

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

N° d'ordre :

N° de série :

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Sciences de l'environnement

Spécialité : Génie des procédés d'environnement

Présenté Par :

Didi Amel

Koull Manal

Thème :

**Etude comparative de deux huiles essentielles du
Faux poivrier de la région du Sud Algérien**

Soutenu publiquement le : 26 /06/2021

Devant le jury composé de :

Bebba Ahmed Abdelhafide

Pr. (UKM Ouargla)

Président

Chaouki Mourad

MC A (UKM Ouargla)

Examineur

Pr. Ladjel Segni

Pr. (UKM Ouargla)

Encadreur

Année universitaire 2020/2021



Dédicace

Je dédie ce modeste travail:

*A mes chers parents qui m'ont encouragé durant
Toutes mes études.*

A mes frères : Houdaïfa et Nouh et Yasser.

A mes sœurs : Sana et Mariam et Zahra.

A mon fiancé Fayçal.

A mes meilleurs amis Majda et Sabrina.

A mes amis copines d'école Nadjat et Manal.

*A toute la famille Koull Pour mes proches, sans
exception.*

A tous les membres de ma famille chacun à son nom.

A tous ceux qui m'ont enseigné.

Manal





Dédicace

Je dédie ce travail :

A Mes Parents pour leur soutien

*A Mes frères : Med amine siradj edinne, Med Saïd, et
Bourgeon Familial Med Baraa.*

Ma sœur Amina.

A mes amis Manal, Ibtissem, Abir

A toutes ma famille.

*A mes enseignants et professeurs du primaire à
l'université*

Amel



Remerciement

Avant tout, je remercie, Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, le Maître des destins de m'avoir guidé et surtout assisté tout au long de mes études jusqu'à l'aboutissement de ce document.

Nos remerciements s'adressent en particulier à :

- **Pr Ladjel Segni** pour notre promoteur pour son encadrement, pour ces
Conseils scientifiques judicieux et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail.
- Nous exprimons nos respectueux remerciements aux membres de jury pour avoir acceptés d'évaluer ce travail.
- Nous remerciant **Siham Meflah** pour l'aide et les conseils.
- Nous exprimons notre très grande considération, et notre profond respect à tous les enseignants de département de Génie des procédés.

Manal,Amel...

Résumé :

Cette étude a pour but d'étudier le Faux poivrier de deux régions du Sud d'Algérie Ouargla et Touggourt et faire une étude comparative de deux huiles essentielles de cette région.

L'extraction des huiles essentielles de la plante est réalisée par la technique d'Hydrodistillation qui a donné un rendement de 48%. Ces huiles ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Le criblage par la GC/MS a permis d'identifier 77 constituants pour l'huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt et 94 constituants pour l'huile essentielle de Faux poivrier d'Ouargla.

Les analyses physico-chimiques de ces huiles essentielles sont conformes avec les normes AFNOR.

Mots-clés: Huile essentielle ; Faux poivrier ; Hydrodistillation ; GC/MS

المخلص :

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة شجرة الفلفل الكاذب في منطقتين بجنوب الجزائر ورقلة و تقرت و إجراء دراسة مقارنة بين اثنين من الزيوت الأساسية من هذه المنطقة

تم استخلاص الزيوت العطرية من النبات بتقنية التقطير المائي الذي أعطى عائدا 48 % و تم تحليلها بالكروماتوجرافيا الغازية مقرونة بمقياس الطيف الكتلي. حدد فحص GC/MS 77 مكونا للزيت العطري للفلفل الكاذب من تقرت و 94 مكونا للزيت العطري من الفلفل الكاذب من ورقلة .

تتوافق التحليلات الفيزيائية و الكيميائية لهذه الزيوت الأساسية مع معايير AFNOR.

الكلمات المفتاحية: زيت عطري ; نبات الفلفل الكاذب ; التقطير المائي GC/MS ; .

Abstract:

This study aims to study the false pepper tree in two regions of southern Algeria, Ouargla and Touggourt, and to conduct a comparative study between two essential oil from this region.

The essential oil was extracted from the plant using Hydrodistillation technique which gave a yield 48% and were analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry.

The GC/MS assay identified 77 components of pepper essential oil from Touggourt and 94 components for pepper essential oil from Ouargla.

The physical and chemical analyzed of this essential oil comply with AFNOR standard.

Keyword: essential oil; false pepper plant; Hydrodistillation ; GC/MS.

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	page
I	Matériels et Produits utilisés au cours des expériences.	25
II	Caractères organoleptiques des HE	35
III	Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles	36
IV	Composition chimique de l'Huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt.	38-42
V	Les Composants majoritaire de l'huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt	42
VI	Composition chimique de l'Huile essentielle de Faux poivrier d'Ouargla	43 -47
VII	Les Composants majoritaire de l'huile essentielle de Faux poivrier d'Ouargla	48

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
01	Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle	09
02	Montage d'extraction par Hydrodistillation	10
03	Montage d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau	10
04	Montage d'extraction par hydrodiffusion	11
05	Montage d'extraction par micro-ondes.	12
06	Montage d'extraction par fluide supercritique.	12
07	Montage d'extraction par solvant	13
08	Montage d'extraction par la méthode d'expression à froid	14
09	Technique d'extraction par les corps gras	14
10	Carte géographique de distribution du <i>Schinus molle</i>	16
11	Morphologie de <i>Schinus molle</i>	17
12	Faux Poirier	23
13	Schéma qui représente le protocole expérimental	24
14	situation géographique des souches botaniques	26
15	Protocole d'extraction par l'Hydrodistillation	27
16	Montage d'Hydrodistillation lors d'extraction	28
17	protocole de la détermination d'indice d'acide	29
18	Détermination de Rendement	30
19	détermination de pH	31
20	Réfractomètre	32

21	Chromatographe	33
22	Profil chromatographique de l'huile essentielle de Faux poivrier Touggourt	38
23	Profil chromatographique de l'huile essentielle de Faux poivrier d'Ouargla	43

Les abréviations

HE : Huile essentielle

AFNOR : Association française de la Normalisation.

AOAC: Association of official agricultural.

pH : Potentiel d'hydrogène.

CPG : chromatographique en phase gazeuse.

ISO : Organisation internationale de standardisation.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

KOH :hydroxyle de potassium.

MS :Spectrométrie de masse.

Ppm : Partie par million.

ρ_{HE} : La masse volumique d'huile essentielle.

ρ_{eau} : La masse volumique d'eau.

T_{ech} : température d'échantillon lors de la mesure

Sommaire

Dédicace.....	I
Remerciement.....	II
Résumé.....	III
Liste des tableaux	IV
Liste de figures.....	V
Les abréviations.....	VI
Introduction Générale.....	1
Partie Théorique	
Chapitre I: Généralités sur les huiles essentielles	
I.1.Introduction :.....	5
I.2.Définition des huiles essentielles :.....	5
I.3.Répartition, Localisation des huiles essentielles dans les plantes.....	5
I.4.Les propriétés physico-chimiques des huiles essentielles :.....	5
I.5.Composition chimique des huiles essentielles :.....	6
I.6.Activité biologique des huiles essentielles :.....	6
I.7.Utilisations des huiles essentielles :.....	7
Chapitre II: Techniques d'extraction des huiles essentielles	
II.1.Introduction	9
II.2.Les principales Méthodes d'extraction	9
II.2.1.Hydrodistillation	9
II.2.2.Extraction par entraînement à la vapeur d'eau	10
II.2.3.Hydrodiffusion	11
II.2.4.Extraction assistée par micro-ondes.....	11
II.2.5. Extraction par fluide supercritique.....	12
II.2.6.Extraction par solvants.....	13
II.2.7.Expression à froid.....	13
II.2.8.Extraction par les corps gras.....	14

Chapitre III: Le faux poivrier

III.1. Définition :	16
III.2. Domaine d'utilisation:	16
III.3. Propriétés d'HE de Faux poivrier :	16
III.4. Description de la plante Faux poivrier (<i>Schinus molle</i> L).....	17
III.4.1. Période de floraison :	18
III.5. Propriétés thérapeutiques :	18

Chapitre 4

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

1-Récolte de la plante :	23
1.1-Faux poivrier :	23
1.2-Description :	23
1.3- Utilisations :	23
2-protocole expérimentale :	24
2-1-Matériels de laboratoire et produits utilisés:	25
3.Extraction des huiles essentielles	25
3-1-Intraduction.....	25
3.2-Protocole d'extraction :	26
4-Caractéristiques physicochimiques des huiles essentielles :	28
5-Analyse physico-chimique des huiles essentielles :	29
6-Identification et analyses chromatographiques :	33

Résultats et discussions

1-Caractéristiques Organoleptiques :	35
2- Caractéristiques physico-chimiques :	35
3- Caractérisations des huiles essentielles par GC/MS	37

Conclusion générale.....	51
Références Bibliographiques	53

Introduction Générale

Introduction générale :

Depuis la nuit des temps, les hommes apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes .Aujourd'hui encore, les deux tiers de la pharmacopée ont recours à leurs propriétés curatives, à travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales. Si certaines pratiques médicales paraissent étranges et relèvent de la magie, d'autres au contraire semblent plus fondées.

Plus efficaces. Pourtant, toutes ont pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des hommes [1].

Dès son apparition , il ya a trois million d'années seulement l'homme a utilisé les plantes à d'autre fins que pour se nourrir .Que la plantes soit comestible ou toxique ,qu'elle serve à tuer le gibier et l'ennemi ou à soigner, l'homme a découvert par une suite d'échecs et de réussites ,l'utilisation des plantes pour son mieux-être .Cependant ,l'homme n'a découvert les vertus bénéfiques des plantes que par une approche progressive ,facilitée par l'organisation des rapports sociaux et le développement des sciences [2].

les plantes produisent naturellement des substances actives permettant de se protéger des insectes ,d'attaques extérieures ou de maladies. De celles-ci ont été tirées les huiles essentielles [3].

Par définition, les plantes aromatiques et médicinales se définissent comme étant des matières premières utilisées à des fins thérapeutiques, aromatiques et/ou culinaires, ou en tant que composants entrant dans la fabrication de produits cosmétiques, de médicaments ,d'aliments naturels et autre produits de la santé.

Actuellement, la demande industrielle de plantes médicinales et aromatiques est indéniable, et ce grâce à la production accrue de formulations thérapeutiques et cosmétiques et de compléments alimentaires à base de plantes [4].

Les huiles essentielles sont des molécules actives, impliquées dans les mécanismes de défense des plantes, sont issues du métabolisme secondaire. Elles ne participent pas directement à la croissance des plantes, mais ont évolué pour leur fournir une protection naturelle contre les attaques de microbes ou d'insectes. Une partie de ces métabolites secondaires se concentre dans les sacs oléifères, qui sont des poches sécrétrices d'huiles essentielles. L'exploration des huiles essentielles pour la recherche de molécules à activité antibiotique semble donc être une voie intéressante [5].

En Afrique du Sud ,la naturalisation de Schinus molle dans les savanes se fait généralement à partir d'arbre plantés pour l'ombrage le long des routes ou dans les jardins. Schinus molle a déjà colonisé certaines zones perturbées dans les régions semi-arides et arides

d'Afrique du Sud, telle que les décharges minières et les lits de rivières, et l'espèce montre maintenant des signes évidents de comportement envahissant dans les zones . [6].

Dans ce travail on a fait une étude comparative de deux huiles essentielles d'une plante aromatique et médicinale le Faux poivrier, récolté de deux régions du Sud Algérienne Ouargla et Touggourt, en caractérisant les deux huiles essentielles de la plante partie feuilles, fleurs et fruits.

Notre travail est réparti en deux parties : une partie théorique et l'autre pratique.

La partie théorique. Elle est composée de trois chapitres qui présentent les points suivants : Bibliographique : des huiles essentielles, les procédés d'extraction des huiles essentielles de la plante étudiée.

La deuxième partie du mémoire de fin d'études c'est la partie expérimentale où nous avons présentés l'extraction des huiles essentielles du Faux poivrier par l'hydro distillation, la détermination des caractéristiques physico-chimiques. Les huiles essentielles ont été analysées par la méthode chromatographique en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS).

Les résultats obtenus des caractéristiques physico-chimiques, et la composition des deux huiles essentielles . En fin le travail est clôturé par une conclusion et quelques perspectives.

Partie théorique

Chapitre I : **Généralités sur les huiles essentielles**

I.1.Introduction :

Parmi les espèces végétales (800 000 à 1 500 000 selon les botanistes) 10 % seulement sont dites « aromatiques », c'est-à-dire qu'elles synthétisent et sécrètent des infimes quantités d'essence aromatique par l'intermédiaire de poils, poches ou canaux sécréteurs. Les genres capables d'élaborer les constituants des huiles essentielles sont répartis dans un nombre de familles limité ; Myrtacée, Lauracée, Rutacée, Lamiacée, Asteraceae, Cupressacée, Poacée, Zingiberacée et Piperacée [7].

I.2.Définition des huiles essentielles :

Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous produits du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie. Au point de vue chimique, il s'agit de mélanges extrêmement complexes. Les Huiles essentielles (HIE) sont constituées de différents composants comme les terpènes, esters, cétones, phénols, et d'autres éléments [8].

I.3.Répartition, Localisation des huiles essentielles dans les plantes :

Les huiles essentielles se localisent dans toutes les parties des plantes aromatiques :

Les fleurs :(orangé, rose, lavande, le bouton floral (girofle)

Les feuilles le plus souvent : eucalyptus, menthe, thym

Les organes souterrains : racines (vétiver), rhizomes gingembre, acore)

Les fruits : fenouil, anis, épicarpes des citrus

Les graines : noix de muscade, coriandre

Le bois et les écorces : cannelle, santal, bois de rose [9].

I.4.Les propriétés physico-chimiques des huiles essentielles :

On généralement Toutes les HE sont odorantes, inflammables et volatiles .incolores ou jaune pâle à l'état liquide à température ordinaire. Leur densité est le plus souvent inférieure à 1. Seules trois HE officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau, ce sont les HE de cannelle, de girofle et de sassafras. Elles sont peu solubles dans l'eau, les alcools, et dans la plupart des solvants organiques. Elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation [10].

I.5.Composition chimique des huiles essentielles :

On trouve La composition chimique des huiles essentielles est très complexe, avec parfois plus d'une centaine de constituants.

Parmi ces constituants, deux types de composés constituent la presque majorité d'une huile essentielle : les produits oxygénés et les terpènes.

Les produits oxygénés regroupent les monoterpénols $C_{10}H_{18}O$ de masse moléculaire égale à 154, les sesquiterpènes $C_{15}H_{24}O$ de masse moléculaire 220, les oxydes de sesquiterpènes, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les époxydes, les esters, etc

Les terpènes constituent un groupe de molécules sont très différentes tant du point de vue structurel que fonctionnel. Ils ont pourtant un caractère commun du fait qu'ils sont tous formés d'unités isopréniques (unité en C_5 ramifiées). Selon le nombre d'unités isopréniques constitutives, on distingue les héli terpènes (C_5), les mono terpènes (C_{10}), les sesquiterpènes (C_{15}), les di terpènes (C_{20}), les ses terpènes (C_{25}), les tris terpènes (C_{30}), les caroténoïdes (C_{40}) et les poly isoprènes (C_n) [11].

I.6.Activité biologique des huiles essentielles :

Les plantes aromatiques possèdent plusieurs activités biologiques, parmi lesquelles on peut citer les activités Fongicide, Insecticide, Herbicide, Bactéricide, ...etc. Les huiles essentielles sont connues pour être douées de propriétés antiseptiques et antimicrobiennes. Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales, anti-oxydantes, et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses [12].

I.7.Utilisations des huiles essentielles :

Elles sont utilisées dans certains médicaments, en parfumerie, en phytothérapie ou comme agent de saveur dans l'alimentation. Il faut distinguer l'activité de l'huile essentielle et celle de la plante infusée. Il existe souvent un seuil [13]. Au-delà duquel, elles peuvent devenir toxiques. L'utilisation des plantes et des huiles est contrôlée par le code de la santé publique. Depuis plusieurs années les huiles essentielles ont envahit de nombreux produits de la vie courante. On les retrouve de plus en plus en tant qu'arômes alimentaires comme exhausteur de goûts (cafés, thés, tabacs, vins, yaourts, plats cuisinés,..). La cosmétique et principalement la cosmétique-bio est également un secteur qui utilise de plus en plus d'huiles essentielles on les retrouve dans de nombreux produits comme : savons, shampoings, gel-douches, crèmes,... Les HE servent par exemple comme produits phytosanitaires pour combattre dans les cultures végétales les infections fongiques ou bactériennes ou virales. Elles apportent des solutions en agriculture biologique, réduisant les effets néfastes des pesticides de synthèse comme la pollution ou le développement de résistances [14].

Chapitre II:

Les procédés d'extraction des huiles essentielles

II.1.Introduction:

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales, cette diversité est due à la variété des matières et à la sensibilité considérable de leurs certains constituants. Le choix de méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire et de l'usage de l'extrait.

II.2. Les principales Méthodes d'extraction :

Les principales Méthodes d'extraction de l'huile essentielle sont : Hydrodistillation, entrainement à la vapeur d'eau, hydrodiffusion, extraction par micro-ondes, extraction par des fluides supercritiques, extraction par solvant, expression à la froide, et l'extraction par des corps gras.

Quel que soit le type d'extraction utilisé, Les étapes de l'extraction des huiles essentielles d'origine végétale restent identiques. Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation comme cela est illustré dans la Figure (Figure 1) [15].

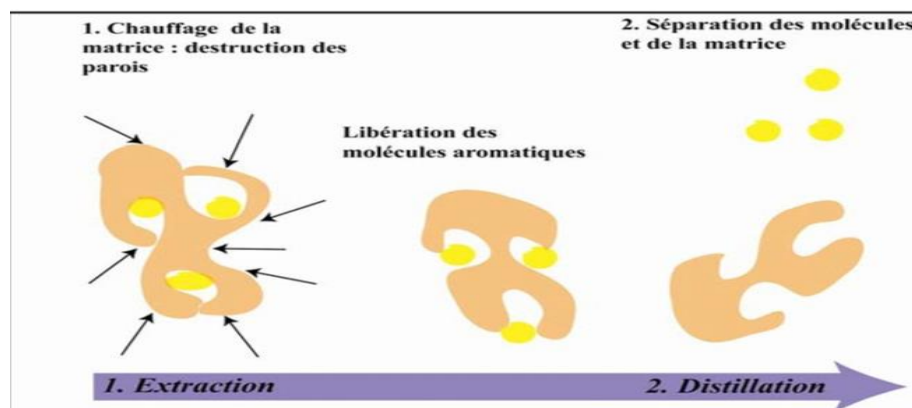


Fig. 01 : Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle. [15]

II.2.1.Hydro distillation :

Tout d'abord, l'Hydrodistillation (water distillation). Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat [16].



Fig.02: Montage d'extraction par Hydrodistillation

II.2.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau :

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'Hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile[17].

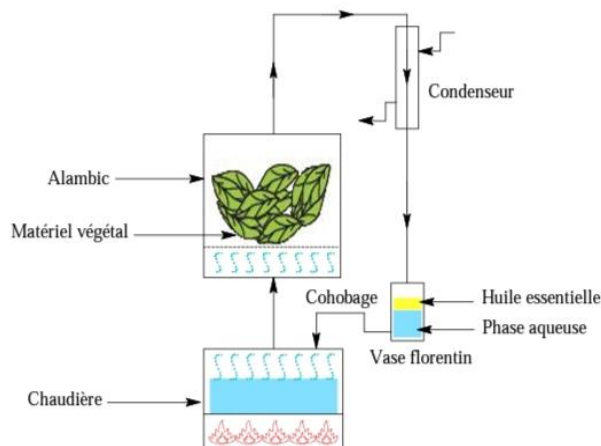


Fig.03: Montage d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau [19].

II.2.3. Hydrodiffusion :

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur. Dans le cas de l'hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « vapeur d'eau – huile essentielle » dispersé dans la matière végétale . Comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion présente l'avantage de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur. [18].

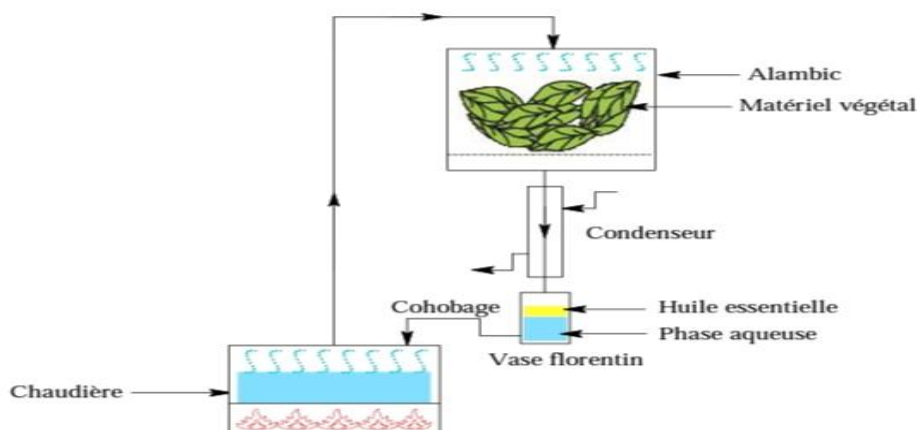


Fig.04 : Montage d'extraction par hydrodiffusion[19].

II.2.4. Extraction assistée par micro-ondes :

Les micro-ondes sont une source de chaleur sans contact qui permet d'obtenir un chauffage plus efficace et plus sélective .Avec laide de micro ondes, La distillation peut maintenant être achevée en quelques minutes au lieu des heures avec divers avantages qui sont en conformité avec la chimie verte et les principes d'extraction.

Dans ce procédé, les matières végétales sont extraites dans un réacteur micro-ondes avec ou sans solvant organiques ou dans l'eau, dans les conditions différents selon le protocole expérimental [19].

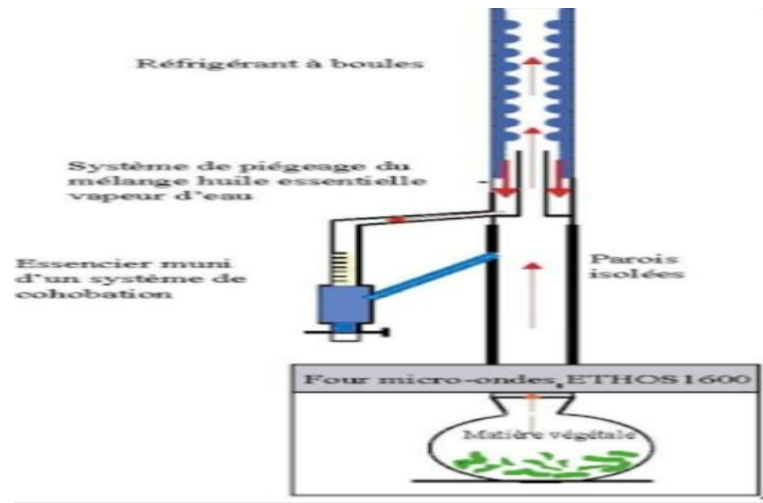


Fig.05 : Montage d'extraction par micro-ondes[21]

II.2.5. Extraction par les fluides supercritiques :

Dans ce système le solvant est utilisé en boucle par interposition d'échangeurs de chaleur, d'un compresseur et d'un détendeur afin de porter le solvant à l'état désiré à chaque stade du processus. La séparation de l'extrait a lieu en phase gazeuse par simple détente. L'avantage de cette méthode est la possibilité d'éliminer et de recycler le solvant par simple compression détente. De plus les températures d'extraction sont basses dans le cas de dioxyde de carbone et non agressives pour les constituants les plus fragiles. A ces différents avantages s'ajoutent ceux de l'innocuité, d'inertie et d'inflammabilité de CO₂. En outre, en fonction des conditions de pression et de température, on modifie le pouvoir solvant. Il est donc possible dans certaines limites d'orienter la composition de l'extrait, d'autant qu'il est envisageable d'utiliser un agent de co-extraction pour réguler la polarité. Le frein du développement de cette technologie est le coût élevé des appareillages lié à l'application de pressions de plusieurs centaines de bars[20].

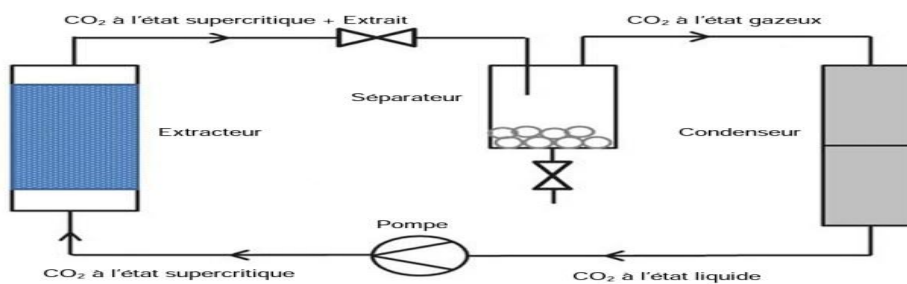


Fig.06: Montage d'extraction par fluide supercritique. [19]

II.2.6. Extraction par solvants :

La technique d'extraction par solvant, consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. Le produit ainsi obtenu est appelé « concrète ». Cette concrète pourra être par la suite brassée avec de l'alcool absolu, filtrée et glacée pour en extraire les cires végétales. Après une dernière concentration, on obtient une « absolue ». - Les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation. - L'intervention de solvants organiques qui peut entraîner des risques d'artéfacts et des possibilités de contamination de l'échantillon par des impuretés parfois difficile à éliminer. Le choix du solvant : le méthanol, l'éthanol, l'éther de pétrole ou encore le dichlorométhane. Cette technique d'extraction a été récemment combinée aux micro-ondes et aux ultra-sons[21].

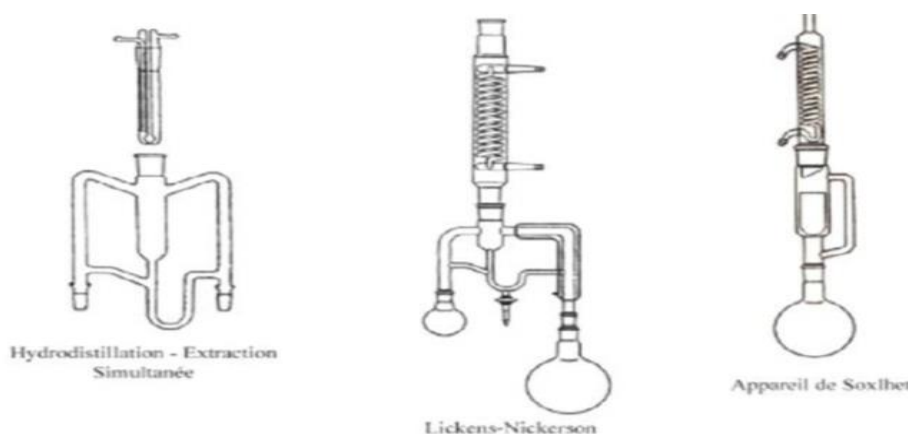


Fig.07 : Montage d'extraction par solvant [17].

II.2.7. Expression à froid :

Cette technique sans chauffage est réservée à l'extraction des zestes des agrumes. Le principe est mécanique. Il est fondé sur la rupture des péricarpes, réservoirs d'essences olfactives, en passant les agrumes sur des récipients dont les parois sont recouvertes de pics en métal. L'essence est libérée par un courant d'eau, puis décantée. La présence de l'eau peut entraîner des phénomènes d'hydrolyse, de contamination par des pesticides résiduels ou des micro-organismes. Une nouvelle technique physique basée sur l'ouverture des sacs oléifères par éclatement sous l'effet soit d'une dépression, soit par abrasion de l'écorce fraîche, éliminerait l'eau et diminuerait les effets d'oxydation des composés de ces essences[22].



Fig.08 : Montage d'extraction par la méthode d'expression à froid [19].

II.2.8.Extraction par les corps gras :

La méthode d'extraction par les corps gras est utilisée en fleurage dans le traitement des parties fragiles de plantes comme les fleurs, qui sont très sensibles à l'action de la température. Elle met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Le principe consiste à mettre les fleurs en contact d'un corps gras pour le saturer en essence végétale. Le produit obtenu est une pommade florale qui est ensuite épuisée par un solvant qu'on élimine sous pression réduite. Dans cette technique, on peut distinguer l'enfleurage où la saturation se fait par diffusion à la température ambiante des arômes vers le corps gras et la digestion qui se pratique à chaud, par immersion des organes végétaux dans le corps gras [23].

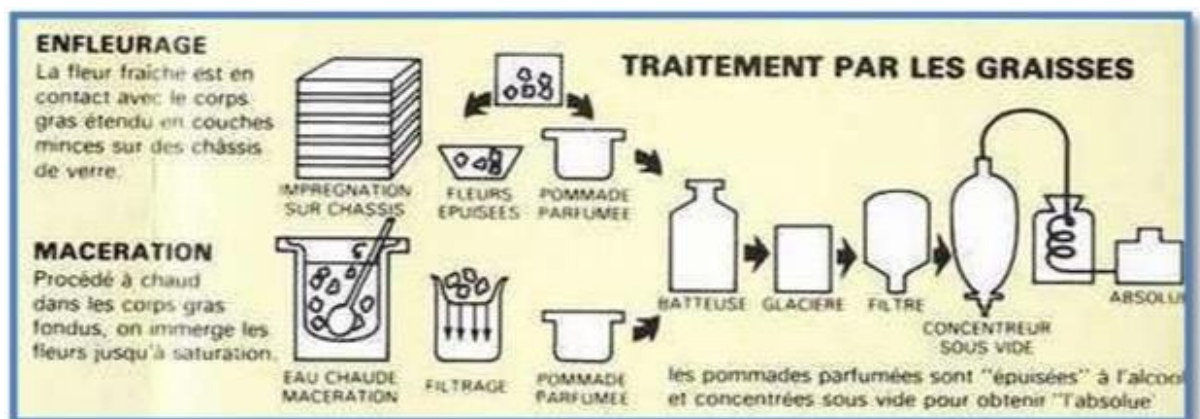


Fig.09 : technique d'extraction par les corps gras[23].

Chapitre III : **Le Faux Poivrier**

III.1.Définition :

Le Faux poivrier (*Schinus molle*) est une plante appartenant à la famille des Anacardiaceae .C'est une espèce pionnière à croissance rapide, on la trouve typiquement dans les zones montagneuses, aux bordures des routes et sur les terres agricoles. Il pousse bien sur les sites et les pentes caillouteuses , il Préfère les sols sableux et bien drainés mais il est tolérant à la plupart des types de sol et aussi à la salinité et l'alcalinité il tolère les hautes températures et une fois établie ,il extrêmement résistant à la sécheresse, ainsi au gel, mais pas pour de longues périodes [24].

III.2. Domain d'utilisation :

En effet le Faux poivrier est traditionnellement utilisés comme médicament par les populations indigènes partout dans les tropiques. Les études pharmacologiques menées à partir des extraits de *Schinus molle* , ont montré que cette plante a des propriétés hypotensives, anti tumorale , antifongique , antibactérienne ,anti-inflammatoire ,analgésique et anti déresseurs [24].

S. molle est une plante dioïque à l'odeur poivrée de feuilles lancéolées, de branches pendantes à fleurs blanc jaunâtre disposées en grappes et de fruits rouge corail de la taille d'un poivre. [25]

III.3.Propriétés d'HE de Faux poivrier :

Les huiles essentielles de feuilles de *S. molle* ont montré des activités antibactériennes et antifongiques [26–27], et des propriétés anticancéreuses et anti-inflammatoires ont également été rapportées [28–29].

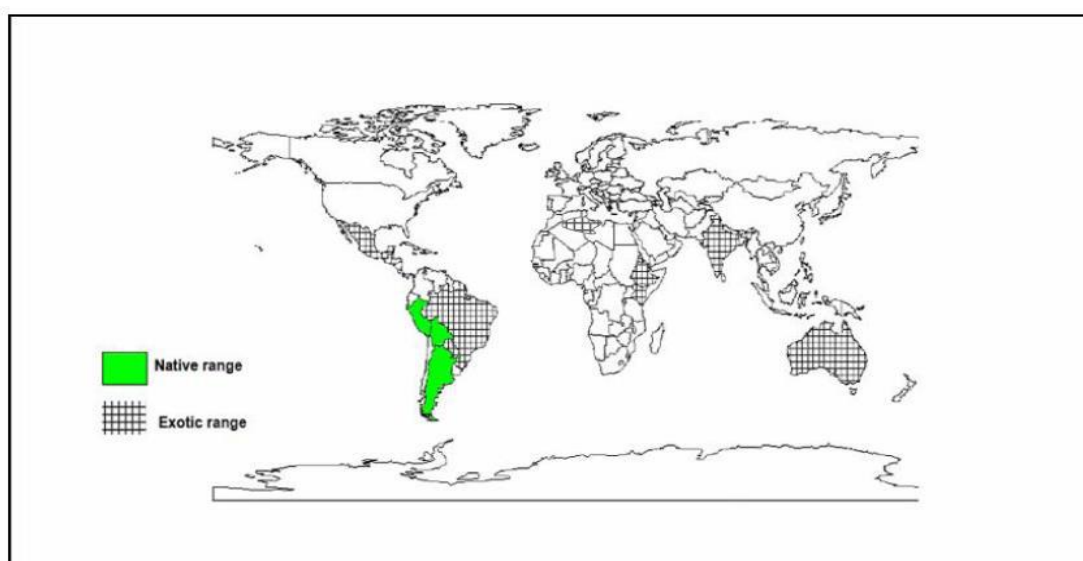


Fig. 10: Carte géographique de distribution du *Schinus molle*[29]

III.4. Description de la plante *Schinus molle* L.

Schinus molle L. aussi appelé faux-poivrier, est un arbre cultivé appartenant à la famille des anacardiées [30]. Sa forte plasticité écologique lui Permet de supporter tous les types de sols, même les plus pauvres. Elle est utilisée Comme brise vent en haies vives. Il fixe et stabilise les talus.

Schinus molle L. est un arbre gracieux, à tronc noueux, cime arrondie, rameaux effilés pendant avec grâce, à feuillage persistant originaire d'Amérique du Sud, et plus particulièrement du Pérou.

C'est un arbre qui pourra atteindre rapidement 15 m de hauteur, il se multiplie par semis.

Les baies roses décoratives de cet arbre ont une odeur proche de celle du poivre. Le faux-poivrier est un arbre de développement rapide, au port ornemental et pleureur.

Il est modérément résistant au froid, mais qui résistera tout de même à des gels brefs de l'ordre de -5°C. Le *Schinus* se plaît généralement bien sur le littoral Méditerranéen. Il préfère un sol bien drainant, il supporte l'alcalinité et la salinité de sol et les sécheresses passagères.



Fig. 11: Morphologie de *Schinus molle* L.

a. feuilles, b-f. Fleurs male, g-i. fleurs femelle j, diagramme florale. [30].

Les feuilles sont composées, alternes, persistantes, de 10 à 23cm de long, pennées de 15 à 37 folioles, lancéolées de 2 à 6,5cm de long, écumées et presque glabres, froissées, elles émettent une odeur poivrée.

Les fleurs de *Schinus molle* L. sont en particules coniques, de couleur blanc-jaunâtre, de 4mm de diamètre, elles apparaissent de juin à septembre. Chaque fleur est accompagnée de

petites bractées, elle a un calice court à 5 lobes, 5 pétales étalés, 10 étamines, un ovaire et une loculaire à 3 stigmates. Les fleurs sont disposées en grappes pendantes et accompagnées. [31].

Les fruits sont des baies roses et possèdent une odeur poivrée de la taille des grains de poivre, en touffes denses, pendantes, persistant pendant l'hiver. Elles mesurent environ 8 mm de diamètre. Bien que parfois utilisées comme condiments, elles sont réputées toxiques sans traitement approprié.

III.4.1. Période de floraison :

La floraison se produit en Septembre à Décembre. La maturité des fruits aura lieu en Décembre-Janvier dans les régions de répartition naturelle. En Afrique de l'Est la cueillette des fruits se fait en Mars.

Les fruits ne mûrissent pas tous en même temps, elles se trouvent à l'intérieur de la grappe dans différents stades de maturité[32].

- Aspect économique :

La résine est utilisée en tant que mastic, le latex est produite à partir de plusieurs parties de l'arbre, le jus est produit à partir des fruits et les graines sont utilisées en tant que substituant du poivre.

Schinus molle l'espèce très utilisée dans le domaine de la préservation des sols et la conservation. Elle est plantée comme brise-vent, d'ombre et comme plante ornementale. Bien que l'arbre est persistant et garde environ 75% de son feuillage toute l'année, les feuilles mortes, les branches et les fruits contribuent de manière significative à la fertilité des sols. La capacité à croître sur des sites rocheux et escarpé le rend approprié pour le contrôle de l'érosion[33]. L'écorce est utilisée comme bronzage pour la peau [32].

Le bois est utilisé comme bois de chauffage et du charbon, il est modérément dur et lourd avec une densité de 0.54-0.68g/cm³, facile à travailler, durable et résistant aux termites et donc adapté pour les poteaux[32].

III.5. Propriétés thérapeutiques :

Toutes les parties de l'arbre ont une teneur élevée en huile essentielle. Les herboristes l'utilisent pour les infections virale et bactérienne en Sud et l'Amérique centrale. Les fruits du *Schinus molle* L. sont diurétiques, stomachiques et toniques. Son écorce et ses feuilles s'emploient sur les plaies et les ulcères, les feuilles ou leurs fragments déposés sur l'eau s'y meuvent par saccades dues aux expulsions de jets de l'huile qu'ils contiennent [34].

Sa gomme-résine qui s'appelle résine de molle ou mastic d'Amérique est antigoutteuse, antirhumatismales et purgative ; elle est employée au Chili et au Pérou comme masticatoire, elle

sert aussi dans l'industrie des vernis. Les extraits huileux de faux poivrier ont un effet anti-inflammatoire, antiseptique, antispasmodique et expectorant [35].

Les huiles essentielles de *S. molle* L. réputée antifongique, [36], antibactérien [37]. L'huile a montré une toxicité absolue contre les agents pathogènes d'origine animale et de l'activité légère contre les champignons de stockage. Les concentrations efficaces de l'huile varient de 200 à 900 Ppm.

L'huile a été caractérisée par ses diverses propriétés physico-chimiques. Il a été constaté pour comprendre 50 constituants, il est apparu que certains changements dans les constituants du pétrole au cours du stockage affecté son activité antifongique [37].

Les extraits de feuilles de *S. molle* L. étaient efficaces comme insecticides sur les adultes de *Xanthogaleruca luteola*, atteignant la mortalité de près de 100% lorsqu'il est obtenu

L'éthanol, et à des concentrations de 4,3 et 4,7% w / v [38].

Ont rapporté des effets répulsifs des extraits bruts à partir de fruits de *S. molle* dans les larves nouveau-nées de *Cydia pomonella* L. Par ailleurs, [40] rapporte que des extraits de feuilles et de fruits de cette plante étaient très répulsifs pour les nymphes premières de *Triatoma infestans*[39].

Partie expérimental

Chapitre 4

Matériels et Méthodes

1-Récolte de la plante :

1.1-Faux poivrier :



Classification

Règne : **Plantae**

Sous-règne : **Tracheobionta**

Division : **Magnoliophyta**

Classe : **Magnoliopsida**

Sous-classe : **Rosidae**

Ordre : **Sapindales**

Famille : **Anacardiaceae**

Genre : **Schinus**

Espèce : **Poivrier**

Fig.12:Faux Poirier[41].

1.2-Description :

Les feuilles finement divisées sont persistantes. Froissées, elles dégagent une forte odeur de poivre. Son port est retombant, sa silhouette rappelle celle du saule pleureur. Au printemps apparaissent des grappes de petites fleurs blanc-crème, suivies à l'automne de fruits secs, semblables à des grappes de raisin ou à des grains de poivre, de couleur rose à maturité (appelés « baies roses » dans le commerce). C'est d'ailleurs un Schinus d'une espèce côtière du Pérou qui donne le fameux « poivre rose » utilisé comme condiment. De rusticité moyenne, il est défolié dès $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et les parties aériennes ne résistent pas à un froid prolongé de $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Il pousse depuis la côte jusqu'à 3 200 mètres d'altitude maximum, dans les zones sèches [41].

1.3- Utilisations :

Dans les Andes péruviennes, où il est nommé « molle » (prononcer « moyé »), il sert comme combustible, comme barrière dans les champs et les pâturages, il est planté le long des

murets de pierre sèche pour les soutenir. Son écorce et sa résine ont des vertus médicinales reconnues connues depuis des temps reculés: la résine servait à embaumer les rois incas. Taillé, il rejette immédiatement sans dommage, c'est pourquoi il est utilisé comme le saule têtard d'Europe par les paysans andins, toujours à la recherche de bois et de combustible. L'espèce est également cultivée pour son caractère ornemental en Amérique du Sud et Centrale et dans les jardins méditerranéens.

2-Protocole expérimentale :

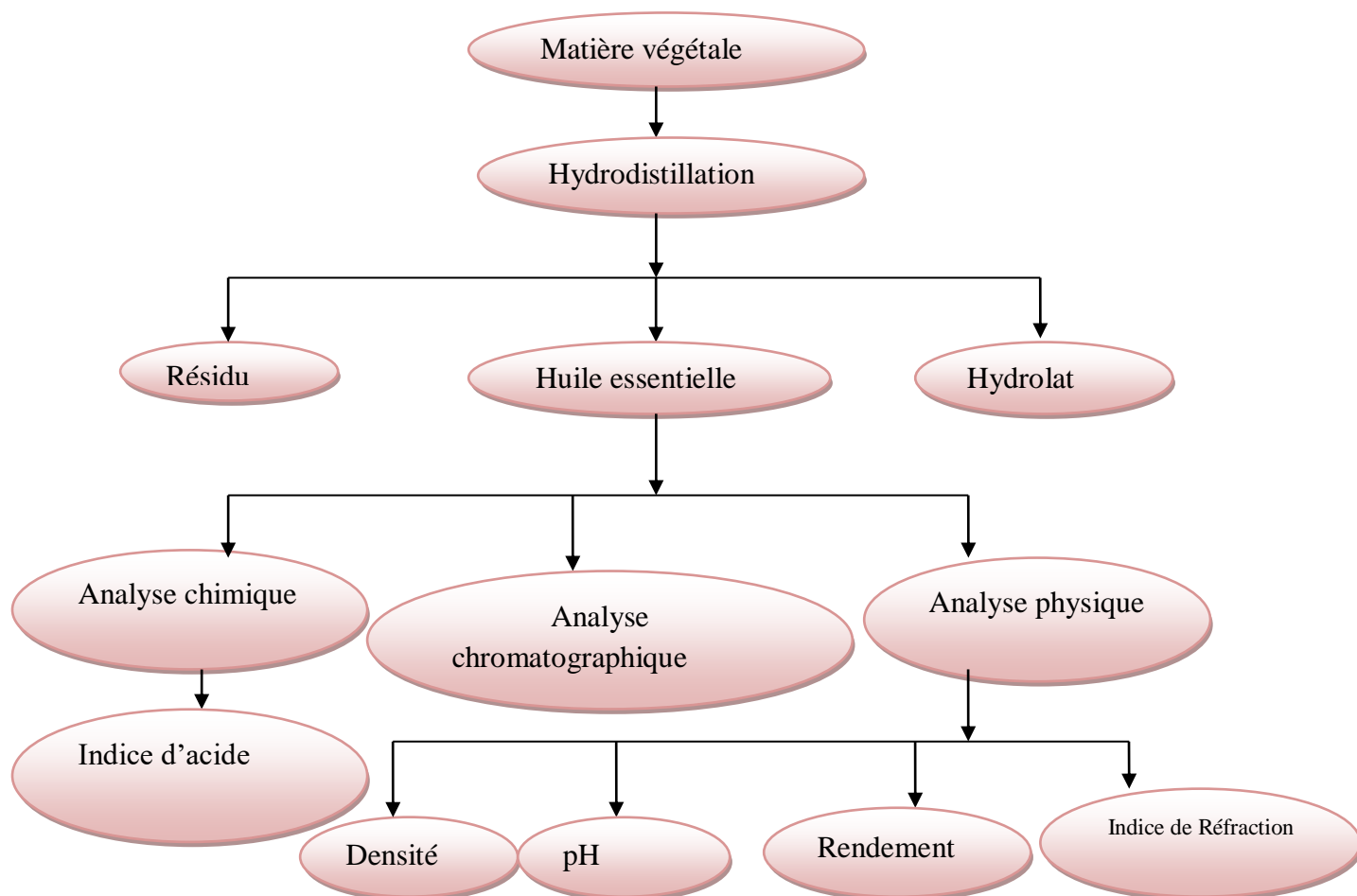


Fig.13 : Schéma qui représente le protocole expérimental

3- Matériels de laboratoire et produits utilisés :

Les produits et les matériels qui ont utilisés sont classés dans le tableau suivant :

Tableau I : matériels et les produits utilisés au cours des expériences.

Verreries	Produits
<ul style="list-style-type: none"> - Tubes à essais - Bécher - Flacons - Pipettes pasteurs - Boîtes pétris - Papiers wattmen (n°3) - Anse de platine - Pipettes - Erlenmeyer - Poire - Burette, de 25 ml de capacité, graduée en 0,1 ml. - Balance analytique, précise à 0,0001 g près. - Papier pH 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillé - Ethanol - Chlorure de Sodium « Na Cl » - Hydroxyde de potassium « KOH » - Phénolphtaléine - acétone

3-Extraction des huiles essentielles :

3.1-Introduction :

Le Faux poivrier ont été récolté dans deux région du sud d'Algérien c'est Ouargla et Touggourt durant la période du Mois de Février. Les deux régions sont situées géographiquement dans le Sud-Est d'Algérie. A cet effet le procédé utilisé est l'Hydrodistillation.

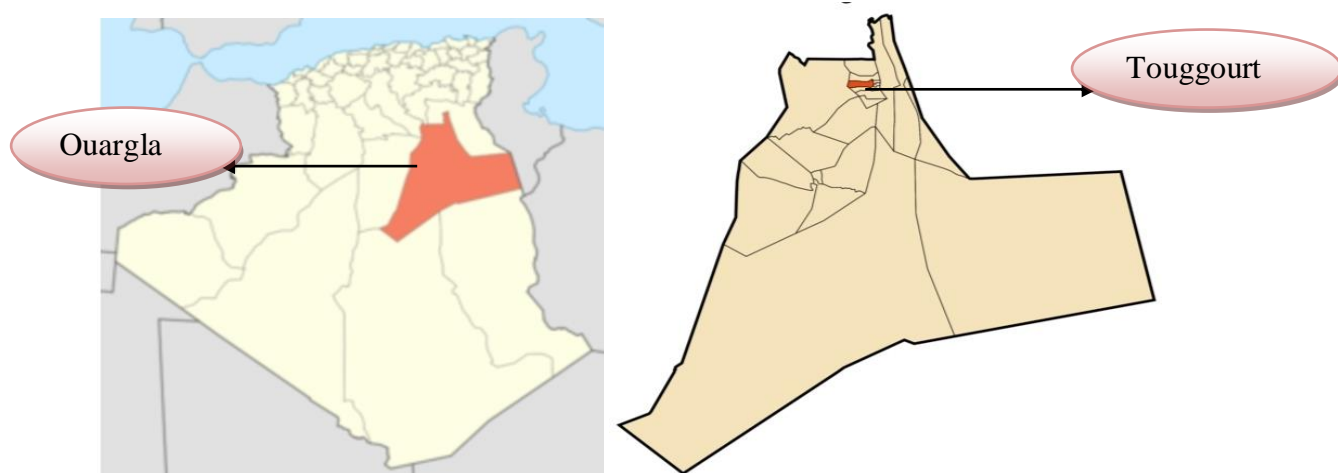


Fig.14 : Situation géographique des souches botaniques

3.2-Protocole d'extraction :

Notre travail est réalisé au LGP (laboratoire de Génie des Procédés) de l'Université d'Ouargla. Dans cette partie on a fait l'extraction des huiles essentielles par le procédé d'Hydrodistillation.

Technique Hydrodistillation :

Les feuilles des espèces végétales utilisées sont découpées en petits morceaux pour faciliter leur introduction dans un ballon en verre de 01 litres, rempli d'eau jusqu'aux 2/3 de sa capacité, l'eau est ensuite chauffée dans un chauffe ballon jusqu'à ébullition, ce qui entraîne la formation d'une vapeur qui va entraîner les constituants volatiles (Fig.16). Ces vapeurs s'élèvent et passent dans le réfrigérant, la condensation de la vapeur. Au contact des parois du réfrigérant, les vapeurs chaudes se condensent et s'écoulent au goutte à goutte dans un récipient où elles forment le distillat. Ce dernier est. Un mélange de deux phases non miscibles (huile essentielle + hydrolat).

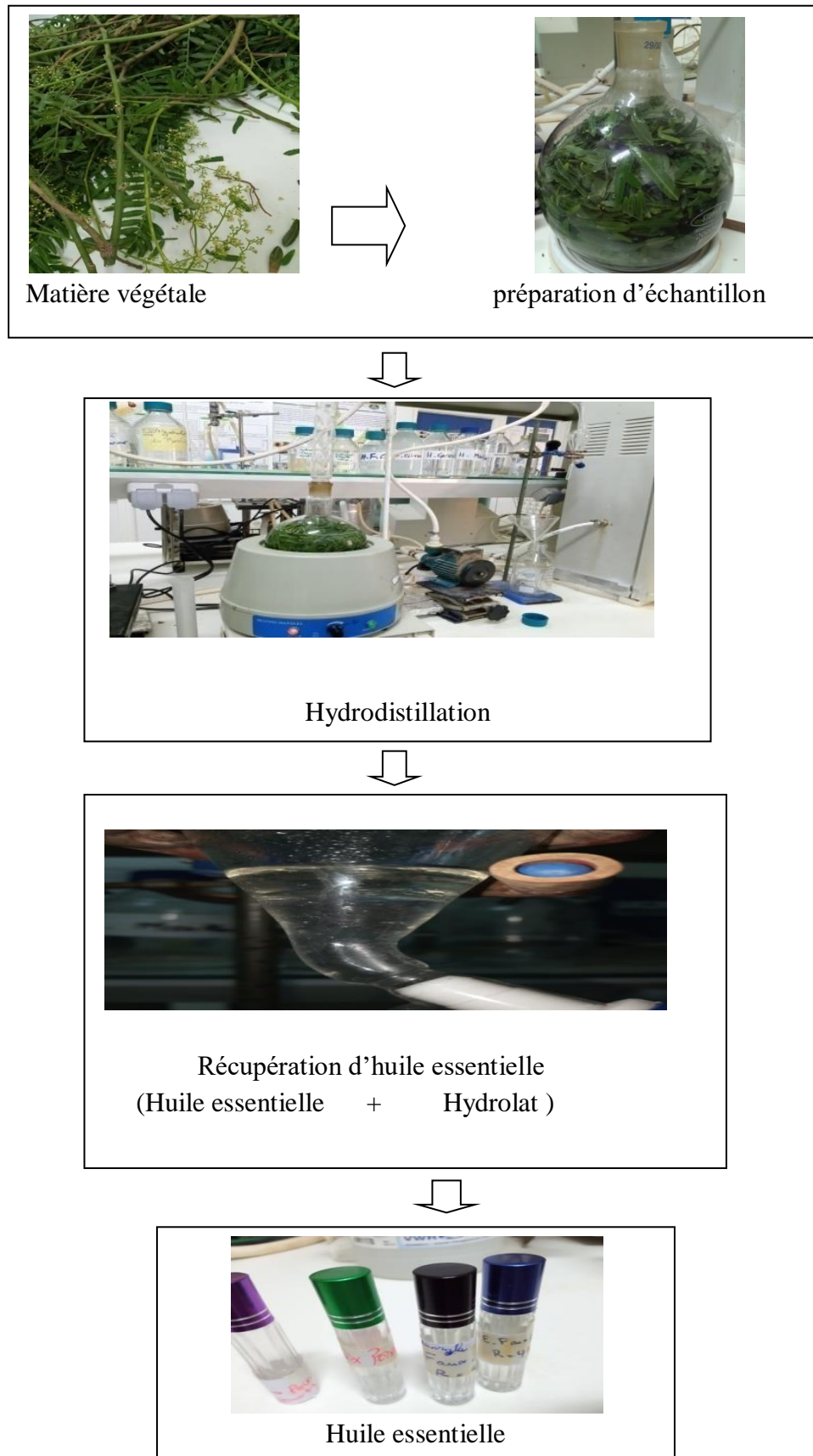


Fig.15: protocole d'extraction par Hydrodistillation

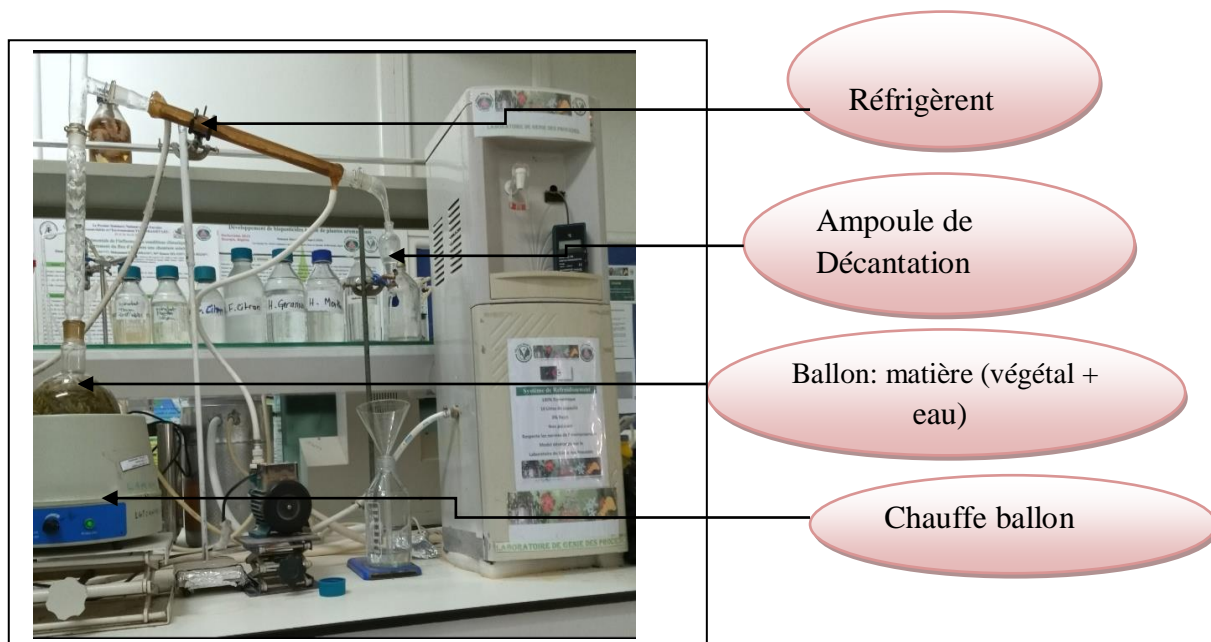


Fig.16 : Montage d'Hydrodistillation Utilisé lors d'extraction

4-Caractéristiques physicochimiques des huiles essentielles :

Les caractéristiques organoleptiques (apparence, couleur, odeur, goût) étaient autrefois les seules indications permettant d'évaluer la qualité d'une huile essentielle mais comme ces propriétés ne donnent que des informations très limitées sur ces essences, il est nécessaire de faire appel à d'autres techniques de caractérisation plus précises. La qualité d'une huile essentielle et sa valeur commerciale sont définies par des normes admises et portant sur les indices physicochimiques. [42]

Ces normes ont été déterminées par plusieurs organisations connus à l'échelle mondiale comme :

ISO : International standard organisation.

AFNOR : Association française de normalisation

AOAC: Association of official agricultural chemist.

Dans notre cas, nous avons déterminé les indices suivant la norme AFNOR

5-Analyse physico-chimique des huiles essentielles :

5.1. Analyse chimique :

5.1.1. Détermination d'indice d'acide :

L'indice d'acide C'est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'HE. Les acides libres sont neutralisés par une solution Ethanol titrée d'hydroxyde de potassium, c'est-à-dire la mesure de l'indice acide réalisée par titrage. [43]

• Mode opératoire :

A l'aide d'une balance analytique, Peser 0.561g de KOH puis on les met dans 100 ml d'éthanol, puis on agite vigoureusement pour bien homogénéiser. On introduit 1g de l'HE un bécher. On ajoute 5 ml d'éthanol neutralisé et 3 gouttes au maximum d'indicateur, soit la solution de Phénolphaléine. Titrer le liquide avec la solution de KOH contenue dans la burette quelques secondes. Après le virage de la couleur vire vers le rose, on arrête le titrage. Noter le volume de solution de KOH utilisé.

• Méthode de calcul :

L'indice d'acide (IA) est donné par l'équation suivante :

Où :

$$IA = V \cdot 5,61 / m$$

V : est le volume, en millilitres, de solution d'hydroxyde de potassium utilisé pour le titrage

m : est la masse, en grammes, de la prise d'essai. Exprimer le résultat à une décimale près.

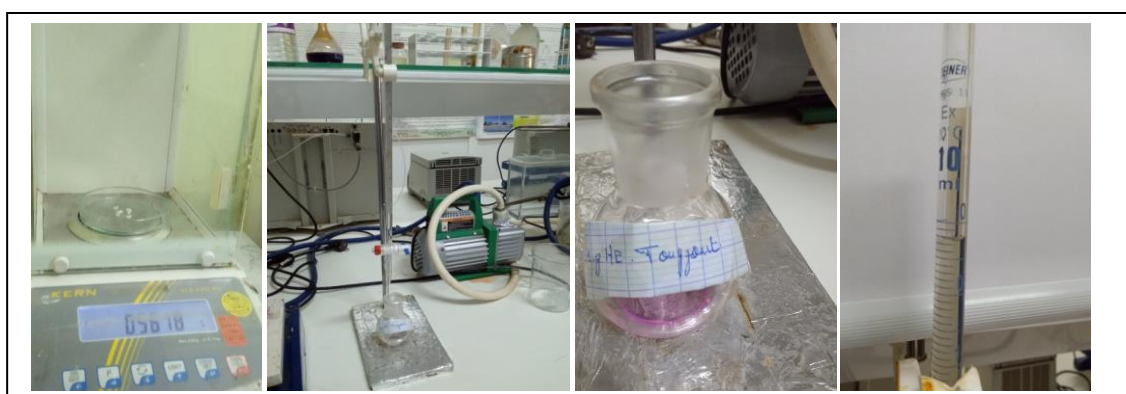


Fig.17 : protocole de la détermination d'indice d'acide

5.2-Analyse physique :

5.2.1- Mesure de Rendement :

Le rendement de nos huiles essentielles est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière végétale. le rendement, exprimé en pourcentage

• Mode opératoire

-1/-pesé 300 g de Matière végétale

-2/-récupération d'huile essentielle

-3/-pesé l'huile essentielle et déterminer la valeur de Rendement.

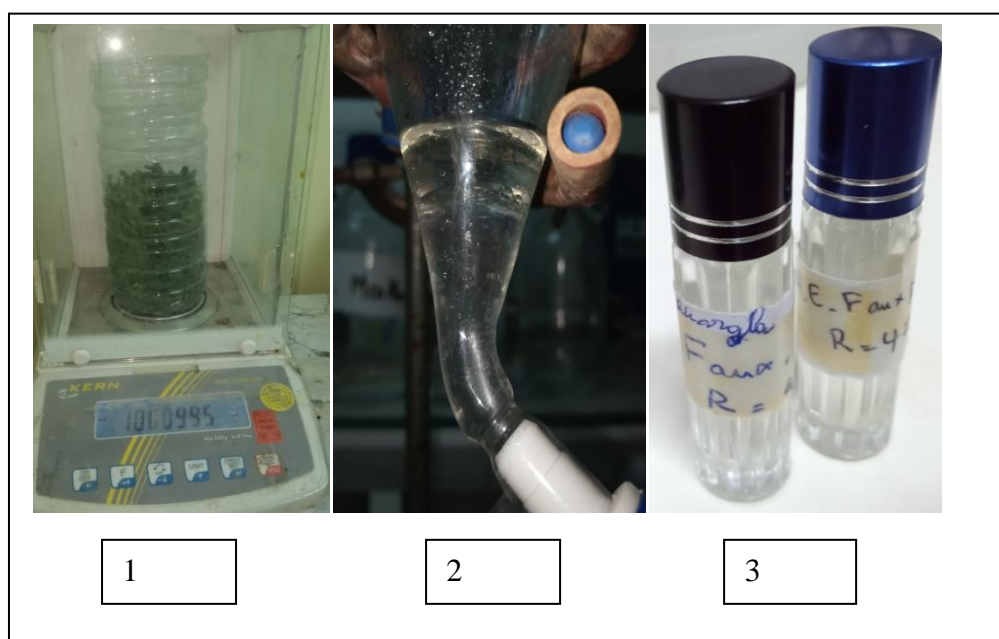


Fig.18: Détermination de Rendement

• Méthode de calcul

Le Rendement calculé par la Formule suivant :

Où

$$R = (M_{\text{huile essentielle}} / M_{\text{plante}}) * 100$$

R: Rendement en huile essentielle (%)

M huile: Masse de l'huile en g.

Mplante: Masse de la plante en g

5.2.2. Mesure du pH :

pH est l'abréviation du potentiel d'hydrogène qui mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) (appelés aussi couramment protons) en solution. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre : elle est acide si son pH est inférieur à 7, neutre s'il est égal à 7 et basique s'il est supérieur à 7.

Mode opératoire :

On a mis quelques gouttes des HE de chaque plante sur un bout de papier pH, après le changement de la couleur du papier on la compare avec une gamme de couleurs qui varient selon le pH.



Fig.19 : détermination de pH

5.2.3. Mesure de densité relative à 20°C :

La densité relative de l'HE est définie comme étant le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C et la masse égale du volume d'eau distillée à 20°C. Cette grandeur est sans dimension et son symbole est d_{20} .

• Mode opératoire

Prenez une aiguille est vides et peser ensuite on prendre 2 ml le volume d'huile et peser On la valeur de la masse d'huile qui obtenait après, on applique dans la loi de la masse volumique.

Méthode du calcul

On calcul la densité relative à 20 °C d'une HE par division de l'HE à n'importe quelle température en (g/ml) sur la masse volumique d'eau distillée à 20 °C en(g/ml), en ajoutant le facteur de correction 0,00073 par degré. La formule générale de calcul de la densité relative à 20° C est la suivante:

$$d_{20} = (\rho_{HE} / \rho_{eau \text{ à } 20^{\circ}C}) + (0,00073 (T_{ech} - 20))$$

ρ_{HE} : La masse volumique d'huile essentielle.

ρ_{eau} : La masse volumique d'eau.

T_{ech} : Température d'échantillon lors de la mesure

5.2.4. Mesure d'indice de réfraction :

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante. La mesure de l'indice de réfraction dont le symbole I_D^{20} est de nécessité l'utilisation d'un réfractomètre d'ABBE à l'angle limité de réfraction. [43]

➤ Mode opératoire

On ouvre le prisme secondaire puis on dépose 2 ou 3 gouttes de l'échantillon liquide sur la partie centrale du prisme principal. Ensuite on ferme doucement le prisme secondaire. L'échantillon s'étale entre le prisme principal et le prisme secondaire en un film mince. On laisse attendre que la température soit stable pour effectuer la mesure. La valeur de mesure pour un échantillon liquide étant modifiée suivant le changement de température, lire l'indicateur de température pour connaître le degré de mesure réelle, et le joindre sans faute à la valeur mesurée.



Fig.20: Réfractomètre

➤ Méthode de calcul :

L'indice de réfraction, à la température de référence 20 °C, est donné par l'équation suivante :

$$I_D^{20} = I + 0,0003 (t' - 20 \text{ °C})$$

Où :

I : est la valeur de lecture, obtenue à la température **T** à laquelle a été effectuée la détermination. Exprimer le résultat avec quatre décimales.

6-Identification et analyses chromatographiques :

La chromatographie en phase gazeuse couplé à la spectrométrie de masse (GC/MS) :

Le rôle du chromatographe est de séparer les constituants d'un mélange .la chromatographie en phase gazeuse est réservé à l'analyse de composés relativement volatils et thermiquement stables .le chromatographe en phase gazeuse est constitué de trois modules : un injecteurs, une colonne capillaire dans un four et un détecteurs.il existe différents types de détecteurs mais le spectromètre de masse tend aujourd'hui à supplanter tous les autres car il est le seul à fournir des informations structurales sur les composés séparés par chromatographie[44].

L'analysedes huiles essentielles a été réalisée au LGP (Laboratoire de Génie des procédés)de l'université Kasdi Merbah Ouargla. Le chromatographe en phase gazeuse adopté est un Bruker SCION 436 GC. Couplé à un spectromètre de masse à tension d'ionisation quadripolaire de 70 ev .La colonne utilisée est une HP-5MS ; 5%de phényl méthyl siloxan d'une longueur de 30 met d'un diamètre intérieur de 0.25 mm L'épaisseur du fil est de 0.25 mm.

Les conditions opératoires sont :

- La température de l'injecteur (mode split 1:50) : 250°C
- La programmation de température : de 50 °C à 280 °C à raison de 5°C/min.
- Le gaz vecteur utilisé est l'Hélium avec un débit de 1.2 ml/min. Les températures de la source du quadripôle sont fixées, respectivement, à 250 °C et à 280°C. Les indices de rétention linéaires (RI) pour tous les composés ont été déterminés en utilisant n-alcanes comme standards. L'identification des différents constituants a été réalisée en comparant leurs spectres de masse à ceux des produits de référence contenus dans les bibliothèques informatisées disponibles (NIST 05 etWiley7)[45].



Fig. 21 : chromatographe

Résultats et Discussions

1-Caractéristiques Organoleptiques :

Les huiles essentielles des plantes étudiées sont très aromatiques. Elles sont liquides et d'une couleur Transparent. Le caractère organoleptiques de ces deux espèces végétales sont reportés dans le **tableau II** :

Tableau II : caractéristiques organoleptiques des HE

	La couleur	Odeur
Faux poivrier de Touggourt	Transparent	Fort
Faux poivrier d'Ouargla	Transparent	Fort

Les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, en remarque que les HE sont plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau.

2- Caractéristiques physico-chimiques :

Les huiles essentielles extraites : Les propriétés physicochimiques offrent des indications importantes de la pureté et de la qualité des HE. Ces caractéristiques physico-chimiques de l'HE analysée sont déterminées selon un protocole précis et obéissent à des normes édictées par l'association française de normalisation (A.F.N.O.R).

2.1-Rendement d'extraction :

Les huiles essentielles ont été extraites des matériaux végétaux fraîche, le rendement en huile essentielle est variable en fonction de la plante utilisée et la méthode d'extraction, aussi bien l'origine de la plante.

Nous avons montrés que le rendement en huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt (48%) et Ouargla (48%).

En revanche, Le rendement moyen de *Faux Poivrier de (Touggourt- Ouargla)* A présenté respectivement un rendement de 48% et 48%. Ces résultats sont la même. Il faut noter que le rendement des HE dépend capable de même facteurs à savoir l'espèce, le milieu de récolte, la période de récolte, les pratiques culturales et la technique d'extraction.

D'après les résultats cités dans la littérature scientifique, l'hydro distillation reste la méthode d'extraction des HE la plus convoitée dans les pratiques courantes.[43]

2.2-Analyses physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques de l'HE sont déterminées selon un protocole précis et Les résultats obtenus sont portés dans le tableau suivant :

Tableau III : caractéristique physico-chimique des huiles essentielles.

	Faux poivrier de Touggourt	Faux poivrier d'Ouargla	Les Normes AFNOR	Les valeurs normatifs
Indice d'acide	1.12	1.12	Norme FN T-60-2000	Inférieur à 2
Indice de Réfraction	1.4874	1.4874	FN T 75-112	Supérieur d'indice de réfraction d'eau 1.3356
pH	5	5	5-6.5	5-6.5
La densité	0.92	0.92	Norme FN T75-111	Inférieur de La densité d'eau à 20°C 0.99

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les indices d'acides sont aux normes AFNOR qui a fixé cet indice à une valeur inférieure ou égale à **2**.

L'indice de réfraction du deux huiles essentielles sont la même c'est 1,4878. Il est normatif selon les standards français des huiles essentielles. Cet indice indique la capacité de l'HE à réfléchir la lumière. Ce rapport est généralement élevé, il est supérieur à ceux de l'eau à 20°C= 1.3356

Cet indice dépend de leur de leurs degrés d'instauration et de la température, il varie essentiellement avec la teneur en mono terpènes et en dérivés oxygénés.

Selon le tableau (III) .la densité relative à 20 °C des deux huiles essentielles est 0.92 à 20°C. Cette caractéristique physique est utilisée généralement dans la classification des huiles

essentielles. Cette donnée reste toujours non suffisante pour l'identification des huiles. Les résultats obtenus sont conformes à la norme AFNOR [46].

La détermination des propriétés physico-chimiques (densité, indice d'acide, indice de réfraction...) est une étape primordiale mais non suffisante pour caractériser les huiles essentielles. Il est donc nécessaire de la compléter par des analyses chromatographiques.

3- Caractérisations des huiles essentielles par GC/MS :

La caractérisation des huiles essentielles a été réalisée par GC/MS. Le profil chromatographique de chaque huile essentielle des plantes est illustré dans les figures 22 et 23.

Le profil chromatographique d'une HE, réalisé dans des conditions très précises, permet d'obtenir une estimation reproductible des teneurs des différents composés caractéristiques de l'échantillon par la méthode de normalisation. Toutefois, cette estimation est basée sur les pourcentages relatifs des aires des pics des constituants.

3.1-Huile essentielle du Faux poivrier de Touggourt :

Ci-joint base de donnée GC/MS :

Inst. Method: C:\Users\Bruker\Desktop\DATA\DATA BILAL\B ESSENTIAL OIL 31018.mth

Inj. Notes:

Acquisition Date: 4/18/2021 4:36:23 PM

Data File Name: c:\brukerws\data\test 20150617\test 14032017\4-18-2021 n-alcane final1007.xml

Calculation Date: 4/18/2021 5:19:25 PM

Sample Name: Faux poivree T

Calc Method: C:\Users\Bruker\Desktop\DATA\DATA BILAL\B ESSENTIAL OIL 31018.mth

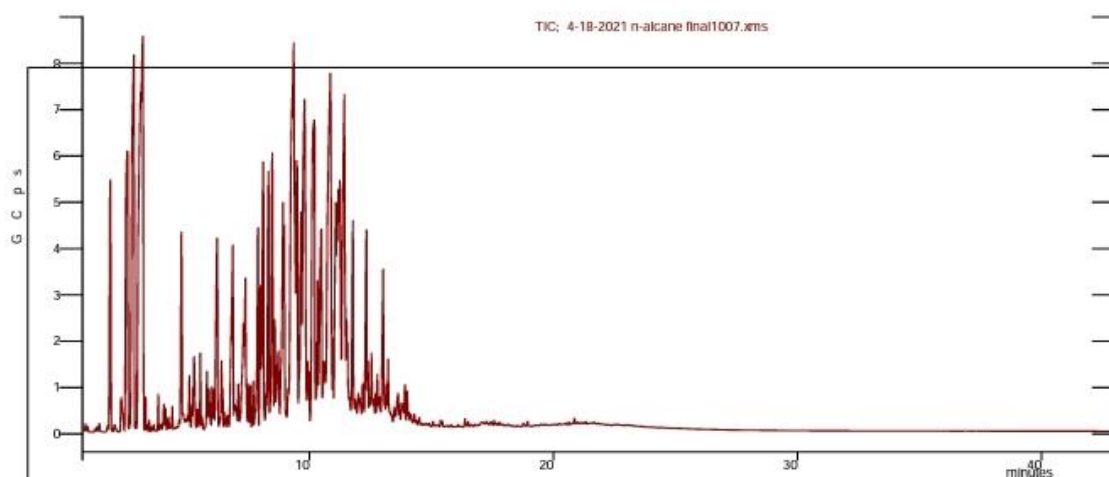


Fig.22: Profil chromatographique de l’huile essentielle de faux poivrier de Touggourt.

L’analyse chimique a fait dévoiler soixante-dix sept constituants qui représentent environ 66.40% pour l’huile essentielle de faux poivrier de Touggourt (**Tableau IV**).

Tableau IV : Composition chimique de l’Huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt

Les composants	R _T (min)	Aera (%)
Cyclohexene,3-(2-propenyl)-	1.391	0.04
Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-trimethy	1.840 2.03	2.03
.beta.-Pinene	2.539	4.01
Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-m	2.804	6.48
trans-3-Caren-2-ol	3.090	5.92
Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-	3.172	4.82
.beta.-Ocimene	3.292	0.12
cis-2,6-Dimethyl-2,6-octadiene	3.348	0.02
4-Carene, (1S,3R,6R)-(-)-	3.437	0.06
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)	3.810 0.14	0.14
Linalool	4.039	0.22

Bicyclo[3.2.0]hept-2-ene, 4-ethoxy-, exo	5.085	0.23
Methyl ethyl cyclopentene	5.276	0.61
2-Cyclohexen-1-one, 4-(1-methylethyl)-	5.532	0.45
Bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol, 4-methylene-1-	5.805	0.37
exo-2-Hydroxycineole	5.805	0.37
6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	5.888	0.24
2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)-	6.013	0.22
D-Carvone	6.085	0.20
5-Isopropyl-6-methyl-hepta-3,5-dien-2-ol	6.213	2.06
(1S,2R,4R,7R)-4-Isopropyl-7-methyl-3,8-	6.398	0.30
2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)-	6.448	0.19
Camphenol, 6-	6.858	2.13
10-Methyl-8-tetradecen-1-ol acetate	7.086	0.20
Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methylethen	7.292	1.01
(1S,2R,4R,7R)-4-Isopropyl-7-methyl-3,8-	7.377	1.34
.alfa.-Copaene	7.495	0.20
5-Isopropenyl-2-methyl-7-oxabicyclo[4.1.	7.581	0.23
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetat	7.696	0.22
.alfa.-Copaene 7.892 1.45	7.892	1.45
(-)-.beta.-Bourbonene 7.986 0.82	7.986	0.82
Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(8.105	2.70
1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,	8.319	1.81

Caryophyllene 8.475 2.58	8.475	2.58
(S,1Z,6Z)-8-Isopropyl-1-methyl-5-methyl	8.581	0.51
7-Oxabicyclo[4.1.0]heptan-2-one, 6-meth	8.725	0.82
Humulene	8.919	2.41
(1R,9R,E)-4,11,11-Trimethyl-8-methylen	8.971	0.89
(1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3	9.355	8.65
(1S,2E,6E,10R)-3,7,11,11-Tetramethylbi	9.479	1.59
(1R,4aS,8aR)-1-Isopropyl-4,7-dimethyl-1	9.510	1.08
Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(9.588	0.22
(S,1Z,6Z)-8-Isopropyl-1-methyl-5-methyl	9.658	1.91
1-Isopropyl-4,7-dimethyl-	9.800	5.65
Di-epi-.alpha.-cedrene	9.908	0.10
Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,	9.941	0.34
Cadala-1(10),3,8-triene 9.992 0.18	9.992	0.18
4aH-cycloprop[e]azulen-4a-ol, decahydro	10.349	0.85
(-)-Spathulenol	10.483	2.30
(-)-Globulol	10.606	0.44
Isoshyobunone	10.858	7.32
2-((2S,4aR)-4a,8-Dimethyl-1,2,3,4,4a,5,6	10.969	0.28
(-)-Globulol	11.081	1.77
2-Naphthalenemethanol, 1,2,3,4,4a,5,6,7	1.41	1.41
Isoaromadendrene epoxide	11.178	1.04

.tau.-Muurolol	11.245	2.69
.alpha.-Cadinol	11.428	4.65
(3aR,3bS,6S,6aR,6bS)-6-Isopropyl-3b-m	11.523	0.52
3,7-Cyclodecadiene-1-methanol, .alpha.,.	11.564	0.28
Cyclohexanol, 3-ethenyl-3-methyl	11.780	1.44
Eudesma-4(15),7-dien-1.beta. -ol	11.888	0.10
3,9-Epoxypregn-16-en-20-one, 3-methox	11.934	0.03
(2E,4S,7E)-4-Isopropyl-1,7-dimethylcyclo	12.008	0.25
1-((1S,3aR,4R,7S,7aS)-4-Hydroxy-7-isop	12.187	0.22
Isocalamenediol	12.334	1.61
Isocalamenediol	12.400	0.28
.alpha.-Guaiene	12.546	0.55
.beta.-ylangene	12.647	0.08
Menthol, 1'-(butyn-3-one-1-yl)-, (1S,2S,	12.719	0.10
.alpha.-Phellandrene, dimer	12.786	0.22
des traces	12.860	0.11
Octadecatrienoic acid, 2-(acetyl	13.021	1.28
Aromadendrene oxide-(2)	13.166	0.24
Isoaromadendrene epoxide	13.227	0.28
2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-en	13.634	0.30
2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-en	13.910	0.15
(1S,3aR,4R,8R,8aS)-1-Isopropyl-3a-met	14.008	0.13

Total	66.40%
-------	--------

Conclusion: L'huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt est composée principalement par (1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3(8.65%) ,Isoshyobunone (7.32 %), Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-m (6.48%), qui présent 22.45% de la composition total de notre huile.

Tableau V : Les Composants majoritaire de l'huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt.

	Les constituants	La structure
01	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-m	
02	(1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3	
03	Isoshyobunone	

3.2-Huile essentielle du Faux poivrier d'Ouargla :

Ci-joint base de donnée GC/MS :

Inst. Method: C:\Users\Bruker\Desktop\DATA\DATA BILAL\B ESSENTIAL OIL
31018.mth

Inj. Notes:

Acquisition Date: 4/18/2021 5:23:55 PM

Data File Name: c:\brukerws\data\test 20150617\test 14032017\4-18-2021 n-alcane final1008.xms

Calculation Date: 4/18/2021 6:06:58 PM

Sample Name: Faux poivree O

Calc Method: C:\Users\Bruker\Desktop\DATA\DATA BILAL\B ESSENTIAL OIL 31018.mth

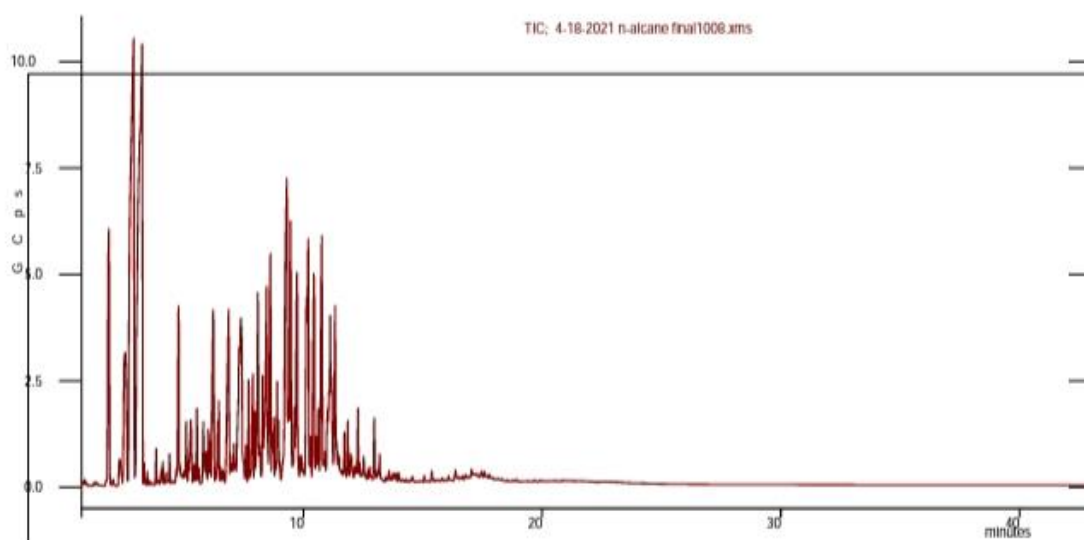


Fig. .23: Profil chromatographique de l'huile essentielle de faux poivrier d'Ouargla

L'analyse chimique a fait dévoiler quatre vingt-quatorze constituants qui représentent environ 64.43% pour l'huile essentielle de faux poivrier d'Ouargla. (**Tableau VI**).

Tableau.VI : Composition chimique de l'Huile essentielle de Faux poivrier d'Ouargla

Les composants	R _T (min)	AREA (%)
1,3,5-Cycloheptatriene	0.831	0.06
Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-trimethy	1.842	3.06
Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-	2.303	0.52
.beta.-Myrcene	2.525	3.13
Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-m	2.877	13.68
Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-me	3.230	15.28
.beta.-Ocimene 3.327 0.10	3.327	0.10

.gamma.-Terpinene	3.457	0.08
Butanoic acid, 4-pentenyl ester	3.540	0.04
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)	3.825	0.19
Linalool	4.045	0.12
3-Octen-2-one, 7-methyl-	4.105	0.15
Thujone	4.231	0.07
4-Isopropyl-1-methylcyclohex-2-enol	4.387	0.18
2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methyl	4.678	0.10
Bicyclo[3.2.0]hept-2-ene, 4-ethoxy-, exo	4.764	1.64
Methyl ethyl cyclopentene	5.086	0.31
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl	5.195	0.15
Isoneral	5.242	0.20
2-Cyclohexen-1-one, 4-(1-methylethyl)-	5.282	0.62
.alpha.-Terpineol	5.423	0.14
Bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol, 4-methylene-1-	5.535	0.50
2-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl-6-(1-methyl	5.614	0.11
exo-2-Hydroxycineole	5.806	0.40
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	5.846	0.11
6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	5.896	0.31
2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)-	6.019	0.44
(-)-Carvone	6.087	0.29
5-Isopropyl-6-methyl-hepta-3,5-dien-2-ol	6.218	2.43
des traces	6.330	0.04
(1S,2R,4R,7R)-4-Isopropyl-7-methyl-3,8-	6.399	0.34
2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)-	6.454	0.47

6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate	6.517	0.13
10-Methyl-8-tetradecen-1-ol acetate	6.629	0.15
Camphenol, 6-	6.858	2.64
Bicyclo(3.1.1)heptane-2,3-diol, 2,6,6-tr	6.936	0.30
3-Methyl-2-(2-methyl-2-butenyl)-furan	7.017	0.15
Methyl-8-tetradecen-1-ol acetate	7.086	0.37
5-Isopropyl-2-methylbicyclo[3.1.0]hexan-	7.308	1.97
4,4-Dimethyl-cyclohex-2-en-1-ol	7.375	1.95
(1S,2R,4R,7R)-4-Isopropyl-7-methyl-3,8-	7.418	1.09
Cyclopropanemethanol, 2-methyl-2-(4-m	7.593	0.33
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetat	7.704	0.76
.alfa.-Copaene	7.877	1.10
(R)-lavandulyl acetate	7.963	0.52
Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(8.087	1.93
des traces	8.149	0.46
1H-Cyclopropa[a]naphthalene, 1a,2,3,3a,	8.288	0.72
Caryophyllene	8.451	2.86
2-Dodecylcyclobutanone	8.510	0.22
.gamma.-Elemene	8.613	2.62
1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,	8.698	0.25
2-Cyclohexen-1-one, 4-hydroxy-3-methyl	8.756	0.57
.beta.-copaene	8.819	0.13
Humulene	8.897	0.65
(1R,9R,E)-4,11,11-Trimethyl-8-methylen	8.950	0.47
2-Cyclohexen-1-one, 4-hydroxy-3-methyl	9.006	0.09

(1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3	9.298	5.59
Guaia-1(10),11-diene	9.370	0.71
(1S,2E,6E,10R)-3,7,11,11-Tetramethylbi	9.453	2.91
Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(9.548	0.12
(S,1Z,6Z)-8-Isopropyl-1-methyl-5-methyl	9.616	0.67
Isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,3,5,6,8a-he	9.724	2.46
-4 Cubenene	9.856	0.14
.alpha.-Muurolene	9.905	0.16
des traces	9.954	0.07
3,7-Cyclodecadiene-1-methanol, .alpha.,.	10.127	1.99
1,5-Cyclodecadiene, 1,5-dimethyl-8-(1-m	10.196	2.48
4aH-cycloprop[e]azulen-4a-ol, decahydro	10.304	0.32
-)-Spathulenol	10.437	2.48
-)-Globulol	10.528	0.38
1H-Cycloprop[e]azulen-4-ol, decahydro-1	10.629	0.60
Isoshyobunone	10.763	2.81
(1aR,3aS,7S,7aS,7bR)-1,1,3a,7-Tetrame	10.904	0.26
Dehydroxy-isocalamendiol	11.009	0.62
Isoaromadendrene epoxide	11.120	2.51
.tau.-Muurolol	11.176	0.87
.alpha.-Cadinol	11.321	1.50
(1R,7S,E)-7-Isopropyl-4,10-dimethylenec	11.379	0.23
1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,	11.444	0.11
Cyclohexanemethanol, 4-ethenyl-.alpha.,	11.488	0.06
Cyclohexanol, 3-ethenyl-3-methyl-2-(1-m	11.712	0.28

Isoaromadendrene epoxide	11.854	0.41
trans-Farnesol	11.971	0.15
1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclop	12.009	0.17
1-((1S,3aR,4R,7S,7aS)-4-Hydroxy-7-isop	12.149	0.13
Isocalamenediol 12.282 0.48	12.282	0.48
Isocalamendiol 12.360 0.08	12.360	0.08
Alloaromadendrene oxide-(2)	12.524	0.14
Menthol, 1'-(butyn-3-one-1-yl)-, (1S,2S,	12.691	0.05
.alpha.-Phellandrene, dimer 12.766 0.13	12.766	0.13
9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2-(acetyl	12.966	0.44
6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,	13.130	0.07
Isoaromadendrene epoxide	13.191	0.14
Total		64.43%

Conclusion:

L'huile essentielle de Faux poivrier de Ouargla est composée principalement par Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-me (15.28%), Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-m (13.68%), (1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3 (5.59 %), qui présent 34.55% de la composition total de notre huile.

Tableau VII :Les Composants majoritaire de l'huile essentielle de Faux poivrier d'Ouargla.

	Les composants	La structure
1	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,2-methyl-5-(1-m	
2	Bicyclo[2.2.1]heptane,2,2-dimethyl-3-me	
3	(1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3	

D'après les résultats de GC/MS nous remarquons que les trois composants majoritaires dans différents pourcentage entre l'HE de Faux poivrier de Touggourt et l'HE de Faux poivrier d'Ouargla , il s'agit deux composants majoritaires communs entre les deux huiles ,ses dernier sont :

Le première composant c'est :(1R, 2S, 6S, 7S, 8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3 avec 8.65% pour HE de Faux poivrier de Touggourt est 5.59% pour HE de Faux poivrier de Ouargla.

la deuxième composant c'est : Bicyclo [3.1.0] hex-2-ene, 2- methyl-5-(1-m avec 6.48% pour HE de Faux poivrier de Touggourt et 13.68% pour HE de Faux poivrier de Ouargla.

Conclusion :

La composition d'HE est variable en fonction différents paramètres .ces derniers sont influencés par les facteurs suivants :

- Pédoclimatiques et saisonniers : selon les périodes (estivale ou hivernale), la composition chimique des huiles essentielles est affectée par
- Le climat, les températures maximales et minimales,
- la durée d'ensoleillement et le pic des radiations solaires.
- la pluviométrie, l'altitude,

- la nature des sols et son pH.
- Les pratiques culturales : les pratiques culturales sont également déterminantes sur la qualité d'HE [43].

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'objectif majeur de ce travail est d'étudier le Faux poivrier de deux régions du sud d'Algérie Ouargla et Touggourt et faire une étude comparative de la composition de deux huiles essentielles de cette région.

Dans cette étude, on s'est intéressé au Faux poivrier une véritable banque de molécules chimiques.

D'après les résultats de notre travail, on conclut que, les deux plantes de Faux poivrier (Touggourt-Ouargla) se sont avérées riches en huiles essentielles, les huiles essentielles contenues dans les feuilles et les grains ont été extraites par Hydrodistillation. Caractérisées par un indice de réfraction supérieur à celle de l'eau, ce qui confirme sa richesse en composés organiques, et par un indice d'acidité très faible, rendant sa bonne conservation, ce explique sa forte odeur.

Nous avons montrés que le rendement en huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt (48%) et Ouargla (48%).

D'après les résultats de GC/MS on remarque que la composition de l'HE de Faux poivrier de la ville de Touggourt est différente que la ville de Ouargla.

En effet, Les différences observées dans les teneurs en de l'HE, composition chimique de l'huile essentielle pourraient être attribuées à plusieurs facteurs, y compris la méthode utilisée pour l'extraction, les conditions géographiques, le climat, les variations saisonnières, le stade de la croissance, le traitement des végétaux avant l'extraction de l'huile, et l'époque de récolte. Cependant, des recherches complémentaires sont nécessaires pour :

D'après les résultats de GC/MS nous remarquons que les trois composants majoritaires communs dans différents pourcentages entre l'huile essentielle de Faux poivrier de Touggourt et l'huile essentielle de Faux poivrier d'Ouargla, il s'agit de deux composants majoritaires communs sont :

Le premier composant c'est : (1R, 2S, 6S, 7S, 8S)-8-Isopropyl-1-méthyl-3 avec 8.65% pour HE de Faux poivrier de Touggourt est 5.59% pour HE de Faux poivrier de Ouargla.

Le deuxième composant c'est : Bicyclo [3.1.0] hex-2-ène, 2- méthyl-5-(1-m avec 6.48% pour HE de Faux poivrier de Touggourt et 13.68% pour HE de Faux poivrier de Ouargla.

Ces huiles essentielles sont très demandées dans le marché mondiale et surtout les secteurs suivants : pharmaceutiques , médicales , agro alimentaires et cosmétiques .

Références Bibliographiques

- [1] Edith Ybert, Tatiana Delesalle-Féat. La rosse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, préparation, soins. 2 édition.2001.Pp 9.
- [2] Nisrin BENAYAD. Evaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. Thèse Doctorat université de MOHAMMED V-AGDAL.2013. Pp14.
- [3] Florence MAYER. Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : étude de Cas en maison de Retraite. Thèse Doctorat Université de LORRAINE .2012.Pp 7.
- [4] EL-HACI Imad Abdelhamid. Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales endémiques de sud de Algérie : Ammodaucus leucotrichus Coss. & Dur. Anabasis aretioides Moq.& Coss. Et Limoniastrum feei (Girard) Batt. Thèse Doctorat Université Abou -Bekr -Belkaid Tlemcen . 2014 Pp2.
- [5] Guinoiseau Elodie. Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: Séparation, identification et mode d'action. Thèse Doctorat, University De CORSE – PASQUALE PAOLI 2010 Pp 48.
- [6] Donald Midoko Iponga, Invasive potential of the Peruvian pepper tree (Schinus molle) in South Africa. Doctoral Thesis. Stellenbosch University. 2009. Pp 6.
- [7] L.FEKIH. Propriétés chimique et biologiques des huiles essentielles de trois espèce du genre pinus poussant en Algérie. Thèse de Doctorat. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMEN.2014. p2-6
- [8] BENAYAD Nisrin. Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyes efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Université de MOHAMMED V-AGDAL. Laboratoire des substances naturelles et Thermolyse Eclair. Département de chimie .Faculté des sciences de Rabat.2008. Pp19.
- [9] EL KALAMOUNNI Chaker. Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse Doctorat de l'université de Toulouse .2010 Pp .49.
- [10] Jacques G. Paltz s.a.- Le fascinant pouvoir des huiles essentielles. Fascicule du laboratoire "Jaque Paltz". 1997
- [11] RAZAFIMAMONJISON Dina Emile Nicolas Gaylor. Variabilités chimiques et activités antimicrobiennes des huiles essentielles de Cinnamosma spp. (Alternative aux antibiotiques en aquaculture de crevette) .Thèse Doctorat. Université d'ant ANANARIVO.2011.Pp 36.

- [12] Lahlou, M. Methods to study the photochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 18 (6) .2004. p 435-448.
- [13] Journal officiel de la république Algérienne N64 27 Novembre 2011.
- [14] BENOUALI Djillali. Extraction et identification des huiles essentielles. Université Mohamed Boudiaf .d'Oran .2016. PP 4.
- [15] Marie Elisabeth LUCCHESI. Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion. 2005. PP 52.
- [16] MARIANNE PIOCHON, Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémisynthèse.2008.Université du Québec. Pp 5-6.
- [17] Marie Elisabeth LUCCHESI. Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion. 2005. Pp 16.
- [18] Marie Elisabeth LUCCHESI. Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion. 2005 p 16-17.
- [19] Mohammed CHENNI, Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic « *Ocimum basilicum L* » extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse Doctorat université d'Oran 2016 Pp 30.
- [20] Lagunez Rivera, L., Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.2006. Pp 40-41
- [21] BENOUALI Djilali. Extraction et identification des huiles essentielles. Université d'Oran .2016 p 8-9.
- [22] PIERRON Charles. Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France : exemples d'applications en gériatrie-gérontologie et soins palliatifs.. Thèse de Doctorat Université de Lorraine.2014.Pp27.
- [23] Lawrence, B.M., The isolation of aromatic materials from natural plant products. 1995
- [24] CHAOUI, R., Valorisation thérapeutique des huiles essentielles du faux poivrier (*schinus Molle L.*), Université Blida1-Saad Dahlab.2015;p1
- [25] M. Kasimala and B. B. Kasimala, "A review on Brazilian pepper plant: *Schinus molle*," *Journal of Atoms and Molecules*, vol. 2, no. 2, pp. 6–13, 2012. *View at: [Google Scholar](#).*

[26] G. Schmourlo, R. R. Mendonça-Filho, C. S. Alviano, and S. S. Costa, "Screening of antifungal agents using ethanol precipitation and bioautography of medicinal and food plants," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 96, no. 3, pp. 563–568, 2005. **View at:** [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#).

[27] M. D. R. Martins, S. Arantes, F. Candeias, M. T. Tinoco, and J. Cruz-Morais, "Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L. essential oils," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 151, no. 1, pp. 485–492, 2014. **View at:** [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#).

[28] M. J. Ruffa, G. Ferraro, M. L. Wagner, M. L. Calcagno, R. H. Campos, and L. Cavallaro, "Cytotoxic effect of argentine medicinal plant extracts on human hepatocellular carcinoma cell line," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 79, no. 3, pp. 335–339, 2002. **View at:** [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#).

[29] A. Kasmi, M. Hammami, M. Abderrabba, and S. Ayadi, "Schinus molle: chemical analysis, phenolic compounds and evaluation of its antioxidant activity," *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 8, no. 5, pp. 93–101, 2016. **View at:** [Google Scholar](#).

[30] MARONGIU B, PORCEDDA A.P.S, CASU R, PIERUCCI P (2004). Chemical composition of the oil and supercritical CO₂ extract of *Schinus molle* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 19,(2004), pp.554–558.

[31] SOMON E Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. Office des Publications Universitaires. Alger. OPU - Edition 586. (1987)

[32] ORWA C, MUTUA A, KINDY R, JAMNADASS R, SIMONS A (2009). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 04. Parasitoid, *Encarsia formosa*. *Journal of Chemical Ecology* 29,(2009), p1589-1600.

[33] JOKER D, CRUZ T, MORALES U.M & Rojas E (2002). *Schinus molle* L., Seed leaflet, , Danida Forest Seed Centre And Banco De Semillas Forestales – Bolivia. No. 57 January 2002

[34] CHOPA C.S, RAUL ALZOGARAY R & FERRERO E.A. Repellency Assays with *Schinus molle* var. *areira* (L.) (Anacardiaceae) Essential Oils against *Blattellagermanica* L.(Blattodea: Blattellidae). *BioAssay* 1:6(2006) p100

[35] DUKE J.A. Handbook of Medicinal Herbs. Boca Raton, CRC Press, 843p *diagnosis and epidemiology of fungal infections*. 36 (1),(1985)p: 249-257.

[36] DIKSHIT A, ALI A, NAQVI A.A & HUSAIN A. (1986). *Schinus molle*: a New Source of Natural Fungitoxicant Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Lucknow-226016, Indi 1986

[37] GUNDIDZAM. .Antimicrobial activity of essential oil from *Schinus molle* Linn.Cent.Afr. J. Med. 39(11) ,(1993) p:231-234.

[38] HUERTA A, ItaloChiffelle b, Karla Puga a, Fernando Azúa a, Jaime E. Araya c. Toxicity and repellence of aqueous and ethanolic extracts from *Schinus molle* on elm leafbeetle *Xanthogalerucaluteola* Crop Protection 29, (2010)p: 1118 et 1123.

[39] CHIRINO, M, M. Cariac & A.A. Ferrero. Actividad insecticida de extractos crudos drupas de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydiapomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Bol. San. Veg. Plagas. 27:(2001)p 305-314.

[40] FERRERO, A., SÁNCHEZ, C., WERDIN, J., ALZOGARAY, R. Repellence and toxicity of *Schinus molle* extracts on *Blattella germanica*. Fitoterapia 78,(2006)p 311-314.

[41] Jacques Fleurentin . Du bon usage des plantes qui soignent. Franc.2013.p200-214

[42] Taleb-Toudert Karima. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.2015. p27-28.

[43] BOUKHATEM Mohamed Nadjib, HAMAIDI Mohand Said, SAIDI Fairouz et HAKIM Yahia, Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Article de l'Unité de recherche en Biotechnologies Végétales, Département de Biologie, Université Saad Dahleb de Blida, Algérie. (03). 2010.p. 37-45.

[44] Stéphane Bouchonnet .Danielle Libong. Le couplage chromatographie en phase gazeuse -spectrométrie de masse. Département de chimie ,Laboratoire des Mécanismes Réactionnels .Ecole polytechnique 91128PALAISEAU Cedex.2004.P 3.

[45] Goudjil MB, Zighmi S, Hamada D, Mahcene Z, Bencheikh SE, Ladjel S. Biological activities of essential oils extracted from *Thymus capitatus* (Lamiaceae). South African Journal of Botany.128 (2020) 1-9.

[46] AFNOR, Recueil de normes : les huiles essentielles, Monographies relatives aux huiles essentielles ». Vol. Tome 2. 2000, paris.

