

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Saad Dahlab de Blida



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département Des Sciences Biologiques

Mémoire de Fin d'études

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Spécialité : Biodiversité et Physiologie végétale

THEME

**Etude de la variabilité morphologique et biochimique
de *Salvia officinalis* L (la sauge) récoltée dans les régions
de Blida et Tipaza.**

Présenté par
Barbara Hadjer

Soutenu le :
15 Juillet 2021

Zidane Racha

devant le jury composé de :

Mme TOUAIBIA M	MCA	USDB	Présidente
Mme MITIDJI H	MCB	USDB	EXAMINATRICE
Mme CHERIF H.S	MCA	USDB	PROMOTRICE
Mme OUGAIDA R	DOCTORANTE	USDB	CO-PROMOTRICE

Promotion : 2020-2021

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Allah , le tout puissant de nous avoir accordé la force et le courage afin de pouvoir réaliser ce travail .

On tient à exprimer notre très grande considération et notre vive reconnaissance à notre promotrice **M^{me} Cherif H.S**, pour ses encouragements et sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail.

Nos remerciements vont à **M^{me} Touaibia M**, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Nous tenons à remercier **M^{me} Mitidji H** d'avoir bien voulu examiner et évaluer ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent à notre Co-promotrice **M^{me} Ougaida R** qui n'a pas cessé de nous diriger et de nous transmettre tout son savoir jusqu' à la fin de ce travail.

Nos profonds remerciements vont également à **M^r Bouhana M**, pour son aide, sa gentillesse et sa disponibilité au laboratoire.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Avec l'aide d'Allah le tout puissant, Je dédie ce modeste travail :

Aux êtres qui me sont les plus chers, qui ont eu un rôle essentiel et permanent durant toutes les étapes de mes études, et qui sans eux aucune réussite n'aurait été possibles :

A ma très chère maman Kheira que nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je lui dois. Pour l'éducation et le grand amour dont elle m'a entouré depuis ma naissance, pour sa patience, ses sacrifices et ses encouragements continus dont dépend ma réussite.

Que dieu te préserve à mes côtés en bonne santé, Tous mes sentiments de reconnaissance pour toi chère maman.

A mon cher papa Ahmed qui fut toujours un exemple pour moi, je lui suis infiniment reconnaissant pour son amour, son soutien moral, et plus pour ses encouragements à être parmi les meilleurs. Qu'il trouve dans ce projet de fin d'année la récompense de son suivi

A mes adorables sœurs : Sara, Sabra , Chaïma

A mon cher frère : Sidali et sa femme « Fatima »

A mon petit prince : Habib

A mes chères amies : Fatima, Kenza

A ma très chère cousine : Bouchra

A mon adorable binôme Rachia et à toute sa famille, je dédie ce travail a toute notre préparation, les jours et les nuits blanches, nos déceptions et nos éclats de joie, Merci ma chérie

A tous ceux qui me sont chères et ont une place dans mon cœur.

Hadjer

Dédicace

Avec l'aide d'Allah le tout puissant, Je dédie ce modeste travail :

Aux êtres qui me sont les plus chers, qui ont eu un rôle essentiel et permanent durant toutes les étapes de mes études, et qui sans eux aucune réussite n'aurait été possibles.

A ma très chère maman Khalida que nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je lui dois. Pour l'éducation et le grand amour dont elle m'a entouré depuis ma naissance, pour sa patience, ses sacrifices et ses encouragements continus dont dépend ma réussite.

Que dieu te préserve à mes côtés en bonne santé, Tous mes sentiments de reconnaissance pour toi chère maman.

A mon cher papa Fath Allah qui fut toujours un exemple pour moi, je lui suis infiniment reconnaissant pour son amour, son soutien moral, et plus pour ses encouragements à être parmi les meilleurs. Qu'il trouve dans ce projet de fin d'année la récompense de son suivi.

A mes adorables sœurs : Keltoum, Nada, Malak

A mon cher frère : Seif Allah

A mon grand-père que Dieu le garde

A ma très chère cousine Amina qui m'a toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès

A mon adorable binôme Hadjer et à toute sa famille, je dédie ce travail a toute notre préparation, les jours et les nuits blanches, nos déceptions et nos éclats de joie, Merci ma chérie

A tous ceux qui me sont chères et ont une place dans mon cœur

Racha

Résumé

L'Algérie de par sa richesse floristique renferme un ensemble d'espèces importantes et variées, dont les plantes médicinales. La présente étude s'intéresse à *Salvia officinalis* L. (la sauge) de la famille des Lamiaceae.

L'objectif du travail entrepris s'articule autour d'une synthèse des résultats de travaux basés sur la variabilité morphologique et biochimique de la sauge officinale. Cinq travaux ont été choisis, faits par des équipes de chercheurs de Tunisie, Croatie, Algérie, Bulgarie et le Brésil. Les paramètres pris en considération sont la composition chimique des huiles essentielles, sa variabilité en fonction des facteurs climatiques et écologiques, ainsi que la composition en polyphénols. L'analyse chromatographique détaillée des parties aériennes de la sauge, a permis d'identifier :

En Bulgarie, 28 composants dans l'HE des feuilles de la sauge, représentait (88,75%) de l'huile totale.

En Algérie, 48 composants dans l'HE des parties aériennes de la sauge représentait (90,5%) de l'huile totale.

Au Brésil, 47 composants dans l'HE des parties aériennes de la sauge représentait (90,5%) de l'huile totale.

La caractérisation des composés phénoliques par l'analyse HPLC a permis d'assimiler :

En (Croatie et en Tunisie), les composés phénoliques de parties aériennes de la sauge contenant dans son ensemble qualitative de l'acide rosmarinique, acide caféique, acide syringique, acide vanilique et les flavonoïdes).

D'après les travaux des chercheurs, on a conclu que la composition chimique des HE et des polyphénols de *Salvia officinalis* L. est en relation avec la température, les précipitations et même l'origine géographique.

Mots clés : *Salvia officinalis* L., composition chimique, l'huile essentielle, polyphénols, CG/ SM, HPLC.

Abstract

Algerie, due to its rich flora, contains a set of important and varied species including medicinal plants. This study focuses on *Salvia officinalis* L. (sage) from the Lamiaceae family.

The objective of the work undertaken revolves around a synthesis of the results of work based on the morphological and biochemical variability of officinal sage. Five works were chosen, made by teams of researchers from Tunisia, Croatia, Algeria, Bulgaria and Brazil. The parameters taken into consideration are the chemical composition of essential oils, its variability depending on climatic and ecological factors, as well as the polyphenol composition.

Detailed chromatographic analysis of the aerial parts of sage, identified:

In Bulgaria, 28 components in the EO of sage leaves, accounted for (88.75%) of the total oil.

In Algeria, 48 components in EO of the aerial parts of sage accounted for (90.5%) of the total oil.

In Brasil, 47 components in EO OF Aerial parts of sage accounted for (90.5%) of the total oil.

The characterization of phenolic compounds by HPLC analysis made it possible to assimilate:

In (Croatia and Tunisia) the phenolic compounds of aerial parts of sage containing as whole of, rosmarinic acid, caffeic acid, syringic acid, vanilic acid and flavonoids).

Based on the work of the researchers, it was concluded that the chemical composition of Eos and *Salvia officinalis* L polyphenols is related to temperature, precipitation and even geographic origin.

Key words: *Salvia officinalis* L, chemical composition, essential oil, CG/MS, HPLC, Polyphénols.

الجزائر، بسبب غناها بالنباتات تحتوي على مجموعة من الأنواع المهمة و المتنوعة. تركز هذه الدراسة على *Salvia officinalis L* الميرامية من عائلة Lamiacea .

يدور الهدف من العمل المنجز حول توليف نتائج العمل بناء على التباين المورفولوجي و الكيميائي الحيوي للميرامية .
تم اختيار خمسة أعمال من قبل فرق الباحثين من تونس و كرواتيا و الجزائر و بلغاريا و البرازيل.

المعايير التي تؤخذ في الاعتبار هي التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية و تنوعها اعتمادا على العوامل المناخية و البيئية، بالإضافة إلى تركيبة polyphénols . تم تحديد التحليل الكروماتوغرافي المفصل للأجزاء الهوائية من الميرامية:

في بلغاريا: 28 مكونا في الزيت الأساسي لأوراق الميرامية، تمثل 88.75 % من إجمالي الزيوت الأساسية.
في الجزائر شكلت 48 مكونا في الزيت الأساسي للأجزاء الهوائية من الميرامية، 90.5 % من إجمالي الزيت الأساسي.

في البرازيل 47 مكونا في الزيت الأساسي للأجزاء الهوائية من الميرامية تمثل 90.5 % من إجمالي الزيت.

مكن توصيف المركبات الفينولية من خلال تحليل HPLC من استيعاب:

في كرواتيا وتونس المركبات الفينولية للأجزاء الهوائية من الميرامية المحتوية ككل على كمية من l'acide rosmarinique , , acide caféique , acide syringique ,acide vanilique et les flavonoïdes).

بناء على عمل الباحثين، نستنتج أن التركيب الكيميائي *Salvia officinalis L* للزيوت الأساسية polyphénols مرتبط بدرجة الحرارة و التساقط و حتى الاصل الجغرافي.

الكلمات المفتاحية: *Salvia officinalis L* ، HPLC ، CG/MS , الزيت الأساسي، التركيب الكيميائي، polyphénols.

Liste des abréviations

PAM : plante aromatique et médicinale

HE : Huile essentielle

TP : polyphénols totaux.

FL : flavonoïdes totaux.

HPLC : chromatographie en phase liquide haute performance .

UV/VIS : spectrométrie Ultra violet visible

GC/SM : chromatographie en phase gazeuse couplée a la spectromètre de masse .

C° : degré Celsius

V/V : volume/volume

µm : micromètre

µg /g : microgramme /gramme

IR : indice de rétention

Ik : indice de rétention par Kovaty

Liste des figures

Figure 01 : Aspect morphologique de <i>Salvia officinalis</i> L.....	12
Figure 02 : Présentation de la tige de <i>Salvia officinale</i> L	12
Figure 03 : Structure de la feuille.....	13
Figure 04 : structure de la fleur	14
Figure 05: Situation géographique de la région de Blida.....	21
Figure 06: Situation géographique de la région de Tipaza (Cherchell).....	22
Figure 07 : Protocole général de la procédure expérimentale effectuée sur <i>Salvia officinalis</i> L.	24
Figure08 : Fraction mono terpénique contenant de l'oxygène.....	32
Figure 09 : Montage d'extraction de type Clevenger (Zeraib ,2010).....	40

Liste des tableaux

Tableau I : Constituants majoritaires de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> L. et teneurs en %.....	16
Tableau II : Composés phénoliques de <i>Salvia officinalis</i> L.....	17
Tableau III: présentation du matériel végétal utilisé par les différentes équipes scientifiques.....	21
Tableau IV: rendement en huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> L.....	31
Tableau V : Compositions chimiques de l'HE par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse C.G.S.M (Bulgarie).....	43
TableauVI : Composition chimique de <i>Salviaofficinalis</i> L (Algérie).....	42
TableauVII: Composition chimique de <i>Salviaofficinalis</i> L (Brésil)	41
Tableau VIII : Composition phénolique identifiée dans les extraits des feuilles de la sauge (Croatie).....	44

Sommaire

Introduction.....	1
CHAPITRE I: Généralités sur La diversité des PAM et facteurs pédoclimatiques.....	3
I.1.Généralités sur les plantes aromatiques et médicinales	4
I.2. Principes actifs des plantes médicinales	5
1.3. Les facteurs pédoclimatiques des PAM.....	5
CHAPITRE II : Espèce d'étude : Sauge officinale « <i>Salvia officinalis L</i> ».....	8
II.1 Généralité sur la Famille des Lamiacées.....	9
II.1.Généralité sur <i>Salvia officinalis L</i>	9
II.3 Position systématique de <i>Salvia officinalis L</i>	10
II.3.1 Systématique	10
II.3.2 Etymologie.....	11
II.4 Description botanique.....	11
II.4.1. La tige	12
II.4.2. La feuille.	13
II.4.3. La fleur	13
II.4.4 Le fruits	14
II.5.Répartition géographique.	14
II .6. Culture	15
II.7 Ecophysiologie.	15
II.8 Cycle végétative.	15
II.9 COMPOSITION CHIMIQUE DE LA SAUGE.	15
II.9.1 Huile essentielle de <i>Salvia officinalis L</i>	16
II.9.2 Les composés phénoliques de <i>Salvia officinalis L</i>	17
II. 10 Propriétés thérapeutiques de la sauge	18
II .11 Toxicité de la sauge	18

III . Matériel et méthodes.....	19
III .1 Matériel	22
III .1.1 Matériel végétal	20
III .2 Méthodes	23
IV Résultat et discussion	31
Conclusion	35
Références bibliographiques	36
Annexe.....	40

Introduction

Introduction

Parmi les ressources naturelles, les plantes médicinales et aromatiques occupent une large place et jouent un rôle dans la richesse et la diversité de l'écosystème (**Duraffourd et al., 1997**).

Ces plantes sont une source intarissable d'un grand nombre de molécules actives d'intérêt multiple mis à profit dans l'industrie, alimentation, cosmétologie et en pharmacie (**Bahorun, 1997**).

Elles se caractérisent par des spécificités morphologiques, à l'origine de la classification botanique, mais aussi biochimiques, liées à des voies de biosynthèses inédites, représentant l'intérêt de l'usage des plantes médicinales (**Bruneton, 1987**). Les multiples effets thérapeutiques de ces plantes sont dus à des principes actifs qui sont des substances ou des groupes de substances définis chimiquement ; des essences et autres métabolites, caractérisés sur le plan physicochimique, révélant le principe de leur action thérapeutique depuis longtemps connue (**Bardeau, 2009**).

Cependant, la composition chimique des essences naturelles des plantes et 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 dans la biosphère (**Ramad, 1884**), l'humidité, l'altitude, la latitude, la nature du sol etc. (**Boira et Blanquer, 1998**) ; **Palà-paul et al., 2001**).

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressées à une plante aromatique de la famille des Lamiaceae, en l'occurrence *Salvia officinalis* L. faisant partie de la grande richesse floristique dont recèle l'Algérie.

Le but initial de la présente étude était de faire une mise au point expérimentale sur l'existence de toute variabilité morphologique et/ ou biochimique au sein de l'espèce récoltée dans deux sites différents : Blida et Tipaza ; par des observations macroscopiques des parties aériennes, identifications des composés chimiques des huiles essentielles par GC/SM, analyses de quelques paramètres physicochimiques et organoleptiques, et dosages des polyphénols.

Cependant, en raison de la pandémie mondiale de la Covid-19 et les restrictions imposées par les laboratoires et centres de recherches, notre travail a été réorienté et s'articule principalement sur un plan théorique.

Ce mémoire, portera exclusivement sur une synthèse de travaux antérieurs récents traitant la même thématique.

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Généralités sur la diversité des Plantes aromatiques et médicinales



I.1.Généralités sur les plantes aromatiques et médicinales

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupés une place importante en médecine (**Schauenberg et Paris ,1997**) .Elles sont utilisées sous forme de poudre, d'extrait, de teinture, d'infusion ou de décoction. De nombreuses plantes sont toxiques et ne doivent être utilisées que sous forme de principe actif comme matière première ou précurseur, pour obtenir un médicaments (**Valent ,1980**).

Les plantes aromatiques et médicinales(PAM) sont utilisées depuis au moins 7000ans, elles représentent la base de la phytothérapie (**Tardivon et Chadouli, 2012**).Elles sont dites médicinales lorsque l'un de leur organe comme, la racine, la tige, les feuille ou les fruits possèdent des activités pharmacologiques, ces derniers peuvent conduire à des emplois thérapeutiques (**Salle ,1999**).

Selon **Schauenberg et Paris(1997)**, on appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capable de prévenir, de soulager ou de guérir des maladies.

Environ 35000 espèces des plantes sont employées de par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**Elqaj et al ., 2007**).

D'après (**Gladstar, 2013**), les herbes aromatiques du jardin comme la lavande, le thym, la sauge, le basilic, le romarin, la menthe, l'achillée et la menthe poivrée font partie des plantes médicinales les plus éprouvées et sont utilisées depuis très longtemps à des fins thérapeutiques .

Les PAM regroupent à la fois les plantes spontanées dites « sauvages » et les plantes cultivées. Les premières sont difficiles ou impossibles de cultiver (**Benakcha,2001**).

Les PAM renferment des composés chimiques qui se répartissent en deux groupes. Le premier correspond aux protides, glucides, lipides et acides nucléiques. Le second correspond aux pigments, tanins, polymères, hormones et essences végétales dites huiles essentielles, les alcaloïdes, hétérosides, mucilages, saponosides (**Sofowora, 2010**).

Chapitre I : Généralités sur la diversité des PAM

Les premiers sont les constituants du métabolisme primaire ; Il existe en permanence au sein de la plante. Les autres proviennent du métabolisme secondaire et ne sont pas toujours stable chez les végétaux (**Bouamer et al., 2004**).

I.2.Principes actifs des plantes médicinales

Les plantes médicinales ont des principes actifs , ce sont des composants importants de la plante , qui lui confèrent son caractère médicinal(**Fuinel,2002**).

Ce qu'on appelle principes actif est réellement ce qui identifie une plante ,ce qui la caractérise ,ce qui lui permet d'intervenir sur les fonctionnements de l'organisme , sur tel organe ou tel métabolisme . Ces éléments actifs spécifiques sont là pour correspondre au rôle au message particulier de la plante. On trouve dans les plantes médicinales : le huiles essentielles (elles stigmatisent ce qu'on appelle les plantes aromatiques), les acides ou sucre (glucosides ,flavonoïdes , saponines , Ils ont l'énergie pure de la plante). Les sels minéraux et oligo-éléments (indispensables de construction), les vitamines (elles servent a faciliter les processus biochimiques de l'organisme), les tanins (durcisseurs et des résistants), les mucilages (eux plutôt adoucisseurs et désenflammant), les acides organique (des agents multifonctions de la plante), les alcaloïdes (ce sont les alcaloïdes qui font les plantes toxiques)(**Fuinel,2002**).

1.3. Les facteurs pédoclimatiques des Plantes aromatiques et médicinales

De nombreux facteurs extérieurs aux plantes aromatiques et médicinales sont susceptibles d'influencer son développement : température, humidité, durée, ensoleillement, vents, nature du sol... Ces facteurs peuvent ainsi faire grandement varier la quantité et la qualité de l'huile essentielle produite (**Fernandez, 2012**).

Les conditions environnementales auxquelles la plante est exposée jouent sur l'expression des gènes de la plante et vont ainsi modifier le développement de la biomasse et sur l'aiguillage de chaque voie métabolique, tant pour le métabolisme primaire que secondaire et sur les transformations secondaires. Cet impact sur la production de l'huile essentielle est plus ou moins important selon les espèces (**DESCHEPPER, 2017**).

Chapitre I : Généralités sur la diversité des PAM

L'influence des facteurs climatiques semble plus grande chez les espèces dont les structures de stockage se trouvent à la surface du végétal, comme par exemple les poils sécréteurs des Lamiaceae . La qualité de l'essence sera plus constante si elle se trouve dans des tissus plus profonds (**Bruneton, 2009**).

L'origine géographique de l'espèce joue aussi sur sa sensibilité aux facteurs climatiques. Les plantes tropicales sont surtout soumises à l'alternance des saisons sèches et humides, les plantes de régions tempérées seront plus sensibles à la longueur des jours (**Baser et al .,2009**).

Les pratiques culturales peuvent également jouer sur l'huile essentielle, par exemple le régime hydrique appliqué à la plante ou l'apport d'engrais vont modifier les caractéristiques de l'huile essentielle produite (**DESCHEPPER, 2017**).

Ainsi, il existe de nombreux exemples de plantes dont la sensibilité à la lumière du jour a été étudiée. 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 (**Bruneton, 2009**).

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. Ainsi, les répercussions de l'apport de différents éléments ont été étudiées pour un certain nombre d'espèces végétales (**Sangwan, 2001**).

L'influence de la qualité du sol a été étudiée pour le thym (*Thymus vulgaris L.*) par Eman et al. , (**Aziz ,2008**). Ils se sont plus particulièrement intéressés à la nature du sol (calcaire, argile ou sable) et à l'intervalle entre chaque arrosage (3 jours, 5 jours, 7 jours ou 10 jours). Concernant le développement de la plante et le rendement en huile essentielle, des intervalles d'irrigation courts (3 à 5 jours) et un sol calcaire sont les plus favorables, le sol sablonneux est le plus défavorable. La composition de l'huile essentielle est également sous l'influence du sol.

Chapitre I : Généralités sur la diversité des PAM

D'autres facteurs environnementaux modifiant la production d'essence par la plante ont été identifiés, comme les stress hydriques et thermiques.

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. Il est plus délicat de juger de l'influence de la température sur la production d'essence par la plante tant les réactions sont variables et spécifiques à chaque espèce (**Sangwan, 2001**). Il est établi que la plupart des espèces ne sont présentes que sur une plage d'altitude bien définie. Des études ont été menées pour déterminer l'influence que l'altitude à laquelle se développe la plante peut avoir sur son profil biochimique (**Faucon, 2012**).

Chapitre II

Espèce d'étude : Sauge officinale

« *Salvia officinalis* L. »



II.1 Généralités sur la Famille des Lamiacées

La famille des Lamiacées (labiées) du latin (Labia) lèvre signifiant que les fleurs ont une forme caractéristique à deux lèvres (**Naghibiet al,2005**) .cette famille est l'une des premières à être distinguées par les botanistes (**Pistrick,2002**).

Ce sont des plantes à fleurs les plus grandes et les plus distinctives, avec environ 220 genres et près de 4000 espèces dans le monde. Cette famille a une distribution presque cosmopolite , certains genres présentent une grande diversité en Méditerranée et en Asie centrale et occidentale (**Naghibiet al.,2005**).

D'après (**Quezel et Santa , 1963**), les Lamiaceae sont des arbustes , sous arbrisseaux ou plantes herbacées, en général odorantes , à tiges quadrangulaires , des feuilles en général opposées sans stipules , fleurs en général hermaphrodites et avec des fruits constitués par 4 akènes plus en moins soudés par leur face interne et diversement ornés .

Des études biologiques d'huiles essentielles des espèces *Salvia*spp ont montrées des activités antimicrobiennes, anti-inflammatoires, en plus de leurs utilisations en cosmétique et agroalimentaire. Un très grand nombre de genres de la famille des lamiacées sont des sources riches en terpénoides, flavonoïdes, diterpenoides et iridiodesglycosylés (**TEPE et al ., 2006**) .

II.1.Salvia officinalis L.

Salvia officinale est une plante annuelle et biannuelle d'origine méditerranéenne de la famille des labiées (Labiacées) (**Djerroumi et al ., 2013**).

En 1551, un herboriste anglais, observait que la sauge « restaure la chaleur naturelle, améliore la mémoire et stimule les sens » La sauge demeure l'une des plantes médicinales les plus renommées, aux multiple vertus, dont celle de stimuler l'ensemble de l'organisme (**Chevrllier, 2007**).

D'après **Madi ,(2010)**, une variété de sauge appelait « chia « » était cultivé par les mexicains . Les grecs, les romains et les arabes ont utilisé la sauge comme tonique, et en compresse contre les morsures de serpent. Dans la Rome antique, on la considérait comme sacrée et donc capable de donner la vie. Les femmes qui n'arrivaient pas à être enceintes devaient boire des infusion de sauge pour pouvoir espérer une grossesse (**Bartels, 1998**).

Il était d'usage d'en offrir aux dieux afin de les disposer favorablement à l'égard des sollicitations (**Bardeau ,2009**).

Plutard, au 18^{ème} siècle, les feuilles de la sauge ont été roulées comme des cigarettes pour les fumer contre l'asthme et surtout au printemps (**Madi, 2010**).

Les médecins grecs et romains, connaissaient déjà les effets hémostatiques, diurétiques et carminatifs des feuilles de la sauge. Elles sont antibactériennes, antispasmodiques et réduisent la transpiration (**Molfgang, 2008**).

Aujourd'hui, la plante est cultivée intensivement en Europe occidentale, aux USA et en Russie pour ses fleurs au goût piquant, utilisée comme arôme (**Nacef et djerrouni ,2013**).

II.3 Position systématique de *Salvia officinalis*

II.3.1 Systématique

L'espèce *Salvia officinalis* est une espèce polymorphe qui se subdivise en plusieurs sous-espèces, mais la taxonomie moderne les considère comme des espèces à part entière. On comptabilise plus de 600 espèces différentes dans le genre *Salvia* (**Eberhard et al ., 2005**).

D'après Myose (1971), Demet et Nûket (2016) la sauge est sous le classement suivant :

- Règne** : Plantae (végétal).
- **sous règne** : Tracheobionta.
- Embranchement** : Spermaphytes.
- Sous embranchement** : Angiospermes.
- division** : Magnoliophyta.
- Classe** : Magnoliopsida.
- Sous classe** : Asteridae.
- Ordre** : Lamiales.
- Famille** : Lamiaceae.
- Genre** : *Salvia*.

-Espèce : *Salvia officinalis* L

II.3.2 Etymologie

La sauge a été de tout temps considérée comme le remède par excellence et son nom latin *Salvia* signifie intact ,sauver (**Sijelmassi,2008**)

L'espèce *Salvia officinalis* possède plusieurs dénominations vernaculaires dans les différentes langues du monde, parmi lesquelles nous trouvons :

Nom arabe : siwak ennabi ; salema (**Kaddem ,1990**) ; mofaca , kheyet ledjreh , naama ,houbiget el-sedr (**Delille ,2007**).

Nom Targui ou berbère : agourrim imeksaouen ; Tazzourt (**Beloued ,2005**) .

Nom français : grande sauge , (**Baba aissa,2011**) , herbe sacrée(**Leclerc,1997**) .

Thé de France , thé de Grèce , thé d'Europe , thé de Provence ,sauge franche (**Teuscher et al . ,2005**) ; (**Delille ,2013**)

II.4 Description botanique

La sauge est une plante à racines ramifiées, vivace, buissonnante et herbacée ; certaines deviennent ligneuses en climat doux (**Graham, 2007**) (**Figure 01**).

La sauge a une odeur forte, balsamique (**Mahmoudi, 2003**), avec une saveur chaude, légèrement amère, brûlante et astringente (**Eberhard et al., 2005**).



Figure 01 : Aspect de la partie aérienne de *Salvia officinalis* L (Original, 2021)

II.4.1. La tige

Elle fait de 20 à 30cm de longueur, de couleur gris verdâtre, finement pubescente à section quadrangulaire, émet de nombreux rameaux dressés, présentant des nœuds saillants sur lesquelles sont insérés les feuilles (**Teuscher et al., 2005**) (**Figure02**) .



Figure 02 : Présentation de la tige de *Salvia officinale* (Original, 2021)

II.4.2. La feuille

La forme et la taille des feuilles sont fonction de leur position sur la tige. Pétiolées, lancéolées et assez grandes (6-8×3-4cm), elles sont sessiles, étroite, aiguës et plus petites lorsqu'elles sont au sommet (**Figure 03**).

La face supérieure est gris-vert et finement granuleuse, la face inférieure est blanche et pubescente (**Rombi et Robert, 2007**).



Figure 03 : Structure de la feuille (origine 2021)

II.4.3. La fleur

Elle mesure environ 2cm de longueur, à corolle de couleur violet nettement bilabée à pédoncules courts, tubuleuses groupées par trois, en faux verticilles (**Bruneton, 1993**).

Les fleurs sont zygomorphes, leur calice est pubescent, persistant et ponctué de glandes sécrétrices, en forme de clochettes ovales. Il comprend 5 sépales soudées à la base, leur corolle bilabée comprend 5 pétales soudées, de couleur violet clair, les bractées sont ovales (**Teuscher et al ., 2005**).



Figure04 : structure de la fleur (Origine 2021).

II.4.4 Le fruit

C'est un tetrakène ovale, sphérique avec un diamètre de 3mm (**Bartels, 1998**), de couleur brun foncé. Chaque akène est de forme globuleuse (**Eberhard et al., 2005**).

Selon **Beloued (2001)**, la floraison s'étend entre mars et mai et selon **Cabaret (1986)** elle s'étendrait de mai à juillet, et avril pour les climats les plus doux.

II.5.Répartition géographique

➤ Dans le monde

Les espèces du genre *Salvia* représentent un groupe d'espèces cosmopolites, qui montrent une gamme remarquable de variation (**Pistelli, 2006**). Ce genre est distribué dans trois régions principales dans le monde: 530 espèces en Amérique centrale et latine, 250 espèces en Asie centrale et en régions méditerranéennes, 30 en Afrique du Sud et 90 espèces en Asie de l'Est (**Walker et al., 2004**)

➤ En Algérie

La sauge est une plante commune dans toute l'Algérie, ne se rencontre cependant que rarement à l'état spontané, elle est très cultivée et il en existe plusieurs variétés. (**Dellile, 2013**)

II.6. Culture

Cette plante aromatique, médicinale, condimentaire et décorative, se cultive en sol léger et perméable, voire rocailleux, toujours à exposition ensoleillée (**Fruleux, 2008**).

L'époque de la récolte de la plante a une importance primordiale sur les principes actifs de cette dernière (**Luc-Sallé, 1991**). Ce moment optimal varie, évidemment, selon les espèces de plantes, mais il dépend aussi de la partie à récolter (**Valent, 1983**). Pour la récolte des feuilles elle se fait plusieurs fois par an. La première récolte se fait au début de floraison, la dernière pas trop tard en automne (**Thurzova et al., 1985**).

II.7 Ecophysiologie

Salvia officinalis L est cultivable jusqu'à 1800 m d'altitude ; elle supporte des climats très variés, au pH allant de 5 à 9. La plante adulte résiste à la température de -10° .(**Gilly, 2005**)

II.8 Cycle végétative

La sauge (*Salvia officinalis* L.) a été étudiée de nombreuses fois et dans différents pays. **Perry et al** ont suivi l'évolution de l'huile essentielle sur 15 mois du cycle de la plante. Le rendement maximal a été obtenu en novembre. Ils ont également observé que la teneur en thuyone et en camphre (cétones) est à son maximum en hiver et qu'elle chute rapidement sur les mois d'avril et mai pour atteindre son minimum au moment de la floraison. Le β -pinène et le 1,8-cinéole (monoterpènes) ont des variations strictement inversées tout au long de l'année. (**Santos-Gomes, 2001**).

II.9 Composition chimique de la sauge

La feuille de la sauge contient de l'huile essentielle (les cétones mono terpéniques sont considérées comme des constituants majeurs). La sauge renferme des huiles essentielles (thuyone, salviol, pinène, bornéol, cinéol, Mycène, cimène, caryophyllène, humulène, camphre, ...) ,tanins ,principes amers, flavonoïdes, acide phénolique, saponine, substance œstrogène, etc. (**Baba-aissa, 2001**).

II.9.1 Huile essentielle de *Salvia officinalis*

Les principales molécules contenues dans l'huile essentielle, et qui donnent à la sauge son odeur typique sont les thuyones (α -Thuyone 18-43% et β thuyone 3-8.5 %), ils peuvent représenter jusqu'au 50 % de la composition chimique ,ainsi que le camphre (4.5-24.5%) (**Hippolyte ,1993**).

Les cétones contenus dans l'huile essentielle confèrent à la sauge des propriétés bactéricide et antifongique (**Bénégré et al. ,2009**).

Le tableau I regroupe la composition générale de l'huile essentielle de sauge officinale (Gilly ,2005).

Tableau I : Constituants majoritaires de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* L. et teneurs en % (Gilly, 2005)

Islande	Italie	Cuba	Serbie	Géorgie	Portugal	Espagne
α -Thuyone 45.5 camphre 15.9 β -thuyone 8.4 1.8-cineole 8.3	Camphre 26.8 α -thuyone 23 P -cymène 11.8 Pinocarviol 6.6	α humulène 14.7 Viridiflorol 13.4 α -thuyone 12.9 β -thuyone 10.8	α -thuyone 22.1 1.8-cineole 16.2 α -humulène 11 β - caryophyllene 6	Athuyone 31.5 β -thuyonol 17.5 1.8-cinéol 17.5	α thuyone 22.8 1.8 cinéol 15.7 Viridiflorol 10.9	Camphre 22.9 α thuyone 20.6 β thuyone 15.1 bornéol 7.9
Brésil	Bulgarie	Turquie	Tchèque	Hongrie	France	Roumanie
α -thuyone 24.8 1.8-cinéol 14.8 Borneol 11.1 Camphre 10.9	α -thuyone 21.5 1.8-cinéol 16.2 α - humulène 11.2 β -pinène 7.6	α -thuyone 29.4 β -thuyone 17.4 1.8-cineole 12.5 Camphre 11.7	α -thuyone 25.1 Camphre 24.1 1.8-cineole 11.9 α -humulène 6.9	Camphre 30.7 β -thuyone 17.6 1.8-cineole 17 Camphene 4.4	Camphre 22 α -thuyone 20.9 1.8-cineole 13.4	α -thuyone 21.8 Viridiflorol 11.7 Camphre 11.2 Manool 9.1

II.9.2 Les composés phénoliques de *Salvia officinalis* L

Salvia officinalis contient des tanins catéchiques ,des acides poly phénols carboxyliques (rosmarinique , caféique ,chlorogénique , coumarique et férulique) , des principes amers di terpénique ,des tri terpène penta cyclique (acides ursolique ,crategolique , oléanolique etc. .), des phytostérols et des flavones (**Said et al .,2002**).

La sauge est anti oxydante et inhibe la peroxydation lipidique en raison de son contenu en phénols diterpiniques ,en acide rosmarinique et en flavonoïdes qui agissent à la fois comme donneurs d'hydrogène et capteurs de radicaux libres ,(Teuscher et al .,2005).

Dans le tableauII, sont rassemblés les composés phénoliques de *Salvia officinalis*.

Tableau II : Composés phénoliques de *Salvia- officinalis* (Madi, 2010).

<i>Poly phénols</i>
<u>Acides phénols</u>
❖ 4-hydroxybenzoïque acide
❖ 3- methoxy-4-hydrox benzoïque acide (acide valinique)
❖ Acide rosmarinique
❖ Acide salvianolique
❖ Cis-p-caumarique acide 4-(2-apiosyl) glucoside
❖ Trans-P-caumarique acide 4-(2-apiosyl) glucoside
❖ 6-feruloyl –a-glucose
❖ 6-feruloyl –b-glucose
❖ 6-caffeoyl-1-fructisyl –a-glucoside
❖ 1-caffeoyl-6-apiosyl glucoside
❖ 1-p-Hydroxybenzoyl-6-apiosylglucoside
<u>Les flavonoïdes</u>
Flavones :
❖ 5, 7,40-Trihydroxyflavone (apigenine)
❖ 7-Methyl ether (genkwanine)
❖ 7,40-Dinethyl ether (acacetine)
❖ 5, 7,3',4'-Tétrahydroxyflavone (Luteoline)
<u>Flavonols</u>
❖ Quercétine
<u>Fluonones</u>
❖ 5,7,30-Trihydroxyl-40-methoxyflavonane (hespereture)
<u>Flavones glycosides</u>
❖ Apigenine-7-glucoside (cosnosine)
❖ Luteoline -7-glucoside (cinaroside)
❖ 7-glucuronide

II. 10 Propriétés thérapeutiques de la sauge

Des études ont révélé l'action bénéfique de la sauge dans la dégénérescence cérébrale à son stade précoce .Elle contribue à soulager le stress et l'anxiété (**Chevallier ,2013**) à faire baisser le taux de cholestérol (**Gladstar ,2013**), et soulage les maux de gorge (**Callery,1998**).

La sauge se montre également fortifiante ,réparatrice des troubles circulatoires(**Beloued, 2003**) ,cholagogue ,tonifiante , stomachique ,cholérétique ; emménagogue , anti-galactogène ,antisudorale , astringente , cicatrisante (**Moussaoui, 2011**), détersive (**Baba aissa ,2011**), antioxydante ,cette dernière propriété ayant des applications culinaires puisqu' elle permet de retarder ou empêcher le rancissement des corps gras (**Botineau, 2011**) , la saugeest anti cancer ,antiseptique (pour panser les plaies) , hypoglycémiante et carminative (**Valent, 1983**).

Elle a une action antisudorale et stimulante (**Sijelmassi,2008**) etgrâce à sa teneur en flavonoïdes et à son huile essentielle, la sauge a une action antispasmodique sur l'appareil digestif.L'essence de sauge pure est également antibactérienne(**Bartels ,1998**) (**Teuscher et al. ,2005**) .

II .11 Toxicité de la sauge

Les études scientifiques montrent que les huiles essentielles peuvent présenter une certaine toxicité. Il faut cependant remarquer que celle-ci varie selon la voie d'exposition et la dose prise. Ces expositions se font par ingestion ,par contact ,par inhalation qui peut induire ou aggraver des problèmes respiratoires , une diminution de la fonction pulmonaire , une augmentation de la sensation de poitrine oppressée , une respiration sifflante et augmenter l'asthme chez les population sensibles (**Ozanda, 1977**).

Certains auteurs se basent sur la composition des huiles essentielles en termes de toxicité relative des familles biochimiques auxquelles appartiennent leurs constituants. Les huiles essentiellesde *Salvia officinalis* L contiennent jusqu'à 50 % de thuyone, l'excès de cette substance est toxique pour les tissus nerveux (**Anne-Claire et al., 2008**).

Matériel et Méthodes

Objectif principal de la présente étude

Nous avons conduit cette étude afin d'évaluer et de mettre en évidence l'existence de toute variabilité morphologique et biochimique de la sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) vivant à l'état spontané, récoltée dans deux sites différents : Blida (Boufarik) et Tipaza (Cherchel). Le protocole expérimental devait avoir lieu au niveau du CRAPC à Bousmail , sous l'assistance de Dr Bouhenna ,avec une partie expérimentale composante les étapes suivantes :

- Récolte des parties aériennes de la sauge au niveau de Blida, Tipaza
- Extraction des huiles essentielles par cleverger
- Screening photochimique de l'extrait aqueux
- Dosage des poly phénols
- Observation macroscopique des organes aériennes de la sauge récoltée
- Analyse chromatographique par GC/SM des huiles essentielles
- Analyse de quelques paramètres physico-chimiques (tel que indice d'ester, indice d'acide)
- Caractères organoleptiques (odeur, aspect, couleur)
- Activités antimicrobiennes

Cependant en raison des restrictions appliquées par les laboratoires et centres de recherche, suite à la propagation de la pandémie COVID-19, il était difficile de finaliser le protocole expérimental. Ainsi nous avons obligé de réorienter notre étude en une étude rétrospective de quelques Travaux scientifiques en rapport avec notre thème.

Le protocole expérimental prévu était comme suite :

III.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude expérimentale est la Sauge.

Les parties aériennes de la plante ont été récoltées en période de floraison au cours du mois de mai dans deux régions Tipaza, Blida.

L'identification de l'espèce a été faite au niveau du département de biotechnologie , Faculté SNV ,USDB .

La plante a été récoltée à midi, au cours d'une journée ensoleillée.

III.2 Méthodes expérimentales

III.2 .1 Traitements préliminaires des parties utilisées

- **Le lavage** : Après avoir cueilli la plante , les parties feuillées sont soumises à un rinçage à l'eau de robinet pour éliminer les corps étrangers aux plantes ou les impuretés avant de les faire sécher .
- **Récolte** : nous avons cueillies 1.5 Kg de feuilles et tiges (la partie aérienne)
- **Séchage** : les feuilles sont mises aux conditions de séchages à l'abri de la lumière et de l'humidité, a une température ambiante pendant 2 semaines afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules.
- **Broyage** : les feuilles sont d'abord broyées finement ,jusqu'à l'obtention d'une poudre fine verdâtre .
- **Pesage** : la poudre de feuilles a été pesée à l'aide d'une balance de précision .

III.2 .2 Présentation des zones d'études

- **Blida**

La région de Blida se situe au niveau de la partie occidentale de la Mitidja . Elle est limitée au nord par les villes d'Alger, Boumerdes et Tipaza, au au sud par Médéa ,l'atlas blidéen et la montagne de chréa , les gorges de la Chiffa ,à l'ouest par Ain defla et à l'est par Bouira . Elle s'étend sur une superficie de 1996 Km² .Elle est située à une altitude de 163m. Les coordonnées géographiques de cette région sont 36°43'N et 2°49'E (**Figure 05**)



Figure 05 : situation géographique de la région de Blida

- **Tipaza (Cherchell)**

La région de Cherchell EST blottie entre mer et montagne.

Elle est située à l'ouest d'Alger, reliée à la plaine de la Mitidja par la vallée de l'oued El hachem et séparée de la vallée du Chelef par le massif du Dahra. C'est une toute petite ville entourée d'un mur construit lors de la colonisation avec des « portes » : porte d'Alger , de Ténès , de Miliana . Elle s'étend sur une superficie de 1707 km², et est située à une altitude de 26m. les coordonnées géographiques de cette région sont l'altitude : 36.6085, Longitude : 2.19718 et 36°36'31'' Nord, 2°11'50'' Est .(Figure 06)



Figure 06 : situation géographique de la région de Cherchell

Première étude : La variabilité de la composition des huiles essentielles de *Salvia officinalis* L.

III .3 Matériel

III .3.1 Matériel végétal

Le tableau ci-dessous regroupe le matériel végétal utilisé par chaque équipe de chercheurs dans leur expérimentation, ainsi que la provenance et l'année de récolte.

Tableau III: présentation du matériel végétal utilisé par les différentes équipes scientifiques

Equipe de chercheurs	Année	Période de récolte	Lieu de récolte	Matériel végétal
StankaDamyanova et al	2016	//	Bulgarie	Dans cette recherche,ils ont utilisé l'herbe de la sauge (à partir des parties aériennes coupées) acheté du marché,100g.
Dob .T et al	2007	Juin 2004	Alger (Algérie)	Dans cette étude,les chercheurs ont utilisé des parties aériennes séchés à l'air libre.
Porte.A et al	2013	Décembre 2008	Rio de Janeiro(Brésil)	Dans cette enquête,les auteurs ont utilisé 500g de feuilles fraîches de la sauge.

III .4 Méthodes

Le plan général du protocole adopté par les différents chercheurs dans les travaux consultés, pour l'extraction et l'analyse de l'huile essentielle de la plante *Salvia officinalis* est illustré par la **(Figure 07)**.

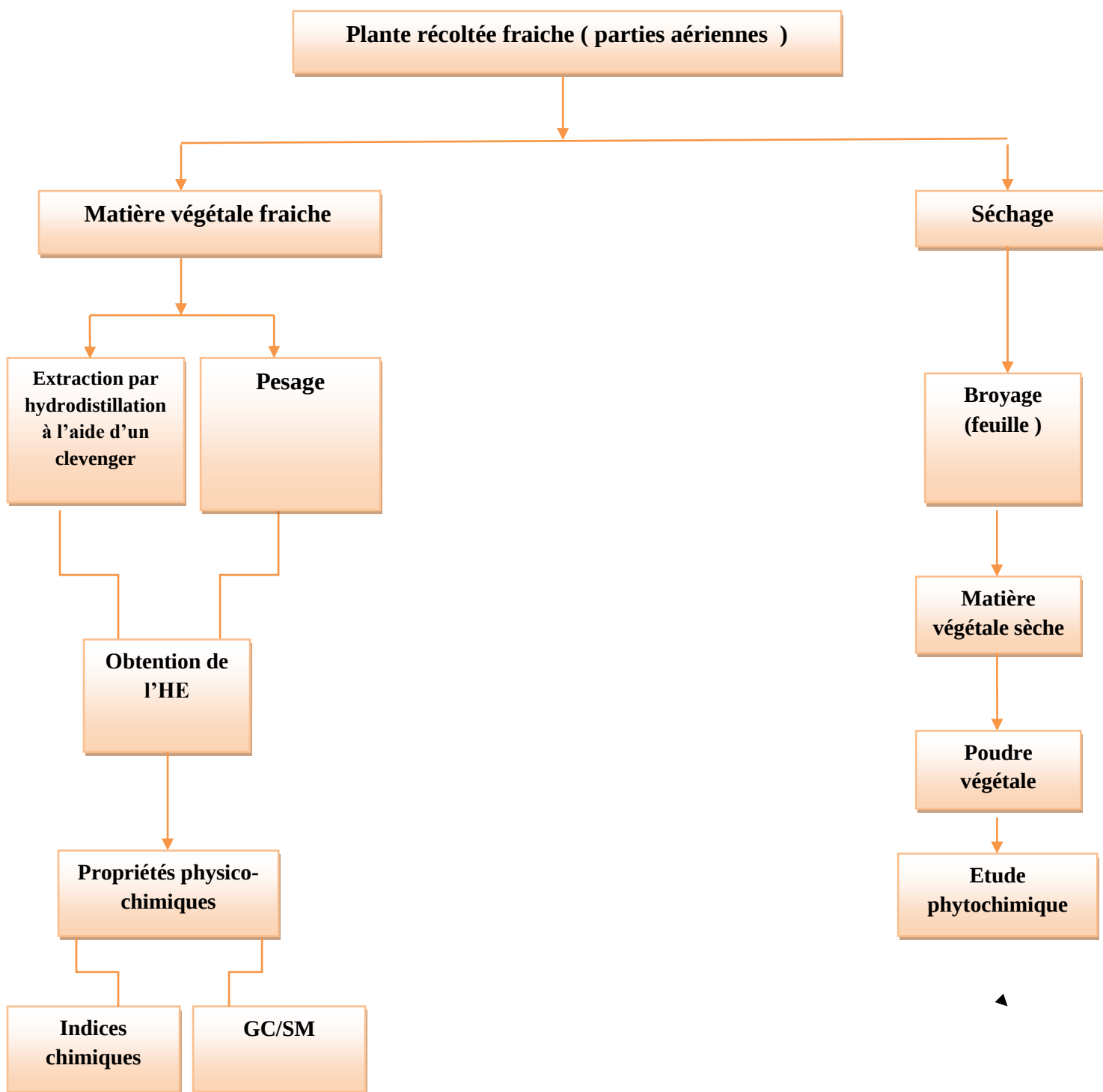


Figure 07 : Protocole général de la procédure expérimentale effectuée sur *Salvia officinalis*

III .4.1 Protocole d'extraction de l'huile essentielle

➤ **Etude de (Stanka Damyanova et al.,2016)**

Il a obtenu l'huile essentielle à partir de 100g de matière végétale de la sauge par l'hydrodistillation pendant 3h en utilisant un appareil de type Clevenger(**Carta et al, 1996**).**(Figure08)(Annexe III)**

L'huile essentielle a été séchée avec du sulfate anhydre et stockée dans des flacons sombres hermétiquement fermés à 4° C jusqu'à l'analyse.

➤ **Etude de (Dob.T et al.,2007)**

Les chercheurs ont utilisé les parties aériennes séchées à l'air libre de *Salvia officinalis* ont été soumises à une hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger.

➤ **Etude de (Porte.A et al.,2013)**

Les chercheurs intervenant dans cette etude , ont utilisé 500g de feuilles fraîches pour une extraction par hydrodistillation (avec environ 400ml d'eau) dans un appareil de type Clevenger pendant 72 min sans récupération de solvant (**Porteet Godoy,2008**).

III.4.2 Méthode d'analyse chromatographique

Il est bien connu que les analyses quantitatives de la composition chimique de l'huile essentielle extraite par hydrodistillation se font par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse « CG-SM », et c'est la méthode utilisée par les trois chercheurs dans leurs travaux.

III .4.2.1 Conditions opératoires

Selon les auteurs (**StankaDamyanova et al., 2016**), (**Dob.T et al., 2007**), (**Porte. A et al., 2013**) l'analyse est effectuée dans les conditions suivantes :

➤ **Pour (Stanka Damyanova et al., 2016)**

- Le couplage de la chromatographie phase gazeuse, de marque Agilent 7890 , à un spectromètre de masse de type Agilent 7975.
- Une colonne HP-5 ms (30m X 250m X épaisseur de film 0.25m) épaisseur de film
- La température : 35° C / 3 min, 5° C / min à 250° C pendant 3 min.

- Le gaz vecteur est l'hélium, son débit est fixe à 1 ml / min, rapport de division 1:30.

➤ **D'après (Dob.T et al, 2007)**

Les analyses chromatographiques ont été effectuées sur :

- Un chromatographe en phase gazeuse, de marque Shimadzu couplé à un spectromètre de masse TRACE MS.
- Une colonne capillaire de silice fondue de type DB-5 (30m X 0.32mm X épaisseur de film de 0.25Um) fonctionnant avec les éléments suivants programme de température 60° C pendant 3 min, rampe de 3° C / min jusqu'à 240° C pendant 5 min.
- Température de l'injecteur et du détecteurs 250° C.
- Azote gazeux porteur (1 ml / min), détecteur double FID, rapport de division 1:50, injection d'aliquates de 0.2 Ul.

Pour (Porte. A et al.,2013)

- Un chromatographe en phase gazeuse Hewlett-Packard 5890 série II couplé à un spectromètre de masse série HP 5970.
- Une colonne capillaire en silice fondue HP-5 (25m×0,20mm,épaisseur de film 0,33Um).
- La température de la colonne à été programmée de 60 à 250C° à 2C°/min.
- Le gaz vecteur est l'hélium, son débit est fixe à 1ml/min,rapport de division 1 :100,un impact électronique pour un champ de 70 eVest adopte pour la fragmentation.

Deuxième étude : Variabilité de la composition en polyphénols de *Salvia officinalis*

Chercheurs	L'année	Période	Lieu	Matériel végétal
Maja Dent et al	2017	Chaque soir à la même heure de la journée	Quatre sites sauvages de la région méditerranée de Croatie	Les feuilles de la sauge ont été séchées immédiatement après la récolte .Ensuite les matières végétales sèches ont été emballées dans des secs en polyéthylène et conservées dans un endroit sombre ,sec et frais . Avant d'être utilisé le matériel végétal est broyé à l'aide d'un mélangeur de maison .
Mouna Benfarhat et al	2009	En mars et Avril, 2008	Soliman ,Kelibia , Bou Arada et Sers (Tunisie)	Les chercheurs ont utilisé les parties aériennes de 10 plantes cultivés de <i>Salvia officinalis</i> prélevés au hasard de différentes régions du nord de la Tunisie

III.5 Méthodes

III .5.1 Méthodes d'extraction de composés polyphénoliques de *Salvia officinalis*

➤ Etude (Maja Dent et al .,2017)

1g de feuilles de sauge séchées et broyées a été extrait avec 20 ml de solvant éthanol aqueux à 30 % (v/v). L'extraction a été effectuée à 60° C dans un bain marie pendant 30 min.

Les extraits ont été filtrés sur papier filtre wattman en utilisant un entonnoir Buchner , et ont été ajustés à 25 ml dans une fiole jaugée avec le solvant d'extrait .

Les extraits obtenus ont été utilisés pour la détermination des poly phénols totaux (TP) et des flavonoïdes totaux (FL) par spectro photométrie.

➤ **Etude (Mouna Benfarhat et al .,2009)**

La matière végétale distillée a été séchée dans une étuve à 35 C° puis broyée .

En premier lieu ,les échantillons séchés de 0.5 g de la sauge ont été homogénéisés avec 30 ml d'éther de pétrole sous agitation magnétique pendant 5 min et portés à température ambiante.

Deuxièmement ,les échantillons ont été extraits à l'aide de 150 ml de méthanol dans un extracteur soxhlet (B-811) ,pendant 2h sous l'atmosphère de Azote .

Les extraitméthanoliques ont été amenés à sec à 40°C sous vide dans un système d'évaporateur (SyncorePolyvap R-96).

Le résidu a été redissous dans du méthanol et complété à 5 ml (**Jordan et al .,2009**) et ont été conservés dans des flacons à -80° C jusqu'à leur analyse.Deux extraits ont été préparés pour chaque échantillon .

III ..5.2Méthodes d'analyse chromatographique

III .5.2.1 Analyse par HPLC

➤ **Etude de Maja Dent et al .,(2017)**

Les composés phénoliques individuels de la sauge ont été déterminés par chromatographie en phase liquide haute performance à l'aide d'un système VarianProStar équipé d'un module de distribution de solvant ProStar230 , d'un injecteur de type Rheodyne 7125 , d'un détecteur à matrice de photodiodes UV/VIS ProStar 330.

Des détermination quantitatives ont été effectuées en utilisant des courbes d'étalonnage des standards qui sont Les acides phénoliques (acide rosmariniques ,caféique , vanilique et siringinique)et les flavonoïdes (lutéoline-3-glucoside et apigénine-7-glucoside).

La courbe des étalons d'acides phénoliques et de flavonoïdes a été réalisée diluant des étalons mères .

➤ Etude Mouna Benfarhat et al .,(2009)

Pour l'analyse de la chromatographie en phase liquide haute performance (HPLC) , une méthode adaptée de **(Zheng et Wang,2001)** a été réalisée sur une colonne de type Zorbax SB-C18 (4.6 mm×250mm et taille des pores 5Um ,Hewlett-Packard) à température ambiante .

Résultats et discussion

IV.1 Résultat et discussion

IV.1.1 Rendement en huile essentielle de *Salvia officinalis* L

Les résultats de rendement en huile essentielle, obtenue par **(StankaDamyanova et al, 2016 ; T. Dob et al., 2007 ; Porte. A et al.,2013)** sont mentionnés dans le tableau (04).

Tableau IV: Rendement en huile essentielle de *Salvia officinalis* L

Auteurs	Echantillon	Rendement (%)
(StankaDamyanova et al., 2016)	Des parties aériennes de la sauge	0.93 %
(T. Dob et al., 2007)		0.9 %
(Porte. A et al.,2013)		2.3 %

Dans l'étude de **(StankaDamyanova et al., 2016)**, Les chercheurs ont obtenu 28 composants représentant 88.75% de la teneur totale en HE.(Tableau 05, Annexe IV)

Parmi les composants identifiés 13 ont des concentrations supérieures à 1%, et 15 autres ont des concentrations inférieures à 1%.

- Selon **(Dob et al., 2007)**, Ont pu identifier et caractériser 48 composants chimiques dans l'huile essentielle représentant 90.5% de l'huile totale (Tableau 06 ,Annexe IV).
- Selon **(Porte et al.,2013)**, 47 composants chimiques ont été caractérisés dans cette huile représentant 90,5% de l'huile totale. Sa composition chimique est caractérisée par des quantités élevées de thuyone (40,90%), camphre (26,12%), pinène (5,85%) .(Tableau 07,Annexe IV).

IV .1.2 Variabilité de la composition des huiles essentielles de *Salvia officinalis* L

- **(StankaDamyanova et al, 2016)** ont rapporté que :

-Les monoterpènes oxygénés constituaient le pourcentage le plus élevé des composants de l'huile essentielle, représentant 59.15%, suivis des hydrocarbures sesquiterpéniques (24.37%) et des hydrocarbures monoterpéniques (14.66%).

- Le pourcentage d'hydrocarbures aliphatiques contenant de l'oxygène et des phénylpropanoïdes était inférieur à 1%.

- La fraction monoterpénique oxygénée était la plus abondante dans l'huile elle était particulièrement riche en cétones (70.96% de cette fraction).
- Les cétones et les éthers cycliques étaient les principaux groupes de composés responsables de l'odeur caractéristique de l'huile de la sauge (**ISO 9909, 1997**) ; (Fraction 01) Annexe.

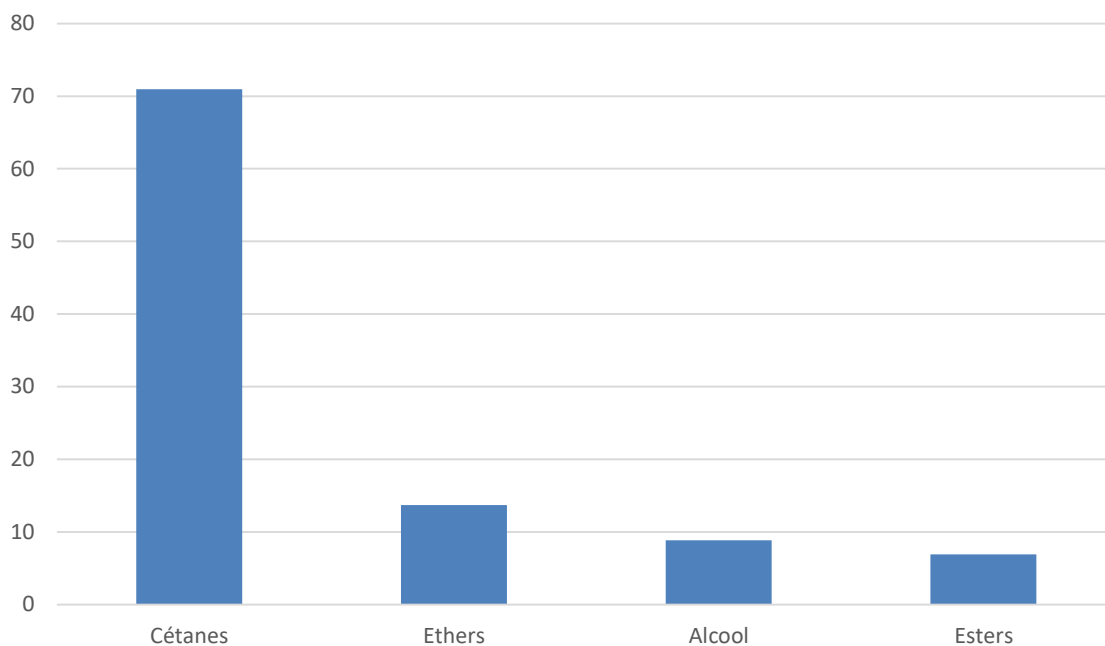


Figure 08 : Fraction monoterpénique contenant de l'oxygène
(StankaDamyanova et al, 2016)

- Selon (Dob.T et al, 2007), les fractions monoterpéniques de l'ordre de 72.2% étaient les plus abondantes dans l'huile essentielle, particulièrement riche en dérivés oxygénés (90.7% de cette fraction).

Comme principaux composants, ils ont obtenus le camphre(20.4%), α – Thuyone (19.6%), 1,8-Cinéole (12.3%), et β – Thuyone (8%) .

En revanche, la fraction sesquiterpénique (18.2%) apparaît avec un pourcentage plus faible dans l'huile, représenté par le viridiflorol (8%) comme composant principal.

Parmi la totalité des composants obtenus, 20 ont un pourcentage compris entre 0.1 et 8%, tandis que les autres 23 composants sont présents dans l'huile essentielle à l'état de trace.

IV.1.3 Résultats des poly phénols :

➤ Etude (Maja Dent et al., 2017)

Les résultats obtenus par (**Maja Dent et al., 2017**) sont assignés dans le tableau 08 (AnnexIV), ils indiquent en effet , une variation des poly phénols de la sauge poussant à l'état sauvage dans quatre régions .Les polyphénols détectés semblent être très sensibles aux conditions environnementales et climatiques.

➤ Etude (Mouna Benfarhat et al., 2009)

Parmi les composés phénoliques mentionnés ,l'acide rosmarinique était présent dans les plus grandes quantités allant de 8195.80 à 9731.15 Ug/g suivi du carnosol et de l'acide carnosique . De teneurs beaucoup plus faibles ont été détectées pour la lutéoline .

L'apigénine et la genkwanine, alors que les taux les plus faibles ont été obtenus pour l'acide gallique (3.74-5.82 Ug/g).

Des niveaux plus élevés d'acide caféique, d'acide férulique ,de lutéoline ,d'apigénine(**Wojdyzo, A et al ., 2007**), acide gallique ,genkwanine(**Santos-Gomes ., et al., 2002**)Acide carnosique(**Bas-Kan, Setal., 2007**)et l'acide rosmarinique (**Grzegorzcyk, I et al ., 2007**) ont été obtenus pour les extraits de sauge.

Conclusion

Conclusion

A la lumière des résultats obtenus par les différents chercheurs ,il est évident que l'observation de tout type de variabilité au sein d'une espèce spontanée ou cultivée est forcément expliquée par les différents facteurs pédoclimatiques et le milieu dans lequel se développe la plante.

La caractérisation des HE par des analyses quantitative « CG-SM » a permis l'identification :

En Bulgarie de 28 composants dans l'HE des feuilles de la sauge représentait 88.75% de la composition totale, dont les composés monoterpéniques enregistrent 59.15% avec des hydrocarbures sesquiterpéniques à 24.37% et des hydrocarbures monoterpénique à 14.66%.

En Algérie ,48 composants dans l'HE des parties aériennes de la sauge représentait 90.5% de la composition chimique totale, dont les fonctions monotérpnique représentent 72.2% et qui sont riches essentiellement en dérivés 90.7% (avec une prédominance de l' α Thuyone à 19.6% ,1.8-cénéole à 12.3% et le β -Thuyone à 8% , et le camphre à 20.4%).

Au Brésil ,47 composants chimiques dans l'HE , représentait 90.5% de la composition totale ,dont les composés majoritaire sont Thuyone (40.9%) , Camphre (26.12%) et le pinène (5.85%).

La caractérisation des composés phénoliques faite par l'analyse HPLC a permis d'assimiler que les composés phénoliques de parties aériennes de la sauge contenant dans son ensemble quantité l'acide rosmarinique , acide caféique , acide syringique ,vanilique et les flavonoides).

En outre ,et d'après les travaux de recherches consultés , nous pouvons déduire que la composition chimiques des poly phénols de *Salvia officinalis* est en relation avec la variabilité de la température , les précipitations et même l'origine géographique (Croatie , Tunisie).

Références bibliographiques

- Aziz E.E., Hendawi S.T., Ezz El Din A., Omer E.A.** Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 4 : 443–450. 2008.
- Anne-claire D., Lanis D. Marie-Alix V., (2008).** Atelier sante environnement risques et bénéfices possibles des huiles essentielles .ingéniorat du genie sanitaire .P87
- Baba-Aissa F., 2011.** Encyclopédie des plantes utiles .Almarifa. Alger. P330.
- Bardeau F. , (2009).** La pharmacie de bon dieu .Edition LANORE. P250.
- Bartels A., 1998.** Plante des bassins méditerranéen. Eugen ulrner .Allmahne. P324, 329 .
- Baser K.H.C., Buchbauer G. (2009).** Handbook of essential oils : science, technology and applications. CRC Press 1ère éd. 991p
- Bas-Kan.S; Oztekin J; Bedia Erim.F.** Determination of carnosic acid and rosmarinic acid in sage by capillary electrophoresis. Food Chem ,2007.101,1748-1752.
- Beloued A., 2003.** Les plantes médicinales d'algerie .office de publications universitaires .alger. P159.
- Beloued A., 2005.** plante médicinales d'Algérie .Office de publication universitaire « OPU ». P196
- Beloued A.E.K., 2001.** Plantes médicinales d'Algérie. O.P.U. Alger, 195, 196 ,277p.
- Beloued A.E.K., 2003.** Les plantes médicinales d'algerie .OPU Aler. P159.
- Benakcha R., (2001)** .Etude phytochimique de deux plantes algériennes : *Centaurea pungens* et *Salsola vermiculata* , activité biologique. Thèse de magister chimie-Constantine
- Bénégère A., Goetz P., Iserin P .ET al 2008.** Les médecinales. Sélection du reader's Digest. Paris. P196.
- Botineau M., 2011.** Guide des plantes médicinales .Belin. France.
- Bouamer A., Bellaghit M. et Mollay A., 2004.** Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe poivrée de la région de Ouargla.
- Bruneton J.** Plantes toxiques – Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux, 3è
- Bruneton J., (1987).** Éléments de phytochimie et de pharmacognosie, Ed. Tec&Doc Lavoisier.
- **Bruneton J., 1993** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales . Ed., Lavoisier, TEC et DOC., Paris 1ère édition, 440 p.
- Bruneton J.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Eds Tec&Doc (2009). 4 ème éd. 1269p.
- Cabaret J., (1986)** : « 167 plantes pour soigner les animaux, phytothérapie vétérinaire, point vétérinaire ». 1eme Ed., Paris, 209 p.
- Callery E., 1998.** Le grand livre des herbes : un guide pratique l'altares et des vertus de plus de 50 herbes . Koneman .Paris .P112,113.
- Chevallier A., 2013.** Plantes médecinales .Grund. PARIS. P21.200.

Références bibliographiques

- Chevrliller A.,(2007).** Les plantes médicinales ,avant propos du Dr ANN Walker, editions Grund pour l'édition française « GRUND » REMEDES . posologie préparations .propreités thérapeutiques .Soins .
- Dellile L .,2013.**Les plantes médicinales d'Algérie .BERTI 3eme Edition .Alger .P240.
- Dellile L.,2007.** Les plantes médicinales d'Algérie . BERTI. P240
- Demet . A, Nuket.A .**Sage (*Salvia officinalis*) Oils .Essential Oils in Food Preservation ,Flavor and Safety , 2016
- DESCHEPPER ROBIN (2017).**VARIABILITÉ DE LA COMPOSITION DES HUILES ESSENTIELLES ET INTÉRÊT DE LA NOTION DE CHÉMOTYPE EN AROMATHÉRAPIE .thèse de doctorat
- Djerroumi A &Nacef M. (2004)** :100 plantes médicinales d'Algérie. Houma 2 éme edition P:133
- Djerroumi A &Nacef M. (2004)** :100 plantes médicinales d'Algérie. Edition Palais du livre P135-131
- Djerroumi A &Nacef M. (2013).**100 Pantés médecineles d'algérie.houma 2 éme édition .P133.
- Eberhard T ,Anton R et Lobstein L 2005 .**Plantes aromatiques .Epices , aromates, condiments et huiles essentielles (edition par R.Anton et A.Lobstsein) , pp 444-448 Tec et Doc , paris
- Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D., 2007.** La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc, juin 2007.
- Faucon M.** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale. Sang de la terre (2012). 880p.
- Fernandez X., Chemat F.** La chimie des huiles essentielles. Editions Vuibert 2012). 288p.
- Freulux Loïc . (2008-2009)** .envermentalisme ,Monographie *Salvia offecinalis* .
- Fuinel Guy .(2002)** .Arbre et plantes médicinales du jardin , Ed Fernand LANORE . Pp 18,19.
- Gilly G.,2005.**Les plantes aromatiques et huile essentielle à gras (botanique ,clture,chimie
- Gladstar R.,2013.**Cultiver et utiliser les plantes médicinales .Marabout .Espagne .P9,95
- Graham R., 2007.** Encycclopédie des plantes vivaces . Gallimard .p495
- Graham R., 2007.** Encycclopédie des plantes vivaces . Gallimard .p495
- Grzegorzcyk.I;Matkowski.A;wysokinska.H.**Antioxident activity of extracts from in vitro cultures of *Salvia officinalis* L .Food Chem ,2007,104,536-541..
- Hippolyte isabelle ,PHILIPPE ALLAIN ,JACQUES PELLECEUR ET ROBERT JONARD .,(1993).** Variations de la teneur de certains composés de l'huile essentielle de la sauge (*Salvia offecinalis* L) en fonction de divers états physiologiques .140-fascicule 2.P225.
- ISO9909 (1997).**oil of dalmation sage (*Salvia officinalis* L)

Références bibliographiques

- Jordan.M.** Phenolic extract and essential oil quality of thymus zygis ssp gracilis shrubs cultivated under different watering levels .Ind .crop.Prod.2009,29,145-153.
- Kaddem S. ,(1990).** Les plantes médicinales d' algérie . le monde des pharmaciens .P159.
- Leclerc H.,1967.** Précis de phytothérapie par les plantes française .Masson. Paris. P90,91 .
- Madi Aicha .,(2010).** Caractérisation et comparaison du contenu poly phénolique de deux plantes médicinales (thym,sauge)et la mise en évidence de leurs activités biologiques .mémoire de Magister .université mentouri Constantine .P08,98.
- Molfgang.H. ,2008.** 350 plantes médicinales.delachaux et Neislé.P152.
- Moussaoui M.,2011.** Plantes Médicinales de Méditerranée et d'Orient.SABIL. Espagne .P128.
- Naghbi Farzaneh, Mahmoud Mosaddegh ,Saeed Mohammadi ,Motamed and AbdOLBASET Ghorbani.,(2005)** , Labiatae family in folk medicine in Iran :from Ethnobotany to pharmacology .Iranian journal of pharmaceutical research (2005)2,P63,79 .
- Ozanda P.,(1977).** Flore du sahara .Paris :2ème Ed.CNRS.
- Pistelli L. 2006** - Photochemicals from lamiaceae: from nutraceuticals to Hallucinogens. International symposium The Labiatae: Advances in Production, Biotechnology and Utilization, Sanremo, Italy: 22-25 February 2006
- Pistrich K., (2002).** Note on neglected and underutilized crops Current taxonomical overview of cultivated plants in the family's . Umbelliferae and Labiatae , Genetic Resources and crop Evolution , P 211, 225.
- Porte.Aet Goday.R.L.O.** Chemical composition of thymus vulgaris.(thyme)essential oil from the rio de Janeiro State (Brazil).Journal of the Serbian Chemical Societyv.73,n.3,p.307-10,2008.
- production et marché).L'Harmattan .Paris .P259,265 .
- Quezel P. et Santa S., 1963** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II .Paris,France : é CNRS, p 603.
- Rombi M., Robert D., 2007.** « 120 plantes médicinales ». Ed., Alpem 09, avenue Albert II Mc- 98000 MONACO, 225-227.
- Santos-Gomes P.C., Fernandes-Ferreira M(2001)** . Organ- and seasonal-dependant variation in the essential oil composition of Salvia officinalis L. cultivated at two different sites. Journal of agricultural and food chemistry, 49 : 2908-2916.
- Santos-Gomes.P.C;** Seabra.RM;Andrade.P.B; FFnandes-Ferreira.M.Phenolic antioxidant compounds produced by in vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L).Plant Sci,2002.162,981-987.
- Shauenberg P et paris F ,(1997)** : Guide des plantes médicinales : analyse , description et utilisation de 400 plantes . Edition Delacheaux et Niestlé , Paris ,P 80.

Références bibliographiques

- 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.
- Sijelmassi A.(2008).** Les plantes médicinales du maroc . Edition Le Fennec, Casablanca , P285.
- Tepe B., Sokmen M., Akpulat H. A.andSokmena.,2006** : Screening of the antioxidantpotentials of six Salviaspecies from Turkey. *Food Chemistry* 2006 ; 95 : p 200 – 204 .
- Teuscher E ., Anton R .,Lobstein A.,2005** .Plantes aromatiques : épices , aromates ,condiments et huile essentielles .Tec et Doc.italie .p444
- Thurzova L.,kesanek I., Marreck S ., Mika K ., 1985.** Plantes-santé qui poussent autour de nous . Brodas.P 7 ,208.
- Tradivon C et Chadoul M.,(2012).**Un exemple de développement humain au Maroc la coopérative féminine de ben karich. Tétouan exposition photographique Jean-Christophe Tardivon et Chadouli Si-Mohamed du 5 novembre au 8 décembre 2012.
- Valent J(1980)** : Aromathérapie , traitement des maladies par les essences des plantes . Edit Maloine,Paris , P5.
- Valent J.,1983.**Phytothérapie :traitement des maladies par les plantes .Maloine paris .P13,81,117
- Walker, J. B., Kenneth, J., Treutlein, J., & Wink, M. 2004** - *Salvia* (lamiaceae) is not a*Salvia* and tribe *Mentheae*. *American Journal of Botany* , 91 (7), pp. 1115–1125.
- Wichtl M., Anton R.,(2013).** Plantes thérapeutiques – Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, 2ème édition, Ed. TEC & DOC.
- Wojdyzo,A;Oszmianski.J;Czemerys.R.**Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs .*Food Chem*,2007.150,940-949.

Annexe III

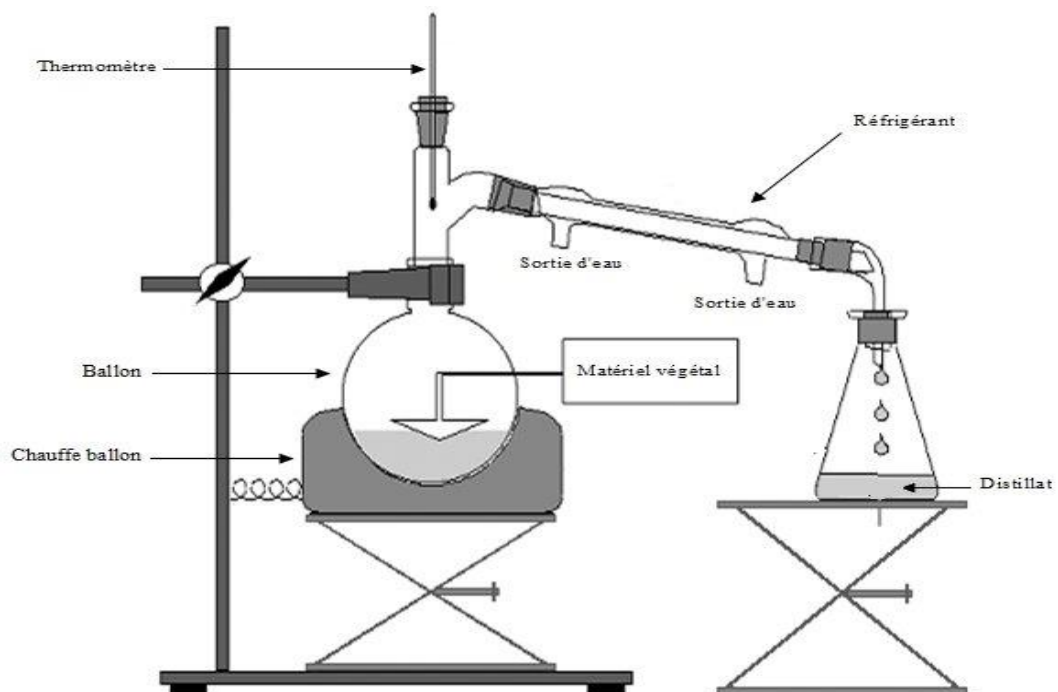


Figure09 : Montage d'extraction de type clevenger (Zeraib,2010)

Annexe IV

Composants	IR ₁	KI ₂	%	Composants	IR	KI	%
Thuyone	1102	1102	40.90	(E)-Ocimène	1041	1040	0.10
Camphre	1142	1143	26.12	Myrténol	1193	1194	0.10
Pinene	938	939	5.85	(Z)-Ocimène	1041	1040	0.10
Thuyone	1116	1114	5.62	Gurjunène	1409	1409	t ₃
Camphène	953	953	3.43	Allo-Aromadendrene	1461	1461	t
1.8 – Cinéole	1032	1033	1.93	Bourbonène	1384	1384	t
Limonène	1030	1031	1.86	Carvenone	1252	1252	t
Humulène	1454	1454	1.40	Carvone	1242	1242	T
Bornéol	1165	1165	1.07	Carvotanacétone	1246		T
Myrcène	992	991	1.03	Alcool caryophyllène	1568	1568	T
Caryophyllène	1418	1418	0.80	Cypérène	1398	1398	T
Pinene	979	980	0.67	Cadinène	1524	1524	T
Trycyclène	926	926	0.62	(E)-Guaïene (E)-	1500	1500	T
Terpnolène	1088	1088	0.53	Acétate de verbénil	1292	1292	T
Acétate d'endobornil	1285	1285	0.52	Gurjunène	1473	1473	T
Terpinène	1061	1062	0.49	<i>p</i> -Cyménène	1089	1089	T
Terpinène-4-ol	1176	1177	0.49	Pipéritone	1252	1252	T
(Z)-Salvène	856	855	0.30	Acétate d'hydrate de sabinène	1253	1253	T
Terpinène	1018	1018	0.23	Verbénone	1204	1204	T
<i>p</i> -Cymène	1026	1026	0.19	Viridiflorène	1493	1493	T
Thujène	930	931	0.18	(Z)-Guaïene (Z)-	1490	1490	T
Thymol	1291	1290	0.14	Calamenène	1521	1521	T
Terpinéol	1188	1189	0.13	(Z)-Carvéol	1229	1229	T
Phellandrène	1005	1005	0.10				
Le total %							94.90

Tableau VIII: Composition chimique de l'huile essentielle de feuilles de *Salvia officinalis L* (Brésil)

Annexe IV

IR	Composants	%	IR	Composants	%
846	(Z)-3-Hexen-1-ol	Tr. _b	1285	Acétate d'isobornyle	0.6
862	(E)-2-Hexen-1-ol	Tr.	1292	Thymol	Tr.
924	Tricyclène	0.2	1299	Carvacrol	Tr.
931	α – Pinène	0.6	1311	Trans-Acétate de pinocarvyle	Tr.
946	Camphène	1.4	1325	Trans-Acétate de carvyle	Tr.
970	Sabinène	Tr.	1346	α – Cubebène	Tr.
974	β -Pinène	1.4	1357	Eugénol	Tr.
987	Myrcène	1.3	1378	α – Copaène	Tr.
1002	3-octanal	Tr.	1387	β – Bourbonène	Tr.
1003	α – Phellandrène	0.3	1425	β – Caryophyllène	4.5
1022	<i>p</i> – Cymène	0.2	1460	α – Humulène	3.1
1033	1.8- Cinéole	12.3	1465	Allo-Aromadendrene	Tr.
1056	γ – Terpinène	0.7	1482	Germacrène D	Tr.
1087	Terpinolène	0.5	1490	Viridiflorène	Tr.
1112	α – Thuyone	19.6	1505	γ Cadinène	Tr.
1121	β – Thuyone	8.0	1518	δ Cadinène	0.2
1152	Camphre	20.4	1529	Trans-Calamenène	0.2
1169	Borneol	2.5	1537	α –Cadinène	Tr.
1179	Terpinène -4-ol	0.8	1589	Oxide de Caryophyllene	1.0
1185	<i>p</i> –Cymen-8-ol	Tr.	1603	Viridiflorol	8.0
1191	α – Terpinéol	0.4	1615	Humulène époxyde II	0.7
1197	Myrténol	0.4		Hydrocarbures monoterpéniques	6.7
1202	Trans-Pipéritol	Tr.		Monoterpènes oxygénés	65.5
1219	Trans-Carvéol	Tr.		Hydrocarbures sesquiterpéniques	8.4
1227	Cis-Carvéol	Tr.		Sesquiterpènes oxygénés Autres	9.8
1242	Néral	Tr.			0.1
1254	Trans-Acétate d- hydrate de sabinène	Tr.			
				Total	90.5

Tableau VI: Composition chimique de *Salvia officinalis* L (Algerie)

Annexe IV

Nombre	Composants	IR (indice de rendement)	Pourcentage
01	(Z)-Salvène	849	0.39
02	(E)-Salvène	858	0.11
03	α -Pinène	939	3.58
04	Camphène	953	0.75
05	β -Pinène	980	5.44
06	Myrcène	991	0.67
07	α –Terpinène	1018	0.29
08	P –Cymène	1026	0.18
09	Limonène	1030	2.02
10	1,8- Cinéole	1032	7.19
11	Y – Terpinène	1061	0.26
12	α – Thuyone	1098	26.68
13	β – Thuyone	1112	5.35
14	Camphre	1141	4.84
15	(E) – Pinocamphone	1160	0.38
16	Borneol	1165	3.69
17	Terpinène -4-ol	1178	0.45
18	α – Terpeneol	1189	0.29
19	Acetate de bornyl	1284	3.62
20	(E) –B– Caryophyllène	1418	7.47
21	α – Humulène	1455	6.11
22	Allo – Aromadendrene	1465	4.55
23	γ - Muurolène	1477	0.43
24	Viridiflarène	1494	2.52
25	γ - Cadinène	1513	0.18
26	δ - Cadinène	1524	0.37
27	Lé dol	1568	0.53
28	Oxide de Caryophyllene	1583	0.41
	Total		88.75

Tableau V: Compositions chimiques de l'HE par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (C.G.S.M) (Bulgarie)

Annexe IV

Zone de culture	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
(Phénoliques)				
Acides phénoliques				
Acide vanilique	29.04±3.80	36.15±3.42	22.10±3.74	29.31±6.16
Acide caféique	31.51±2.76	24.45±3.02	37.62±2.03	31.08±2.99
Acide syringique	64.30±1.78	97.12±1.63	74.19±10.99	111.47±10.56
Acide rosmarinique	3474.00±19.80	2571.00±2.83	2460.00±7.07	3844.00±26.87
Acide Salvianolique K	47.50±4.25	43.52±12.59	46.42±4.78	54.18±1.25
Acide Salvianolique I	22.28±2.41	15.32±12.44	20.56±8.89	12.17±1.78
Rosmarinat de méthyl	12.32±7.98	15.48±9.95	20.12±10.12	28.29±1.60
Flavonoïdes				
6-Hydroxysylutéoline-7-glucoside	169.29±10.89	158.90±15.82	174.54±10.74	200.17±13.16
Lutéoline-7-glucuronide	365.21±20.01	148.55±12.96	416.25±11.55	348.71±3.80
Lutéoline-7-glucoside	127.78±12.78	154.26±1.01	216.56±10.71	232.42±11.98
Lutéoline-3-glucuronide	776.00±16.97	642.50±13.44	634.50±38.89	840.00±26.87
Apigénine-7-glucuronide	111.10±1.63	167.55±10.74	101.10±5.89	122.52±7.79
Apigénine-7-glucoside	155.21±12.71	100.14±10.55	86.11±7.22	143.40±8.47

Tableau VIII : Composition phénolique identifiée dans les extraits des feuilles de la sauge (Croatie)

