactérienne » ; thèse de magistère, université de Mentouri ; Constantine ; 2009.
- ZOUBEIDI, C. (2004). Etude des antioxydants dans le Rosmarinus officinalis .Labiatea » ; thèse de magistère ; université de Ouargla.
- □Smith C.K., Moore C.A., Alahi E.N., Smart Â.T., Hotchkiss S.A., 2000. Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic .alcohol. *Toxicology & applied Pharmacology*, Vol. 168, p.p. 189 R 199.

Annexe

Annexe I : Annexe de tableau

Tableau: Composés Des huiles essentielles des pousses de romarin identifiées sous différents niveaux de salinité

Composantes	S1 (eau de robinet)	S2(NaCl100mM)	S3(NaCl 150 mM)	S4(eau de mer)
1,8 – Cineol	42,33	34,97	49,14	27,95
Borneol	17,05	15,13	15	17,81
Camphor	11 ,51	8,44	10,24	14,42
β-Pinene	4,21	2,03	4.18	3,89
α-Pinene	3,64	1,41	4.06	3,62
δ-2-Carene	1,83	1,33	1.64	2,96
Terpine -4-ol	1,50	1,78	1,46	1,32
Cryptone	1,47	–	1,04	–
Camphone	1,46	0,65	1,96	1,97
α–Terpineol	1,38	2, 30	0,96	0,78
Caryophyllene	1,06	1,47	0,75	2,20
Bornyl format	1,05	1,88	1,36	1,64
β-Caryophyllene	1,03	0,97	0,31	0,72
Cuminal	1,01	–	1,09	–
Myrtenol	0,96	0,59	0,74	1,72
Sabinene	0,78	0,65	–	0,61
α– Cadinol	0,77	0,90	0,61	2,34
Terpinolene	0,58	–	0,60	–
α– Campholene	0,52	0,70	–	1,11
Pinocarvone	0,52	0,49	0,59	0,71
Linalool	0,35	–	–	–
α–Terpinene	0,36	0,83	0,45	0,95
1- Terpineol	0,32	–	–	0,78
α-Phellandrene	0, 31	–	0,32	–
α- Terpinolene	0,28	–	0,60	–
α- Thujene	0,27	–	0,42	–
Gurjunene	0,24	–	–	–
Bornyl acetat	–	–	–	0,57

Annexe II : Annexe de figure

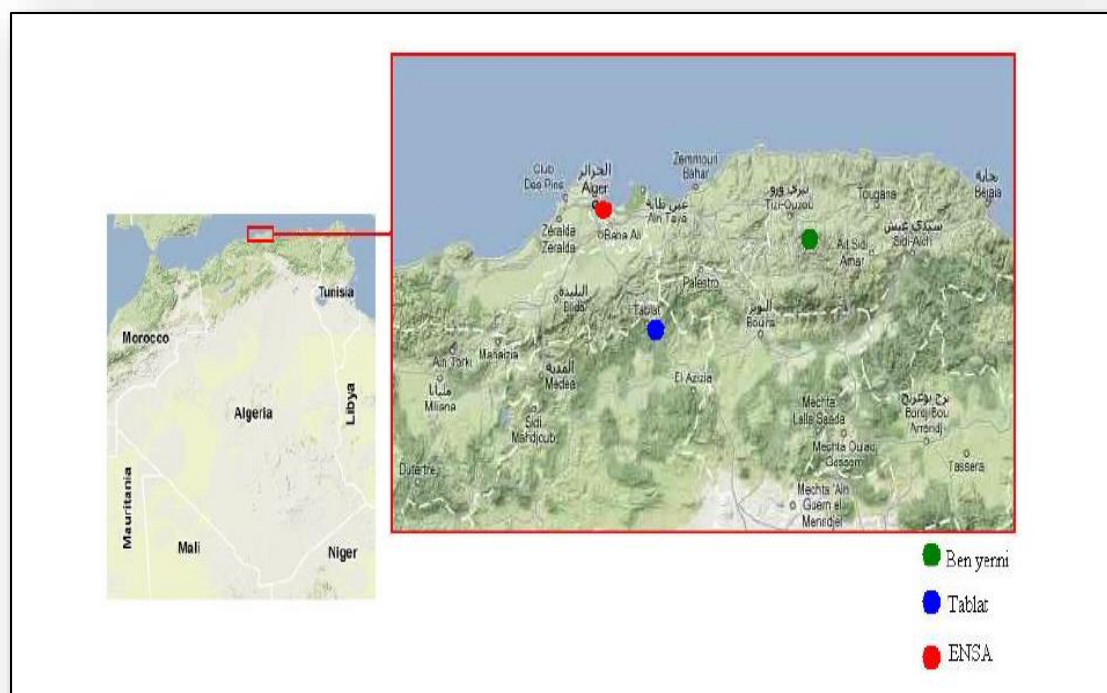


Figure : Localisation des trois régions de récolte