



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة العربي التبسي-تبسة

UNIVERSITE LARBI TEBESSI-TEBESSA

Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

Département des sciences de la matière

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master

Filière : Chimie

Option : Chimie des produits naturels

Intitulé

**Etude comparative des travaux réalisés sur la plante
*pituranthos scoparius***

Présenté par : AMINA AZOUZ

Soutenu le 23/06/2021 devant le jury :

Meriem Boumedjout	MCB U. Larbi Tébessi, Tébessa	Présidente
Ali Kalla	MCA U. Larbi Tébessi, Tébessa	Promoteur
Chahrazed Houam	MAA U. Larbi Tébessi, Tébessa	Examinatrice

Année universitaire: 2020/2021.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وقد علمنا

Dédicaces

À ma mère « Radia L'Aissaoui »

*Ma force et mon tout, une âme forte et douce et mon gardien
tout au long de ce mémoire.*

*Même si j'étais capable de t'apporter la lune, ça ne
compenserait pas le soutien indéfectible et l'amour profond que
tu m'as transmis... pas même d'un peu.*

À l'âme de mon père « Yassine Azouz »

*« Je suis très fière de toi » étaient tes derniers mots vers moi, je
continuerai toujours à être une fierté...ta famille ne t'oubliera
jamais.*

*Je te transmets la récompense divine de ce modeste travail en
espérant que d'autres générations en bénéficieront.*

Remerciements

Tout d'abord, je tiens particulièrement à remercier mon encadreur monsieur Dr. Ali Kalla, Maître de conférence A à l'université Larbi Tébessi-Tébessa qui a dirigé ce travail et a veillé à ce qu'il soit mené à terme, pour la confiance qu'il m'a fait, pour sa gentillesse qui a été grandement appréciée, pour ses conseils de valeurs très précieux et surtout pour sa disponibilité infaillible tout au cours de ce travail. Qu'il soit assuré de ma profonde gratitude.

Mes remerciements vont également à Madame le Dr. Meriem Boumedjout d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance de master. À qui je souhaite de mettre l'accent sur sa passion et sa méthode unique de nous enseigner les bases de la chimie et par conséquent avaient un rôle majeur sur la manière dont j'aborde la chimie aujourd'hui.

J'adresse également mes remerciements à Madame Chahrazed Houam pour avoir accepté de faire partie de mon jury de mémoire. À qui je transmets tous mes remerciements pour ses efforts et sa gentillesse absolue durant son enseignement académique vers notre promo.

Un franc merci, un merci très spécial, à ma chère amie, Dr. Khawla Absi, pour son appui inconditionnel, pour ses encouragements incalculables et surtout pour sa confiance à mon potentiel, Merci d'avoir été à mes côtés à tous moments...

Un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué au succès de la rédaction de ce mémoire de près ou de loin.

Abstract

Numerous research works have been carried out on essential oils extracted from aromatic plants, we could note through these studies: that the same kind of plant can produce essential oils of different chemical composition according to their components or according to the percentage of chemical compounds.

The specie "pituranthos scoparius" grows from the areas of the high plateaus to the confines of the Sahara which confers a diversity in its chemical composition, particularly the content, quantitative as well as qualitative of its essential oils.

In order to know which external factors have indispensable roles in influencing the production of secondary metabolites by *Pituranthos scoparius* and how these factors are influencing it, we set out to make a comparative study of different populations of this species according to three different criteria: geographical area, collection period and the part of the plant collected.

This study confirms the diversity of the systematic composition of the active ingredients contained in the essential oils of *Pituranthos scoparius* according to the three criteria highlighted in this modest work, namely: the seasonal effect, the geographical distribution and the plant parts.

Key words: *Pituranthos Scoparius*, medicinal plants, essential oils, secondary metabolites, geographical area, harvest period, plant part, hydrodistillation.

Résumé

De nombreux travaux de recherches ont été réalisés sur les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques, nous avons pu constater à travers ces études : que le même genre de plante peut produire des huiles essentielles de composition chimique différente en fonction de leurs composants ou en fonction du pourcentage des composés chimiques.

L'espèce "*pituranthos scoparius*" pousse depuis les zones des hauts plateaux jusqu'aux confins du Sahara ce qui confère une diversité dans sa composition chimique, particulièrement la teneur, quantitative bien que qualitative de ses huiles essentielles.

Afin de savoir les facteurs externes ayant les rôles indispensables dans l'influence sur la production des métabolites secondaire par *pituranthos scoparius* et la façon dont ces facteurs influent, nous nous sommes mis à une étude comparative de différent population de cette espèce selon trois critères différents : l'aire géographique, la période de récolte et la partie du végétale cueillit.

Cette étude à confirmer la diversité de la composition systématique des principes actifs contenus dans les huiles essentielles du *pituranthos scoparius* selon les trois critères misent en évidence dans ce modeste travail, à savoir : l'effet saisonnier, la répartition géographique et la partie végétale.

Mots clés : *Pituranthos Scoparius*, plantes médicinales, les huiles essentielles, métabolites secondaires, zone géographique, période de récolte, la partie végétale, hydrodistillation.

ملخص

تم إجراء العديد من الأعمال البحثية على الزيوت الأساسية المستخرجة من النباتات العطرية، وقد رأينا من خلال هذه الدراسات: أن نفس النوع من النبات يمكن أن ينتج زيوتاً أساسية مختلفة التركيب الكيميائي سواء في مكوناتها أو في النسبة المئوية للمركبات الكيميائية.

ينمو نبات "*Pituranthos Scoparius*" ابتداءً من مناطق المرتفعات إلى حدود الصحراء مما يضيف تنوعاً في تركيبته الكيميائية، لا سيما المحتوى والكمية والنوعية لزيوتها الأساسية.

من أجل معرفة العوامل الخارجية التي لها أدوار أساسية في التأثير على إنتاج المستقلبات الثانوية بواسطة *pituranthos scoparius* والطريقة التي تؤثر بها هذه العوامل، قمنا بدراسة ومقارنة مختلف مجموعات هذا النوع وفقاً لثلاثة معايير مختلفة: المنطقة الجغرافية وفترة القطف وجزء النبات المقطوف.

تؤكد هذه الدراسة تنوع التركيب المنهجي للمكونات النشطة الموجودة في الزيوت الأساسية لـ «*Pituranthos Scoparius*» وفقاً للمعايير الثلاثة التي تم إبرازها في هذا العمل المتواضع وهي: التأثير الموسمي والتوزيع الجغرافي والجزء النباتي.

الكلمات المفتاحية

النباتات الطبية، الزيوت الأساسية، مكونات الكيميائية، المنطقة الجغرافية، فترة القطف، الجزء النباتي، التقطير المائي. "*Pituranthos Scoparius*".

Liste des abréviations

HE : Huile essentiel.

HEs : Huiles essentielles.

R % : Rendement.

N.C.I : Nombre de composés identifiés.

Total % : la totalité en pourcentage des composés identifiés dans l'huile essentielle.

Ek : El-Kantara.

Mch : Mchounèche.

COV : composés organique volatiles.

CONV : composés organique non volatile.

Liste des figures

Figure N°1: illustration des apiacées (Ombellifères).....	19
Figure N°2 : catégorie des gymnospermes.....	20
Figure N°3 : catégorie des angiospermes.....	20
Figure N°4 : Répartition géographique mondiale des apiacées.....	21
Figure N° 5: Répartition géographique de <i>Pituranthos scoparius</i> en Maghreb arabe.....	26
Figure N°6 : nomenclature des différentes parties des ombellifères.....	28
Figure N°7: <i>Pituranthos Scoparius</i> dans son milieu naturel.....	28
Figure N°8: une zone de récolte de <i>Pituranthos scoparius</i> (Aïn el Bell, 2019)	29
Figure N°9 : Description schématique du système d'extraction par hydrodistillation.....	36
Figure N°10 : Courbe de la variation du nombre de composés identifiés dans l'huile essentielle de <i>P. scoparius</i> en fonction des 3 stades de développement / Ghardaïa.....	38
Figure N°11 : Totalité de l'huile essentielle en métabolites secondaires selon les stades de développements du <i>Pituranthos scoparius</i> a Béchar.....	40
Figure N°12 : Histogramme indiquant la variation des composés majoritaires des HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> dans la région de Ghardaïa pendant les quatre saisons.....	41
Figure N°13 : Histogramme 3D des variations de fractions terpéniques de l'huile essentielle de <i>Pituranthos scoparius</i> dans la région de Ghardaïa.....	44
Figure N°14 : Histogramme empilé à 100% en 3D des factions des familles terpéniques selon l'orange végétale durant le stade de croissances des plantes.....	46
Figure N°15 : Histogramme indiquant les pourcentages occupés par chaque composé chimique des H.E de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la période de récolte à Béchar...	49

Figure N°16 : courbes combinées de la variation du comportement des composés identifiés En fonction du mois de récolte à Béchar.....	50
Figure N°17 : les pourcentages des monoterpènes trouver dans les huiles essentielles de la plante qui pousse dans les zones des hauts plateaux (les steppes).....	53
Figures N°18 : les pourcentages des monoterpènes trouver dans les huiles essentielles de la plante qui pousse dans les zones désertiques.....	53
Figures N°19 : les pourcentages des sesquiterpènes trouver dans les huiles essentielles de la plante qui pousse dans les zones steppiques.....	54
Figures N°20 : les pourcentages des sesquiterpènes trouver dans les huiles essentielles de la plante qui pousse dans les zones désertiques.....	54

Liste des tableaux

Tableau N° 1: Période de récolte de chaque orange végétale.....	9
Tableau N°2: structures/ activités de quelques composants des huiles essentiels.....	15
Tableau N° 3 : Répartition mondiale des genres d'apiacées.....	21
Tableau N°4 : Genres des apiacées rencontrés en Algérie.....	22
Tableau N°5 : Tableau comparatif des travaux réalisés sur <i>Pituranthos scoparius</i> en Algérie.....	36
Tableau N°6 : Quantité et temps d'hydrodistillation prises pour chaque groupe d'étude.....	37
Tableau N°7 : Variation des composés majoritaires d'HE de <i>Pituranthos scoparius</i> dans la région de Ghardaïa durant les quatre saisons de l'année.....	40
Tableau N° 8 : Nouveaux composés identifiés dans la cueillette d'hiver.....	42
Tableau N° 9 : Pourcentages des familles des terpènes selon les saisons (Ghardaïa).....	43
Tableau N° 10 : Composés majoritaires d'HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de mois de récolte à Béchar.....	48
Tableau N°11 : total des composés identifiés dans l'HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction du mois de récolte à Bechar.....	48
Tableau N°12 : pourcentage des composés chimique majoritaires dans les huiles essentielles de la plante des zones désertiques.....	52

Table des matières

Dédicace	
Remerciement	
Abstract	
Résumé	
المخلص	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

Partie théorique

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I: Généralités sur les plantes médicinales

I-1- Les plantes médicinales à la lumière de l'histoire.....	4
I-1-1-Introduction.....	4
I-1-2-Chez les chinois.....	4
I-1-3-Chez les grecs.....	4
I-1-4-A Rome.....	4
I-1-5-Chez les assyriens et les babyloniens.....	5
I-1-6-La civilisation aztèque.....	5
I-1-7-En Egypte.....	5
I-1-8-Les arabes.....	5
I-2-les plantes médicinales et leurs principes.....	6
I-2-1-Définition.....	6
I-2-2- Pourquoi ne pas confondre entre drogue et principe actif ?.....	7
I-2-3-Période de cueillette des plantes médicinales.....	7
I-2-3-1-à quoi est rattachée l'efficacité thérapeutique d'une plante médicinale.....	7
I-2-3-2-comment avoir une cueillette de qualité et respectueuse de la nature ?.....	8
I-2-3-3-Précautions générales.....	10
I-2-4-Origines d'une plante médicinale.....	10
I-2-4-1-Plantes sauvages.....	10
I-2-4-2- Plantes cultivées.....	10

I-2-5- Traitements post-collectes des plantes médicinales.....	11
I-2-5-1-Zone du traitement primaire.....	11
I-2-5-2-Le séchage.....	11
I-2-5-3-Conservation.....	11
I-2-6-Utilisation des plantes médicinales.....	12
I-2-7-Future des plantes médicinales.....	12
I.3-Les huiles essentielles.....	13
I-3-1-Définition.....	13
I-3-2 Composition d'une huile essentielle.....	13
I-2-4-les composés terpéniques les plus répondus et leurs activités.....	14
I-2-5- Les facteurs en cause dans la variation de la composition des huiles essentielles d'une même espèce.....	16
I-2-6-Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des huiles essentielles.....	16
I-2-7- Conservation des huiles essentielles.....	17

Chapitre II : Présentation de la plante étudiée

II.1-les apiacées.....	19
II-1-Généralités sur la famille des apiacées.....	19
II-2-Classification de la famille des apiacées.....	20
II-3-Répartition géographique mondiale.....	21
II-4- Intérêt de la famille des apiacées.....	24
II-4-1- Intérêt économique.....	24
II-4-2- Intérêt médical.....	25
II-4-3- Intérêt alimentaire.....	25
II.2-L'espèce <i>Pituranthos scoparius</i>	26
II-2-1-Introduction.....	26
II-2-2- identification et caractéristiques.....	26
II-2-2-1- Place dans la systématique.....	26
II-2-2-2-Description botanique.....	27
II-2-2-3-Ethymologie et nom commun.....	27
II-2-3-comment différencier entre les espèces <i>Pituranthos</i> ?.....	27
II-2-4- Monographie de l'espèce <i>pituranthos scoparius</i>	28
II-2-5-Usage et connaissance locale.....	29
II-2-6- Etudes chimiques antérieures.....	30

II-2-6-1-Huiles essentielles et composition chimiques.....	30
II-2-6-2-Les extraits et le rendement.....	33

Chapitre III : Partie pratique

III-1-Introduction.....	35
III-2-Description des travaux.....	35
III-2-1-Techniques d'extraction.....	35
III-3-Analyse statistiques des données théoriques.....	37
III-3-1-Effet saisonnière sur l'évolution de la composition chimique des huiles essentielles de <i>pituranthos scoparius</i>	38
-Analyse et discussion.....	39
III-3-1-1-Evolution des composées en commun de l'HE de <i>Pituranthos scoparius</i>	40
- Analyse et discussion.....	41
III-3-1-2-Evolution des familles des terpènes.....	43
- Analyse et discussion.....	44
-Évolution des fractions des huiles essentielles pendant l'automne.....	44
- Évolution des fractions des huiles essentielles pendant l'hiver.....	44
- Évolution des fractions des huiles essentielles pendant le printemps.....	45
III-3-2-Effet de la partie végétale sur l'évolution de la composition des huiles essentielles de <i>pituranthos scoparius</i>	45
-Analyse et discussion.....	46
III-3-3-Comportement de l'espèce <i>Pituranthos scoparius</i> selon les repartions géographiques.....	46
III-4-3-1- Evolution des composées en commun de l'HE de <i>Pituranthos scoparius</i>	47
-Analyse et Discussion.....	50
III-3-3-2-Evolution des familles des terpènes des huiles essentielles de <i>pituranthos scoparius</i>	53
-Analyse et Discussion.....	55
-Conclusion générale et perspectives.....	56
-Référence bibliographique.....	57

Introduction générale

L'homme et les plantes ont noué une relation étroite qui remonte loin dans l'histoire de notre évolution commune. Cet héritage est visible aujourd'hui, où les plantes fournissent de la nourriture, des fibres, des produits pharmaceutiques et de l'énergie aux hommes et aux animaux du monde entier. Ceci a permis à la société humaine de se développer et aux établissements de devenir plus sophistiqués.

Le travail que nous avons effectué dans le cadre de notre projet de fin d'étude présenté dans ce mémoire concerne l'étude comparative des travaux réalisés sur une espèce endémique avec un potentiel médical, industriel et même alimentaire appelé dans la botanique *pituranthos scoparius* et populairement dans la wilaya de Tébessa Gouzzih.

Nous avons fouillé dans les études existantes en Algérie, afin de comprendre et savoir le ou les facteurs influents sur la production des métabolites secondaires par la plante

On a procédé à une étude quantitative et qualitative des principaux composés identifiés dans les huiles essentielles de cette plante prise de différentes populations, l'étude comparative de notre travail est faite selon trois critères :

Le premier critère est la zone géographique dont l'espèce pousse, en raison que les plantes aromatiques donnent des compositions chimiques différentes, avec des caractéristiques spécifiques selon la zone d'origine. La connaissance de l'origine géographique (nom du pays ou de la région) fournit des détails importants et par conséquent avoir une idée sur la majorité des composés incorporé par l'espèce de chaque région.

Deuxièmement l'effet saisonnier et les conditions climatiques de la cueillette du végétal ; à savoir : le pourcentage variant des composants chimiques de la plante, il est difficile de vérifier leur maturité au moment de la récolte. La tige, les feuilles ou les fleurs n'apparaissent pas simultanément et selon leur âge (les périodes de développement d'une plante) n'ont pas la même composition.

Enfin, selon la partie de la plante, en raison que l'huile essentielle se trouve dans de différentes parties de la plante ce qui signifie donc une différence dans ses composants chimiques.

Ce travail est précédé par une présentation théorique qui déchiffre le profil de l'espèce, le genre et la famille de la plante choisie ainsi qu'un bref exposé de l'histoire des plantes médicinales en général.

Les résultats de cette comparaison étaient très prometteurs et encouragent à faire d'autres études de recherche sur cette espèce qui constitue un sujet d'étude intéressant.

Le travail est enfin clôturé par une conclusion qui regroupe nos résultats et une perspective visant la continuité de ce travail.

Chapitre 9 :
Généralités sur les plantes
médicinales

I-1- Les plantes médicinales à la lumière de l'histoire

I-1-1-Introduction

Les plantes ont été utilisées par les êtres humains depuis la haute antiquité pour leurs pouvoirs de guérison, nutrition, leurs produits de soins topiques de la peau.... Qu'est ce qui les guidés à employer une plante plutôt qu'une autre ? la religion ? l'expérience ? la superstition ? ou bien peut-être le hasard ?.

Pour répondre à ces questions, nous devons remonter dans le temps jusqu'au tout début de l'utilisation des plantes médicinales dans les civilisations humaines telles que la civilisation chinoise, grecque et égyptienne.

La culture des herbes s'est transmise d'une génération à l'autre, d'abord oralement, puis par écrit. De l'orient ancien, les populations qui ont vécu avant notre ère, ont laissé des traces archéologiques et des écrits qui ont été découvert par les scientifiques et qui confirment l'utilisation des plantes pour soigner les maladies depuis des temps très anciens.

- **I-1-2-Chez les chinois**

Le grand empereur Sen Nong est considéré comme le fondateur de la médecine traditionnelle chinoise. Il a envoyé des missions partout afin de collecter des échantillons de plantes, dont il vérifierait les propriétés thérapeutiques sur lui-même. C'est ainsi que le premier traité de pharmacologie chinoise fut constitué, dans lequel étaient consignés 365 médicaments, leur majorité d'origine végétale. [1]

- **I-1-3-Chez les grecs**

Théophraste (372-287 av. J.-C.), élève d'Aristote, surnommé "le père de la botanique", a décrit plus de 500 espèces de plantes alors que Dioscoride, l'auteur d'une vaste botanique médicale, a apporté sa contribution significative à cette discipline scientifique, d'où son ouvrage demeura l'une des sources les plus consultées par les médecins jusqu'à l'aube du XIX^{ème} siècle. [2]

- **I-1-4-A Rome**

Tout comme les thérapeutiques grecs ont succédé à la médecine égyptienne, les connaissances romaines sont venues des grecs. [1]

Un bon nombre de personnalités ambitieuses étaient grecques ou avaient reçu leur formation en Grèce, par exemple : Claudius Galen, le plus grand médecin de l'antiquité après Hippocrate, qui a mis au point des méthodes de mélange, d'extraction et de raffinage des médicaments pour en faire des remèdes reproductibles. D'ailleurs, on parle aujourd'hui de formules galéniques pour désigner la préparation d'un médicament. [1]

- **I-1-5-Chez les assyriens et les babyloniens**

Les assyriens et les babyloniens ont rédigé vers 5000 ans avant J.-C un dictionnaire des herbes, ils ont fondés dans la ville de Ninive un jardin de plantes aromatiques et d'herbes. D'après les archives conservées par *le British Museum de Londres*, nous savons que les assyriens cultivaient le pavot depuis 2700 ans avant J.-C. [1]

- **I-1-6-La civilisation aztèque**

Le médecin espagnol Francisco Hernandez, représentant de la Couronne espagnole en matière de recherche médicale dans les Caraïbes, a décrit dans son volumineux traité *The Natural history of the New World*, un certain nombre de 1200 remèdes utilisés par les aztèques. [2]

- **I-1-7-En Egypte**

Quant aux égyptiens, ils étaient familiarisés avec environ un tiers des remèdes naturels que nous connaissons aujourd'hui, l'un de leurs héritages les plus célèbres est le *Papyrus Ebers*, un parchemin de 110 pages et de 20 mètres de long, qui reste la plus ancienne et la plus précieuse encyclopédie médicale basée sur les herbes. Dans ce parchemin, il est consigné que les herbes avaient un rôle très important dans la médecine égyptienne. Beaucoup de leurs herbes étaient immergés dans du vin et ensuite utilisés comme médicament oral. [1]

La civilisation égyptienne était consciente du pouvoir de guérison accordé par l'utilisation du miel d'abeille. La première reconnaissance officielle de l'importance du miel est datée depuis la première dynastie égyptienne. [1]

- **I-1-8-Les arabes**

Les arabes ont accompli d'énormes progrès dans le domaine des sciences et de la médecine après la chute de l'empire romain. Les érudits du monde islamique ont traduit des

livres de Grèce et de Rome, ils héritèrent d'une grande partie de connaissances gréco-romaines. [3]

Les médecins arabes ont introduit le concept de contrôle du régime alimentaire et de l'exercice physique en même temps que les médicaments [3] il est toutefois essentiel de se rappeler que ces derniers sont en fait les pionniers du début des pratiques pharmaceutiques de base. Cela inclut la fondation de pharmacies, la description du boulot des médecins en tant que diagnostiqueurs de maladies, et l'affectation des pharmaciens à l'extraction et à la formulation des médicaments [4]

Grâce à cette séparation, le développement dans chaque domaine a commencé. C'est ainsi que Jaber ben Hayan, un chimiste musulman, a extrait et isolé divers produits chimiques tels que les alcools, les acides nitrique et sulfurique, etc. [4]

Parmi les héritages rédigés par les médecins arabes on mentionne l'ouvrage canon de la médecine d'Ibn Sina (Avicenne) qui a servi de base à la pharmacopée européenne jusqu'au XVII^{ème} siècle. [1]. Alors que abu Musa Jabir ben Hayan a rédigé un livre d'une grande richesse sur les différents poisons végétaux et les antidotes : *The Book on Poisons and Antidotes* [5]

Maintenant que nous avons eu un aperçu sur la façon dont les civilisations antiques ont valorisé les herbes et leur ont donné un champ d'étude remarquable promu par un certain type de personnes dont leur but dans la vie été de savoir plus en plus sur les dons de notre mère nature, nous pouvons comprendre que le monde des plantes a inspiré l'homme depuis longtemps.

I-2-les plantes médicinales et leurs principes

I-2-1-Définition

Une plante dite "médicinale" est une plante dont au moins une partie possède des propriétés thérapeutiques. Une "drogue végétale" est toute matière végétale utilisée à des fins thérapeutiques et n'ayant encore subie aucune préparation pharmaceutique. Il faut signaler que la drogue peut être une plante entière ou une partie de la plante (feuille, racine, bouton floral, sommités fleuries, etc.). [7]

I-2-2- Pourquoi ne pas confondre entre drogue et principe actif ?

Une drogue végétale est souvent définie au temps que la partie de la plante la plus riche en principes actifs (les fleurs, les racines, les tiges ou les graines); elle est issue de plantes fraîches ou desséchées et utilisée à des fins thérapeutiques [7].

Tandis qu'un principe actif est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale [8]. Bien souvent les principes actifs sont concentrés dans un organe de la plante (qui constitue alors la drogue). [6]

L'activité d'un végétal est communément rattachée à la présence du principe actif majoritaire qu'elle renferme [9]. En effet, il faut signaler que ce n'est pas toujours le principe actif majoritaire qui est responsable de l'effet thérapeutique, ni le marqueur choisi mais c'est plutôt l'ensemble des principes actifs du végétal qui lui confère son activité thérapeutique [10].

I-2-3-Période de cueillette des plantes médicinales

- **I-2-3-1-A quoi est rattachée l'efficacité thérapeutique d'une plante médicinale**

L'efficacité thérapeutique varie selon les périodes et les saisons de l'année. Les principes actifs varient quantitativement et qualitativement à différentes saisons de l'année, à différent moment de la cueillette, à différente répartition géographiques et à différents moments météorologiques. Il est généralement préférable de collecter la majorité des matières végétales pendant la saison sèche, lorsque les herbes sont au maximum de leur maturité et de leur concentration. Faites sécher le plus rapidement possible, à l'abri de la lumière du soleil, pour préserver les ingrédients et éviter l'oxydation [11].

- **I-2-3-2-comment avoir une cueillette de qualité et respectueuse de la nature ?**

Chaque plante, tout en passant par les différents stades de sa croissance, offre une racine, une tige, des feuilles, des fleurs et des graines, Voyons en quelques points les règles à connaître pour la récolte de chacun de ces organes [12].

Tableau N°1: Période de récolte de chaque orange végétale.[12]

orange	période de la récolte	Raison et explication
Les tiges ligneuses	De préférence en hiver.	Ils sont plus denses et fournissent plus d'extrait en hiver qu'en toute autre saison.
Les tiges herbacées	Le plus souvent au début du printemps, après la foliation et avant la floraison.	Les sucres sont transmis aux autres organes végétaux par les tiges pendant cette période, donc la concentration optimale en métabolite secondaire serait localisée dans les tiges durant cette période.
Les graines	elles doivent être récoltées à pleine maturité.	Car elles auront perdu la majeure partie de leur humidité naturelle.
Les feuilles	au moment de leur plein développement, soit juste avant la floraison.	Car elles ont acquis leur plus grande vigueur où les organes reproducteurs commencent à poindre.
Les fleurs	au début de l'épanouissement des fleurs et la formation des premiers fruits.	parce que lorsque la corolle est totalement ouverte, l'odeur est moins vive et la couleur est plus pâle.
Les racines	D'après Dioscoride, Galien, Avicenne, ils doivent être récoltées au printemps ou à l'automne.	Du fait que l'élaboration des sucres est en relation étroite avec la période de végétation d'une plante et donc par conséquent ces sucres atteignent leur concentration optimale durant ces 2 saisons.

- **I-2-3-3-Précautions générales** [13]

Pour s'assurer que le panier de la cueillette est rempli convenablement, il est important de connaître quelques points qui confèrent une récolte optimale :

- ✚ Toute fleur qui n'a pas sa couleur naturelle est bonne à jeter.
- ✚ Ne jamais arracher la plante entière quand l'organe recherché se trouve au niveau de la partie aérienne de la plante.
- ✚ Eviter de collecter et de mélanger l'espèce recherchée avec d'autres espèces semblables.
- ✚ Ne jamais cueillir toutes les plantes d'une zone donnée pour assurer la régénération de l'espèce.
- ✚ Il faut éviter la collecte dans les zones à risques où l'espèce peut être polluée et puis risque de contenir des substances toxiques.

I-2-4-Origines d'une plante médicinale

- **I-2-4-1-Plantes sauvages**

Les plantes sauvages couvraient la quasi-totalité des besoins thérapeutiques. Aujourd'hui, cette origine est devenue insuffisante pour de nombreux médicaments, en raison des plantes menacées ou en voie de disparition [6].

- **I-2-4-2- Plantes cultivées**

Les plantes médicinales, qu'il faudra replanter chaque année tel que les vivaces n'exigent en général pas de soins particuliers, en effet ; du soleil, un endroit abrité du vent, un arrosage régulier et un sol de bonne qualité suffisent à leur culture.

L'usage des pesticides ou d'insecticides chimiques est à proscrire. Pour les engrais, le plus naturel d'entre eux est « le compost ». Ce mélange de matières organiques en décomposition permet à la fois de recycler les déchets (épluchures, feuilles, herbes) et d'assurer aux plantes un engrais 100% écologique. [14]

I-2-5- Traitements post-collectes des plantes médicinales

Une fois l'opération de collecte terminée, il est question de s'assurer que la matière première collectée subit les traitements post-collecte nécessaires pour en garantir la qualité physico-chimiques et organoleptique.

I-2-5-1-Zone du traitement primaire

Le sol de la zone de traitement doit être facile à nettoyer, non-glissant et sans possibilité de permettre le développement de micro-organismes [13].

I-2-5-2-Le séchage [13]

Le séchage est une étape extrêmement délicate, dont dépend la qualité du produit conservé. Donc afin de ne pas dégrader la qualité de la composition végétale, voici quelque point à suivre durant cette étape :

- ❖ La matière collectée ne doit pas être exposé à la lumière directe du soleil, sauf si cette méthode de séchage est spécifiée afin que ses caractéristiques chimiques et organoleptiques (principalement sa couleur) ne soient pas affectées.
- ❖ La matière première doit être préservée de la pluie et de l'excès d'humidité.
- ❖ La matière collectée doit être étalée en couches fines de quelques centimètres pour assurer un séchage rapide, uniforme et homogène.
- ❖ En cas d'un séchage artificiel (séchoir ou dans des fours en inox) il faut respecter les conditions de séchage (ventilation, température...) spécifique a chaque espèce.

On signale que la durée de séchage du matériel collecté est à respecter en fonction de l'espèce collectée et de la partie de la plante à sécher. Un séchage rapide risque de causer une perte d'huiles essentielles tandis qu'un séchage trop long pourrait développer des altérations microbiologiques au niveau du matériel à sécher.

I-2-5-3-Conservation [13]

Il vaut mieux conserver les plantes séchées dans des sacs en papier kraft ou des boîtes en carton, sans oublier d'y inscrire la date de la récolte et le nom de la plante. Le stockage doit se faire dans un endroit sec, à l'abri de la lumière et de toute source de chaleur.

En principe, les plantes ne se conservent pas plus d'un an (afin de ne pas dégrader leur composition chimique bien que l'efficacité et aussi pour qu'ils ne développent pas d'autre

réaction avec le milieu dont il sont conserver,). En revanche, les racines et l'écorce conservent leurs propriétés pendant deux ans.

I-2-6-Utilisation des plantes médicinales

Pendant longtemps, les plantes ont été utilisées uniquement en nature, sous forme de tisanes ou de poudres [15].

Plusieurs théoriciens ont entrepris d'expliquer l'action des plantes sur l'organisme des êtres vivants qui appelaient la phytothérapie, récemment, des médecins et des professeurs dynamiques ont créé des centres de formation en phytothérapie, ils expérimentent de nouvelles plantes, modernisent la présentation des médicaments et rendent ceux-ci plus efficaces (par exemple les extraits secs des plantes sont prescrits sous forme de gélules) [16]

A l'heure actuelle, les plantes demeurent certainement une source importante de médicaments, soit parce que leurs constituants sont de précieux principes actifs, ou car les chimistes sont parvenus à modifier la structure de certaines molécules qu'elles renferment, afin de les rendre moins toxiques, plus efficaces, ou de leur conférer une meilleure biodisponibilité [17].

I-2-7-Future des plantes médicinales

L'ancienne connaissance des plantes est aujourd'hui en plein renouveau. Plus nous nous éloignons de la nature pour entrer dans le monde des interfaces numériques, de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique, plus nous nous tournons vers la nature comme antidote à nos vies high-tech. Les jardins verticaux dans les tours d'habitation ne sont qu'un exemple de cette tendance en matière de design urbain [18].

Enfin on peut dire que les plantes médicinales sont promises à un bien grand avenir. Environ un demi-million de plantes dans le monde, la plupart d'entre elle n'ont pas encore été étudiées dans la pratique médicale et les études actuelles et futures sur les activités médicales peuvent être efficaces dans le traitement des maladies [19].

I.3-Les huiles essentielles

I-3-1-Définition

Les huiles essentielles sont des substances liquides, odorantes, volatiles, de consistance huileuse, offrant une forte concentration en principes actifs [20]; elle représente l'essence de la plante, autrement dit son parfum [21].

I-3-2 Composition d'une huile essentielle

Les huiles essentielles sont composées de différentes molécules que l'on dit aromatiques, car elles sont très odorantes. Les molécules présentes et leurs proportions modifient les propriétés, le champ d'action et la toxicité des huiles. Il est donc très important de connaître la composition d'une huile essentielle avant de l'utiliser. C'est indispensable pour la sécurité, mais aussi afin d'obtenir l'effet recherché. Les huiles essentielles sont, le plus souvent, composées de quelques molécules présentes en grande quantité et complétées par beaucoup d'autres à l'état de traces ; exemple : les coumarines [22].

En effet, les HEs sont composées uniquement de molécules aromatiques et volatiles et ne contiennent aucun corps gras [23].

Une huile essentielle est constituée de deux fractions :

- 1) La première fraction dite volatile (COV) : une famille de composés largement répandus dans le règne végétal, il s'agit de composés mono voir sesqui terpéniques qui sont formés par la combinaison de deux à trois unités isoprènes [24].
- 2) La deuxième fraction dite non volatile (CONV) : composés aromatiques dérivés du phénylpropane, composés essentiellement de diterpènes et plus, coumarines, flavonoïdes composés csacétyléniques ainsi de lactones sesquiterpéniques, phénols ou polyphénols, jouant un rôle fondamental dans l'activité biologique de la plante [26].

En effet, les composés non volatils sont beaucoup moins fréquents que ceux dits volatils.

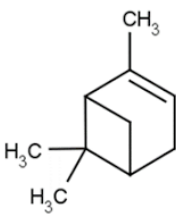
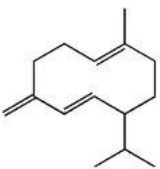
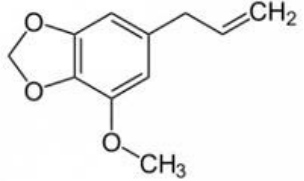
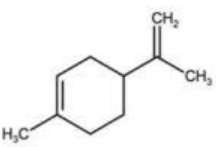
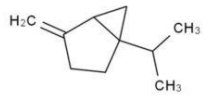
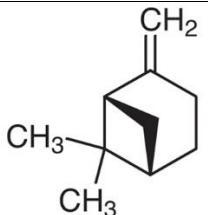
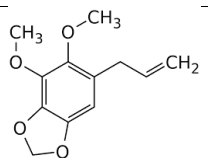
- 3) Autres composés d'origines diverses : Certains composés aliphatiques de faible poids moléculaire sont entraînés lors de l'hydrodistillation des huiles essentielles à savoir les oxydes, acides, alcools, aldéhydes, esters, parfois on trouve même des composés azotés et soufrés.

I-2-4-les composés terpéniques les plus répandus et leurs activités

La connaissance de la composition chimique d'une huile essentielle est primordiale pour une utilisation efficace et sécurisée [26].

De nombreuses activités pharmacologiques ont été rapportées par les chercheurs concernant le sujet des composés chimiques des huiles essentielles issu des plantes, on a choisi quelques composants souvent les plus trouvées dans les majorités des huiles essentielles.

Tableau 2: structures et activités de quelques composants des huiles essentielles.

composés	structures	Type d'huiles essentielles	activités
α-pinene		monoterpènes	Anti-inflammatoire [27]
germacrène D		sesquiterpènes	
la myristicine		Les oxydes	
le limonène		monoterpènes	Antioxydant. Anti-inflammatoire. Anti-stress [28]. Antibactérien.
le sabinène		monoterpènes	Antifongique. Antioxydant. Antibactérien. [29]
β-pinene		monoterpènes	Anti-inflammatoire. Apaisement de la douleur [30].
Dill apiole		Les oxydes	Anti-inflammatoire [31][32].

Des études suggèrent que l' α -pinène peut arrêter la progression des tumeurs, alors qu'il a été démontré que le limonène réduit les marqueurs inflammatoires liés à l'arthrose, une affection caractérisée par une inflammation chronique. La recherche la plus novatrice montre que le limonène est un traitement efficace contre le cancer [28] tandis que la myristicine [33] [34] joue le rôle d'antidépresseurs et agents de protection cellulaire, bien que le sabinène a fait l'objet d'études pour son rôle dans la résolution des problèmes de peau, le traitement des douleurs arthritiques et l'aide à la bonne digestion [29].

Certaines huiles essentielles contenant des quantités importantes de germacrène D, comme l'huile de sauge sclarée, ont des propriétés narcotiques légères. En fait, les chercheurs ont découvert que la respiration de l'huile de sauge sclarée peut augmenter la quantité d'ocytocine dans la salive d'une personne, ce qui signifie qu'elle est empiriquement liée à l'amélioration de son moral [35].

I-2-5- Les facteurs en cause dans la variation de la composition des huiles essentielles d'une même espèce [37]

La composition chimique d'une huile essentielle peut varier considérablement :

- ❖ Dans une même plante selon l'organe distillé (feuille, fleur, fruit, bois).
- ❖ Pour une même plante dans la même année selon la saison.
- ❖ Pour une même espèce selon les conditions de culture (ensoleillement, humidité, longueur du jour, fertilité du sol).
- ❖ Pour une même espèce selon les races chimiques ou chémotypes (l'exemple classique est le thym avec 7 races chimiques).

I-2-6- Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des huiles essentielles :

- ❖ Les huiles essentielles sont des composés volatiles au fait de leur masse moléculaire faible ils sont à l'état liquides à température ambiante [37]
- ❖ Elles sont solubles dans les solvants organiques et entraînaibles à la vapeur d'eau mais très peu soluble voir insoluble dans l'eau (du fait qu'elles sont hydrophobes). [38]
- ❖ La densité généralement inférieure à celle de l'eau (à l'exception les huiles essentielles de Cannelle, Girofle et Sassafras sont plus denses que l'eau) [39]
- ❖ Elles sont odorantes, et la plupart colorées (leur couleur varie selon la plante aromatique utilisée) [40]

- ❖ Elles sont sensibles à l'oxydation par conséquent leur conservation, nécessite de l'obscurité et de l'humidité ; de ce fait l'utilisation de flacons en verre opaque est conseillée. [41]
- ❖ Elles sont inflammables et ne contiennent aucun corps gras. [37]
- ❖ Elles sont constituées de molécules à squelette carboné, le nombre d'atomes de carbone étant compris entre 5 et 22 (le plus souvent 10 ou 15). [38] ($22 \times 12 = 264 \text{g/mol}$, lorsque la masse moléculaire du squelette atteint 300g/mol , le composé devient un solide).

I-2-7- Conservation des huiles essentielles [42 ,43].

La conservation des huiles essentielles nécessite de respecter forcément certaines règles:

- 1) N'exposez pas les huiles essentielles à la lumière et conservez-les dans des bouteilles en verre ambré ou foncé.
- 2) Il faut les tenir loin des sources de chaleur.
- 3) Il faut bien refermer les flacons après usage, car les huiles essentielles sont volatiles, par conséquent elles s'évaporent dans l'atmosphère et perdent progressivement leurs propriétés et leur arôme.
- 4) Les flacons doivent être stockés en position verticale, car en position horizontale il y a un risque que le bouchon soit attaqué par l'huile (les huiles essentielles ont une action corrosive sur le plastique).

Dans ces conditions, les huiles essentielles se conservent plusieurs années, elles ont même tendance à se bonifier avec le temps, à l'exception des huiles essentielles extraites des zestes d'agrumes qui ne se conservent pas plus de deux ans.

Chapitre 99 :
Présentation de la plante
étudiée

II.1-les apiacées

II-1-Généralités sur la famille des apiacées

Apiacées anciennement appelées Umbellifères, c'est une famille relativement homogène, caractérisée par son inflorescence typique, qui est l'ombelle. Il s'agit de plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, parfois arbustives. Les feuilles sont alternes, composées. Souvent, les pétioles sont élargis à leur base, engainant la tige. La tige est souvent creuse, les fleurs sont réunies en ombelles simples ou composées, munies de bractées appelées involucelles à la base. Le calice est constitué de cinq sépales (5S), La corolle est constituée de cinq pétales libres (5P), de type actinomorphe. Androcée est composé de cinq étamines (5E), gynécée ou pistil est composé de deux carpelles (2C). Les fruits sont formés de 2 méricarpes accolés à un axe central, le carpophore, se séparant à maturité [44] [45] [46] Les racines, tiges et feuilles sont parcourues par des canaux sécréteurs qui contiennent un mélange d'essences et de résines, ce qui explique l'odeur forte qui se dégage des apiacées lorsqu'on les écrase [47].



Figure N°1: illustration des apiacées (Umbellifères)

II-2-Classification de la famille des apiacées

Les plantes de la famille des apiacées appartiennent à l'embranchement des spermatophytes (ovule) car ce sont des plantes à graines. Les spermatophytes sont classées en deux catégories [48] :

- les gymnospermes qui sont des plantes à ovules nus [49] (Figure 2), à savoir :

Gymno = nu, et sperme = graine.

- les angiospermes (plantes à ovaire) qui par évolution ont des ovules protégés par des ovaires [49]. (Figure 3)

Pour résumer, on peut situer la famille des apiacées comme suit :[50]

- **Règne :** *Eucaryote*
- **Sous-règne :** *Cormophytes*
- **Embranchement :** *Spermatophytes (plantes à graine)*
- **Sous-embranchement :** *Euangiospermes (plantes à ovaire)*
- **Classe :** *Eudicotylédones (embryon à deux cotylédons)*
- **Sous-classe :** *Astériidae*
- **Ordre :** *Apiales*
- **Famille :** *Apiaceae*



Figure 2 : catégorie des gymnospermes

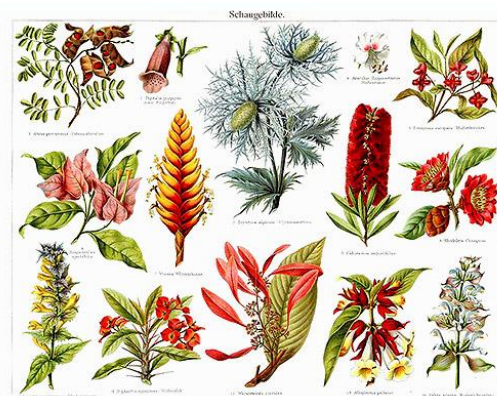


Figure 3 : catégorie des angiospermes

II-3-Répartition géographique mondiale

Cette vaste famille rassemble environ 3500 espèces réparties en 446 genre, mais elle est particulièrement représentée dans les régions tempérées de l'hémisphère nord et des montagnes tropicales [51]

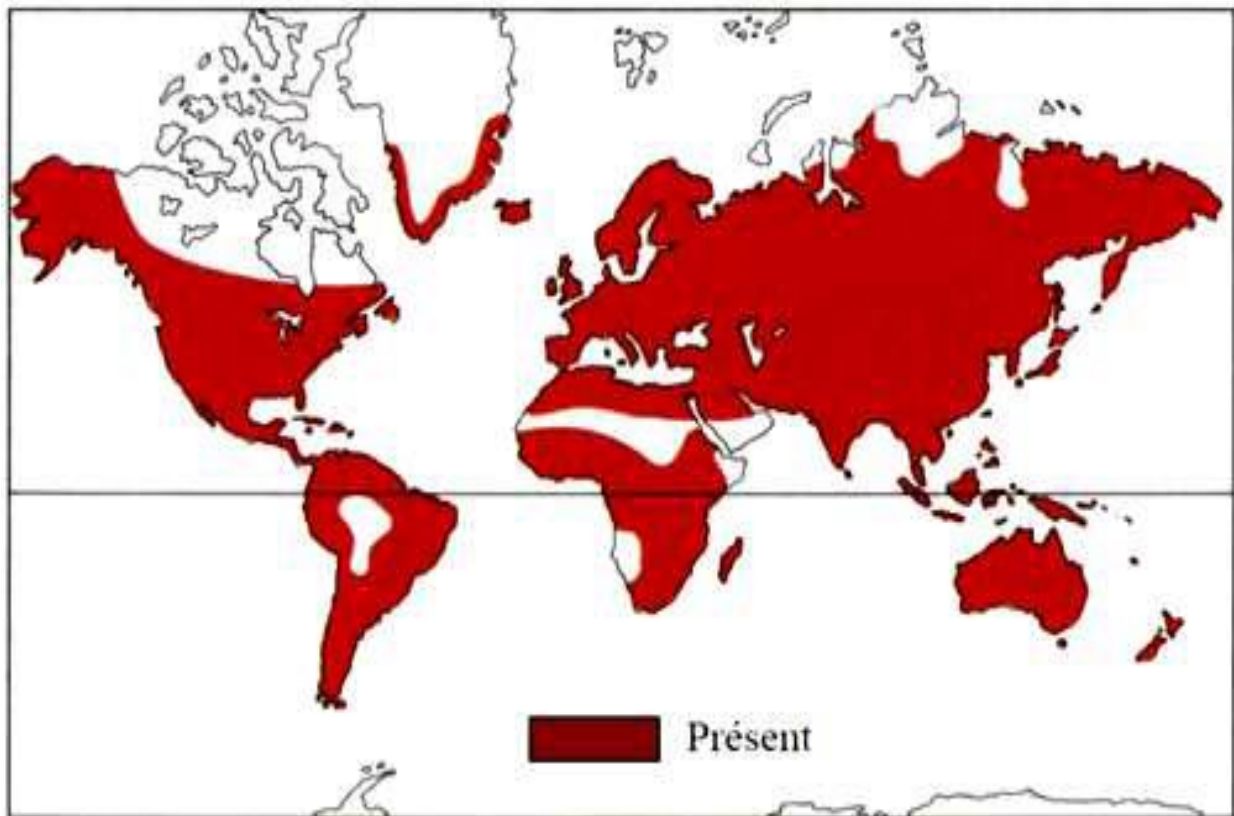


Figure 4 : Répartition géographique mondiale des Apiacées [52].

Les genres de la famille d'apiacées présentent une répartition entre les divers continents, avec une prédominance pour le continent asiatique avec 265 genres suivi par L'Amérique et l'Europe par 197 et 139 genres respectivement.

Tableau 3 : Répartition mondiale des genres d'apiacées [52].

Continent	Genres	Endémiques
Asie	265	159
Amérique	197	52
Europe	139	29
Afrique	126	50
Australie	36	11

En Algérie la famille des apiacées occupe une place importante dans la flore algérienne où elle est représentée par 56 genres, 130 espèces (dont 24 endémiques) et 26 sous espèces [53].

Le tableau 4 nous montre les différents genres de la famille des apiacées qui existe en Algérie.

Tableau 4 : Genres des apiacées rencontrés en Algérie [54].

Genre	Nombre d'espèces	Nombre de sous espèces	Espèces endémiques
<i>Ammi</i>	2		
<i>Ammiopsis</i>	1		
<i>Ammodaucus</i>	1		
<i>Ammoides</i>	2		1 (<i>A. atlantica</i>)
<i>Anethum</i>	1		
<i>Anthriscus</i>	2		
<i>Apium</i>	1		
<i>Balansaea</i>	1		1 (<i>B. glaberrima</i>)
<i>Bifora</i>	1		
<i>Brachyapium</i>	2		
<i>Bunium</i>	7		4 (<i>B. fontanesii</i> , <i>B. chaberti</i> , <i>B. elatum</i> , <i>B. crassifolium</i>)
<i>Bupleurum</i>	14		5 (<i>B. plantagineum</i> , <i>B. atlanticum</i> , <i>B. montanum</i> , <i>B. balansae</i> , <i>B. oligactis</i>)
<i>Capnophyllum</i>	1		
<i>Carum</i>	2		2 (<i>C. montanum</i> , <i>C. foetidum</i>)
<i>Caucalis</i>	4		1 (<i>C. bifrons</i>)
<i>Chaerophyllum</i>	1		
<i>Conium</i>	1		
<i>Conopodium</i>	1		
<i>Coriandrum</i>	1		
<i>Crithmum</i>	1		

<i>Cuminum</i>	1		
<i>Danaa</i>	1		
<i>Daucus</i>	11	8	
<i>Echinophora</i>	1		
<i>Elaeoselinum</i>	2		
<i>Eryngium</i>	7		
<i>Ferula</i>	5		2 (<i>F. Cossoniana</i> , <i>F. vesceritensis</i>)
<i>Foeniculum</i>	1	3	
<i>Helosciadium</i>	3		
<i>Heracleum</i>	1	2	
<i>Hippomarathrum</i>	1	2	
<i>Hohenackeria</i>	2		
<i>Hydrocotyle</i>	1		
<i>Kundmannia</i>	1		
<i>Magydaris</i>	2		
<i>Malabaila</i>	1	1	
<i>Margotia</i>	1		
<i>Oenanthe</i>	6		1 (<i>Oe. Virgata</i>)
<i>Orlaya</i>	3		
<i>Petroselinum</i>	1		
<i>Peucedanum</i>	3		1 (<i>P. munbyi</i>)
<i>Pituranthos</i>	4	5	4 : (<i>P. reboudii</i> , <i>P. scoparius</i> , <i>P. battandieri</i> , <i>P. chloranthus</i>)
<i>Physocaulos</i>			1
<i>Pimpinella</i>	2		
<i>Reutera</i>	1		
<i>Ridolfla</i>	1		
<i>Sanicula</i>	1		
<i>Scandix</i>	3		

<i>Seseli</i>	4		
<i>Sison</i>	1		
<i>Smyrniium</i>	2		
<i>Thapsia</i>	3		
<i>Tinguarra</i>	1		
<i>Tordylium</i>	1		
<i>Torilis</i>	2		
<i>Turgenia</i>	1		

La constatation du contenu de cette liste permet de faire le point sur la diversité génétique algérienne de cette famille.

II-4- Intérêt de la famille des apiacées

L'étude des apiacées est très intéressante pour les types de produits chimiques qu'elles possèdent, qui doivent certainement trouver leurs applications dans plusieurs domaines.

II-4-1- Intérêt économique

Les apiacées renferment de nombreuses plantes alimentaires et aromatiques [55] : *Anethum graveolens* L. (l'aneth), *Apium graveolens* L. (le céleri), *Coriandrum sativum* (le coriandre), *Cuminum_cyminum* (le cumin), *Foeniculum vulgare* (le fenouil), *Pastina casativa* L. (le panais), et *Pimpinella anisum* L. (l'anis).

D'autres apiacées sont utilisées comme additifs naturels dans l'industrie alimentaire, certaines espèces sont comestibles, telles que : *Daucus carota* (carotte), *Pastina casativa* (panais), *Foeniculum vulgare*, etc. Certaines espèces sont utilisées comme condiments ou épices, comme *Carum carvi* (cumin), *Pimpinella anisum* (anis), *Foeniculum vulgare* var. (fenouil) et *Coriandrum sativum* (coriandre).

D'autres sont utilisées comme arômes pour les boissons, tel est le cas d'*Angelica archangelica* (angélique), *Laserpitium gallicum* et plusieurs espèces d'*Heracleum* [56] [57]. Certains genres sont cependant très toxiques, comme *Conium* (la grande ciguë, dont on dit qu'elle a été utilisée pour le suicide de Socrate), et *Cicuta* (la ciguë vireuse).

II-4-2- Intérêt médical

Parmi les genres cités dans le tableau 3 on trouve :

L'anis (*Pimpinella anisum* L.), le carvi (*Carum carvi* L.), la coriandre (*Coriandrum sativum* L.) et le fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.) qui ont une importante activité antispasmodique [58].

Anethum graveolens (aneth) : propriétés analogues à celle de l'anis et du fenouil autrement dit antispasmodique digestif, eupeptique, carminatif et diurétique [59].

Angelica archangelica (angélique) : la racine contient une furocoumarine, l'angélicine qui possède une activité sédatrice. L'angélique doit à son essence ses propriétés stomachiques, eupeptiques et carminatives [60].

II-4-3- Intérêt alimentaire

Certaines plantes de la famille des apiacées peuvent être utilisées comme aliments. Les racines de la carotte (*Daucus carota* L.), du panais (*Pastinaca sativa* L.) et du céleri (*Apium graveolens* L.) peuvent être consommées ainsi que les feuilles de persil (*Petroselinum crispum* L.) et de céleri. Le cerfeuil (*Anthriscus cerefolium* L.) est utilisé en tant que condiment (le cumin, *Cuminum cyminum* L.). Les souches et le pétiole d'angélique (*Angelica archangelica* L.) sont utilisées en confiserie car elles sont riches en glucides [51] [58].

II.2- L'espèce *Pituranthos scoparius*

II-2-1-Introduction

Le genre *Pituranthos* possède plus de vingt espèces, certaines sont spécifiques à l'Afrique du nord et sont souvent rencontrées dans les régions arides ou désertiques dont le potentiel floristique algérien de ce genre (nommé « Guezzah ») comporte quatre espèces endémiques : *P. reboudii*, *P. scoparius*, *P. battandieri* et *P. chloranthus* [53].

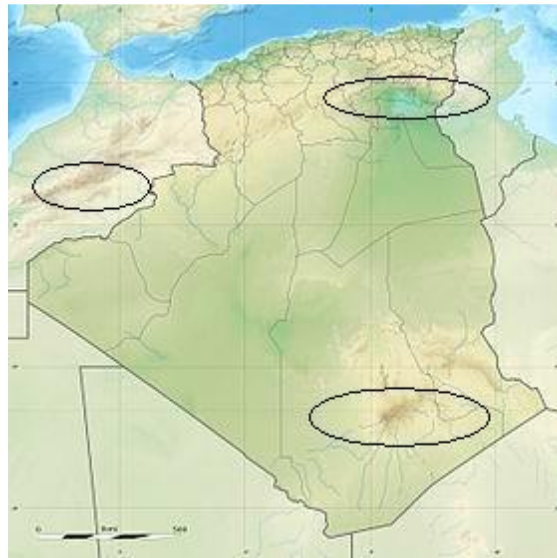


Figure 5: Répartition géographique de *Pituranthos scoparius* en Maghreb arabe

II-2-2- identification et caractéristiques

II-2-2-1- Place dans la systématique [53]

- **Embranchement:** Spermatophytes
- **Sous embranchement:** Angiospermes
- **Classe:** Eudicots
- **Sous classe:** Astéridées
- **Ordre:** Apiales
- **Famille:** Apiaceae.
- **Genre:** *Pituranthos*
- **Espèce:** *Pituranthos scoparius* (Coss. & Dur.) Benth. et Hook.
- **Noms vernaculaires:** Gouzah [62]. Qessou [53]

II-2-2-2-Description botanique

P. scoparius est une plante vivace formant des touffes dressées à tiges non divariquées, en général totalement aphyllé [53], les tiges florifères sont à ombelles latérales à pédoncule court (1-3cm) et dressées, de 40 à 80 cm de haut, formant des touffes denses qui envoient latéralement de courts rameaux rigides, avec des fleurs blanches et des petits fruits [53] [63].

C'est une plante endémique qui se développe spontanément dans le nord de l'Afrique (Algérie, Maroc, Tunisie et Mauritanie). Cette espèce végétale est présente dans les pâturages rocaillieux dans les hauts plateaux et dans tout le Sahara [53] [64].

II-2-2-3-Ethymologie et nom commun

Le mot *Pituranthos* dérive de 2 mots grecs : [63]

Pituron = son de blé.
anthus = fleur.

Nom en français :

- Pituranthos à balai [61].

Noms en arabe :

- Guezzah ou bien Gouzzah [53].

Nom en berbère

-Tattayt ou bien Tattai [61].

Selon Ozenda, Cette plante est aussi bien connue sous le nom de *Deverra scoparia* Coss. & Durieu [45].

II-2-3-comment différencier entre les espèces *Pituranthos* ?

Les ombellifères sahariennes sont différentes les unes des autres et leur détermination n'offre pas de grandes obstructions.

Cependant, la distinction entre les espèces de *Pituranthos* est souvent difficile [65]

En effet, elles ne se distinguent les unes des autres que par la couleur des fleurs et la taille de leur pédoncule (figure 5) [66].

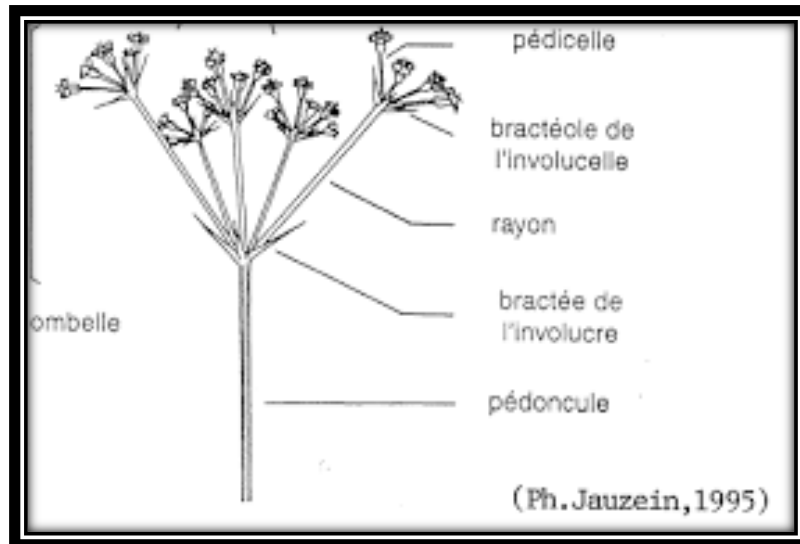


Figure 6 : nomenclature des différentes parties des ombellifères

II-2-4- Monographie de l'espèce *Pituranthos scoparius*



Figure N°7: *Pituranthos Scoparius* dans son milieu naturel.



Figure N°8: une zone de récolte de *pituranthos scoparius* (Aïn el Bell, 2019).

II-2-5-Usage et connaissance locale

En médecine traditionnelle, les feuilles et les tiges de l'espèce *pituranthos scoparius* sont utilisées pour le traitement de l'asthme, la rougeole, les troubles digestifs et les soins des spasmes et douleurs [67].

Le décocté et l'infusion des feuilles et des fleurs est souvent utilisés pour le traitement d'hépatite et de diabète ainsi que pour les infections urinaires [70].

La plante est utilisée aussi contre les piques des scorpions et les morsures des vipères. Certains recommandent l'application locale de la poudre des feuilles en cataplasme, afin de soulager les douleurs rhumatismales [69].

La décoction des parties aériennes est également utilisée dans le traitement de la diarrhée et de l'eczéma [61].

Les Touaregs aussi utilisent cette plante pour aromatiser les préparations culinaires ainsi que le pain [68] [71], tandis que dans la région de Msila, les parties aériennes sont utilisées en décoction contre les troubles digestifs [72].

II-2-6- Etudes chimiques antérieures

II-2-6-1-Huiles essentielles et compositions chimiques

De nombreuses études ont été réalisées sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Pituranthos scoparius* obtenue par hydrodistillation des parties aériennes récoltées en Algérie que ce soit tiges, fleurs ou bien graines.

Selon la littérature, ces huiles essentielles englobent les monoterpènes bien que les phénylpropanoïdes comme composés majoritaires.

La toute première étude sur le sujet d'extraction des huiles essentielles de cette espèce a été réalisée en 1999 par **Vernin *et al.*, 1999** [73], avec une cueillette hivernale des graines et des tiges en 1989 à Ain Diss (Oum El Boughi, Est de l'Algérie). Les résultats ont montré une variation remarquable entre les pourcentages de présences des métabolites secondaires contenus dans ces derniers. L'huile essentielle des tiges contient de l' α -pinène (34%) et de l'apiole (15%) comme composés majoritaires, alors que celle des graines est riche principalement en apiole (52%), suivi de l'acétate de bornyle (21%) et de l' α -pinène (11%).

Avril 2001, dans la région de Ghardaïa (Sud de l'Algérie). **Vérité [74]** a fait la récolte des mêmes parties aériennes de cette espèce (les graines et les tiges), puis en 2004 **Vérité *et al*** ont réalisés une comparaison quantitative et qualitative des deux huiles obtenues de ces parties du même végétal à savoir : l'huile essentielle des tiges contient du germacrène D (12,7%), du limonène (9,8%), de la myristicine (7,2%), de l' α -phellandrène (7,1%), de l' α -pinène (6,8%), du méthyleugénol (5,9%), du spathuléol (4,5%), du *p*-cymène (4,2%), du β -eudesmol (4,1%) et de l' β -pinène (3,8%) comme composés majoritaires. Par contre, les composés majoritaires de celui des graines étaient : apiole dill (12,2%), limonène (11,2%), myristicine (11,1%), α -pinène (8,2%), *p*-cymène (7,5%), thymol (5,9%), β -pinène (4,6%) et α -phellandrène (4,0%).

En avril 2011, l'huiles essentielles des graines et des tiges a été le même sujet d'étude pour **Gourine**, dont la récolte a été faite dans différentes régions de l'Algérie (Ghardaïa : 7 échantillons, Laghouat 2 échantillons et Djelfa : 3 échantillons), il a remarqué que les parties aériennes peuvent être très riche ou très pauvre en limonène, dill apiole et myristicine.

Gourine [75] a signalé que la région de Ghardaia comporte le pourcentage le plus élevé du chémotype limonene avec un écart de (32.7-66.5%) alors que les régions de Laghouat et Djelfa connaissaient un écart de (4%-30%), le α -pinène possédait un pourcentage très élevé à Sidi-makhlof et Ain-mahd dans la région de Laghouat (4.4%-11.2%), suivi par les phénylpropanoïdes présenter majoritairement par la myristicine (tr-31, 1%). Bien que celles

issues des échantillons récoltés dans la région de Laghouat et de Djelfa étaient dominée par l'apiole dill (1,4-47,3%) et l' α -pinène (23,7-35,8%). Toutefois, d'autres composés sont présents en quantités appréciables, à savoir : le β -pinène (1,7-5,3%) et l'acétate de bornyle (tr-9,6%).

Pour la même année, mais à une différente saison, **Smaili et al** [76] ont fait état de la composition d'un échantillon d'huile essentielle extraite de fleurs récoltées dans la région de M'sila durant l'automne. Les résultats ont montré une forte teneur en monoterpènes ainsi que les phénylpropanoïdes, à savoir : la myristicine (24,1%), l' α -pinène (17,4%) et l' α -phellandrène (15,6%). D'autres composés sont présents à des teneurs appréciables, notamment: sabinène (7,5%), β -phellandrène (6,1%), (Z)- β -ocimène (4,7%), germacrène D (4,0%), β -pinène (3,7%) et apiole dill (3,4%).

En 2012 **Kalla** [79] a fait l'innovation et il a pu détecter quelques nouveaux composés chimiques pour la première fois dans les huiles essentielles de *Pituranthos scoparius* voire : 1-cyclohexyliden-2-méthylpropène (12.89%), 3-méthyl-7-méthoxy-2-benzopyran-1(1H)-one (19.46%),(z)-3-(3,4,5-triméthoxyphényl)-2-propenal(3.74%)

Décembre 2012 ; les résultats publiés par **Lograda et al** [80] étaient en accord avec celle **Hammiche and Maiza, 2006; Smaili et al., 2011; Gourine et al., 2011**. En effet, **Lograda** a comparé entre les résultats des trois derniers auteurs avec ses siens, Les composés détectés dans les échantillons des huiles essentielles d'une cueillette automnale à M'sila, Biskra et Batna étaient généralement similaires à ceux précédemment signalés par **Hammiche et Maiza, 2006 Smaili et al., 2011 ; Gourine et al., 2011**. En particulier : α -pinène (8.3–23.3%), sabinène (14.8–24.8%), β -pinène (2.8–5.1%), α -terpinène (3.7–7.7%), α -phellandrène, limonène (0.7-2.5%) et dill-apiole (0.4–16.8%). De plus, **Lograda** a noté une diminution de la concentration en α -pinène d'est en ouest et que les concentrations des composés présentent une certaine variabilité au niveau des zones d'échantillonnage.

Karim et al (janvier 2013)[81], ont réalisé l'extraction par hydrodistillation des huiles essentielles de la partie aérienne de l'espèce *Pituranthos scoparius* de deux populations de la région de Biskra (El-kantra et Méchonche), l'analyse a montré que ces huiles essentielles sont caractérisées par la présence de l' α -pinène, le sabinène, le dillapiole et le myristicine en grand pourcentage dans les deux régions , à savoir que dans la région de El-Kantara : sabinène

18.91% , pinène 8.28%, myristicine 7.61% et le dill apiole a 6.61%. D'autres constituants sont présents en concentrations moindres, l' α -pinène (8,28 %), le dillapiole (6,61 %) et le myristicine (7,61 %). Bien que à Méchouneche : sabinène 24.81% suivi par ill apiole 16.77% et le pinène 13.42%, D'autre composé étaient présent mais a des concentrations inférieures tel que Myrcène 1.2%, limonene 2.5% le terpinène-4-ol (4,58%) et le β -pinène (4,50%).

En avril 2014 l'étude de la composition chimique de deux échantillons d'huile essentielle de parties aériennes fraîches et séchées (feuilles et tiges) de *Pituranthos scoparius* récoltées à Souk Ahras (Est de l'Algérie) a été faite par **Chikhouné et al. (2016)** [78]. Les deux huiles présentent une composition dominée respectivement par l' α -pinène (34,4% et 23,6%), le sabinène (16,3% et 26,5%), le *p*-cymène (10,1% et 8,6%) et le terpinéol-4 (4,1% et 9,7%). Cette étude a montré aussi l'absence totale de phénylpropanoïdes dans ces huiles.

Décembre 2016, **Ksouri et al** [77] se sont également penchés sur la composition d'un échantillon d'huile essentielle des parties aériennes de cette même plante collectée au mois de mars 2012 dans la région de Tamanrasset (Hoggar, Sud algérien). Cet échantillon est caractérisé par une teneur élevée en limonène (46,9%). D'autres composés sont présents à des teneurs appréciables, il s'agit de : le 1,8-cinéole (7,6%), le spathulénol (2,5%) et le β -eudesmol (2,4%). L'ar-Curcumène (3,2%) est le sesquiterpène hydrocarboné présent également en quantité appréciable. Parmi les composants inhabituels des huiles essentielles, ces auteurs avancent la présence de deux isomères, notamment: (3*Z*)-butylidène phtalide (2,6%) et le (3*E*)-butylidène phtalide (1,2%).

Depuis peu, **Malti (2019)**[82] a prélevé un total de 93 échantillons des parties aériennes de l'espèce *pituranthos scoparius* dans 5 stations différentes de l'Algérie (Ghardaïa, Biskra, Batna-Fesdis, Batna-Djerma et Béchar) sont sujet de travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des huiles essentielles des parties aériennes de cette espèce végétale à travers la détermination de la composition chimique en fonction du cycle de développement de la plante et pendant deux périodes de développement (printemps, automne).

Les résultats ont montré que tous les échantillons sont caractérisés par une forte proportion de monoterpènes hydrocarbonés (sabinène, limonène, α -pinène) et/ou de phénylpropanoïdes (6-méthoxy élémicine, myristicine et apiole dill). A signaler que les teneurs des composés majoritaires varient considérablement d'un échantillon à l'autre : 6-méthoxy élémicine (0,0-58,2%), sabinène (1,1-32,4%), élémicine (0,0-29,1%), limonène (0,7-26,7%), myristicine (tr-20,1%), apiole dill (0,0-18,0%), α -pinène (0,7-17,1%), α -phellandène (tr-15,4%), (Z)-ligustilide (0,0-9,7%) et germacrène D (0,2-9,5%).

II-2-6-2- Les extraits et les rendements

L'analyse phytochimique des extraits de *Pituranthos scoparius* a révélé une composition et une répartition variable en métabolite secondaire bien que des activités antioxydantes et antimicrobiennes remarquables, les résultats annoncés par les chimistes au sujet des extraits de cette espèce sont très prometteur et encouragent à faire plus de recherches dans un futur proche.

Les travaux réalisés par **Adida (2015)** [83] au sujet des extraits de *pituranthos scoparius* ont montré que la variabilité en métabolites secondaires est due à trois critères :

- Selon la partie de la plante (partie aérienne ou partie souterraine).
- Selon le solvant utilisé (du moins polaire au plus polaire).
- Selon la méthode d'extraction pratiquée (macération ou extraction sous reflux).

En effet, les résultats relatifs des rendements obtenus par différents solvants et en utilisant la méthode de macération montrent que les extraits bruts de la partie aérienne (tiges et fleurs) sont récupérés avec un meilleur rendement par rapport à la partie souterraine (les racines), elle a signalé que l'extrait aqueux donne un rendement plus élevé pour les deux parties de la plante, à savoir : les rendements sont d'une valeur de 9.63% pour la partie aérienne et 5% pour la partie souterraine, en revanche, la méthode d'extraction par reflux à donner des rendements relativement faible par rapport à celle de macération, de même, l'extrait aqueux à donner le rendement le plus élevé (en comparant aux autres extraits) pour la deuxième fois, à savoir: 8% pour la partie aérienne et 3% pour la partie souterraine.

Concernant le pouvoir antioxydant, les résultats énoncés par **Adida et al. (2015)** [84] après l'évaluation de la capacité antioxydante de plusieurs extraits (hydro-méthanolique, fraction hexane, fraction éther diéthylique, fraction butanolique et fraction d'acétate d'éthyle) ont montré que la partie souterraine (les racines) est d'une grande activité antioxydante par rapport à la partie aérienne.

Au sujet du pouvoir antibactérien, les résultats de Adida et al. (2015) [85], ont montré que c'est la partie aérienne qui présente un meilleur pouvoir que la souterraine, plus précisément parmi les extraits dont l'activité antibactérienne a été étudiée, à savoir : l'extrait aqueux, méthanolique, chloroformique et d'acétone, c'était l'extrait d'acétone qui a donné le meilleur pouvoir antibactérien.

*Chapitre 999 : Partie
pratique*

III-1-Introduction :

Après avoir eu une bonne base de connaissances sur cette espèce, nous avons décidé de poursuivre l'étude comparative des travaux réalisés sur le sujet des huiles essentielles obtenus de *pituranthos scoparius* récolté dans des différents coins de l'Algérie.

Les travaux collectionnés des différents auteurs (7 travaux) sont mentionnés avec des détails nécessaires dans un grand tableau comparatif (**Tableau N°5**).

L'objectif de notre recherche est la détermination de la composition chimique majoritaire et puis les métabolites secondaires ayant une forte teneur dans chaque localité où le *pituranthos scoparius* pousse, ensuite nous nous sommes mis à une comparaison approfondie de ses dernières selon plusieurs critères différents :

- La région géographique de récolte.
- La partie du végétal pris dans chaque étude.
- Enfin selon la période de récolte pour chaque auteur (du début de floraison jusqu'au fin de fructification).

Les résultats de cette étude ont amené beaucoup de remarques appréciables et promettent d'une future étude de recherche phytochimique dans le sujet de cette espèce endémique.

III-2-Description des travaux

III-2-1-Techniques d'extraction

La technique d'extraction des huiles essentielles de *pituranthos scoparius* utilisée par les sept chercheurs été l'hydrodistillation (type Clevenger) (Figure N°9), Le principe consiste à immerger une certaine masse végétale dans de l'eau distillé sans avoir rempli le ballon afin d'éviter le débordement lors de l'ébullition. À pression atmosphérique et sous l'action du chauffage, les vapeurs chargées d'huiles essentielles passent à travers le vertical, puis dans le réfrigérant où aura lieu la condensation. Les gouttelettes ainsi séparées s'accumulent dans le tube rempli au préalable d'eau distillée. En raison de la différence de densité, l'huile essentielle surnage la surface de l'eau.



Figure N°9 : Description schématique du système d'extraction par hydrodistillation

Tableau N°5 : Quantité et temps d'hydrodistillation prises pour chaque groupe d'étude.

Auteur	Quantité de la matière végétale	Temps d'hydrodistillation
Kalla	200 g	5 heures
Karim	100 g	3 heures
Malti	140-300 g	2 heures
Vérité	200 g tiges 130 g graines	4 heures
Chikhouné	150 g	4 heures et 30 min
Smaili	150-300 g	2-3 heures

III-3-Analyse statistiques des données théoriques

Tableau N°6 : Tableau comparatif des travaux réalisés sur *pituranthos scoparius* en Algérie

auteur	Ksouri et al (2012)	Chikhoun et al (2014)	Karim et al (2009-2010)		Malti (2016-2017)				Vérité et al (2008)	Kalla (2008)	Smaili (2010)		
Région	Hoggar	Souk Ahras	Biskra		Batna		Bechar		Ghardaïa		Msila		
Saison	Hiver	Printemps	Automne		Fin d'été - automne		Printemps		automne	Printemps		Hiver	
La Flore	Partie aérienne		Partie aérienne						Graines	Tiges	Partie aérienne	automne	
N.C.I	46	48	29	41	55	56	40	42	51	52	57	31	31
R %	0.40	0.50	0.25		(0.16 – 0.99)				0.50	0.77	0.25	1	
Total %	85.5	92.8	85.5	76	97	96	97.7	99	95.7	89.4	95.5	97.9	99.8

R % : Rendement. , N.C.I : Nombre de composés identifiés. , Total % : la totalité en pourcentage des composés identifiés dans l'huile essentielle.

III-3-1-Effet saisonnier sur l'évolution de la composition chimique des huiles essentielles de *pituranthos scoparius*

Afin de mettre en évidence la relation entre la croissance de l'espèce *pituranthos scoparius* et la saison, on a choisi d'analyser et de comparer les études de Vérité et al, Kalla et Malti, chaque étude a été réalisée à une saison différente mais toutes ont eu lieu dans la même région, celle de Ghardaïa. Ce qui nous donne l'opportunité de comparer leurs travaux selon les saisons de récolte.

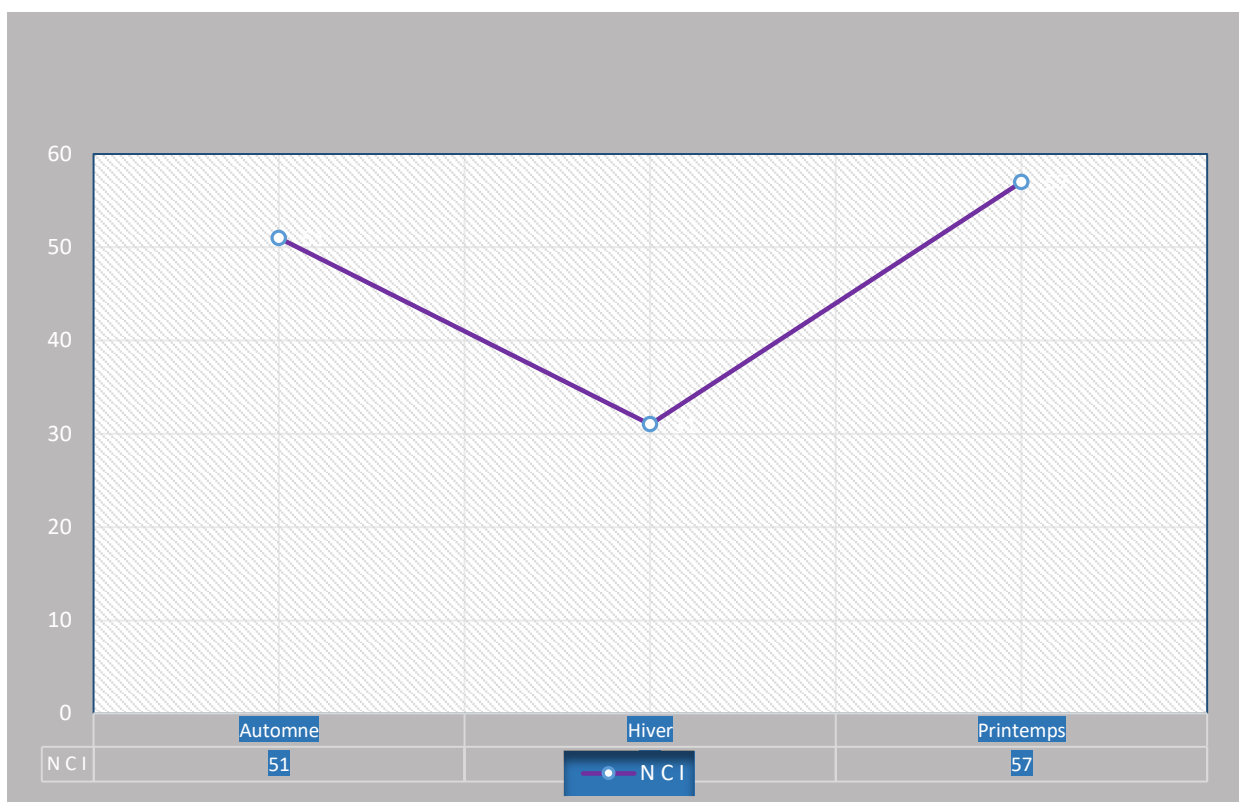


Figure N°10 : Courbe de la variation du nombre de composés identifiés dans l'huile essentielle de *P. scoparius* en fonction des 3 stades de développement / Ghardaïa

D'après cette courbe on remarque deux types d'évolution du nombre des composés chimiques (métabolites secondaires) pendant les trois saisons de l'année et trois stades de développement de la plante.

Analyse et discussion

- 1^{ère} évolution

La courbe est décroissante à partir de l'automne (51 composées) jusqu'à l'hiver (31 composées) ; ceci est traduit par une décroissance des métabolites secondaires produits par la plante en passant d'une saison peu froide à une saison plus au moins froide ce qui nous amène à constater que le facteur climatique influe et sur la co-évolution et sur la synthèse des métabolites secondaires (synthétisés à partir des métabolites primaires à leur tour par la plante), autrement dit que l'autodéfense de la plante est bien réservée selon la saison.

- 2^{ème} évolution

La courbe est croissante à partir de la saison d'hiver (31 composés) jusqu'au printemps (57 composées) ; ceci est traduit par la croissance des métabolites secondaires produits par la plante en passant de la saison froide à une saison aux températures et conditions climatiques 'douces' favorables à la croissance de l'espèce végétale. L'autodéfense de la plante est également bien réservée selon le passage saisonnier.

D'après les observations triées on arrive à des notes générales au sujet du comportement de l'espèce végétale selon la saison :

- ✓ Le développement des espèces végétales varie selon la saison.
- ✓ Il est apparu de façon évidente que les métabolites secondaires jouent un rôle prédominant dans l'adaptation des végétaux à leur environnement.
- ✓ La poussée de la plante est liée à certains facteurs biotiques et abiotiques qui interagissent pour créer un environnement équilibré dans lequel la vie peut se développer.

Afin de savoir si la totalité de l'huile essentielle en métabolites secondaires varie selon les stades de développements du *pituranthos scoparius* et pour comprendre la différence entre la totalité de la production des huiles essentielles et la prédominance de certains composés produits par cette espèce, la figure N°11 présente le pourcentage des huiles essentielles produits par *pituranthos scoparius* du début de floraison jusqu'au fin de fructification.

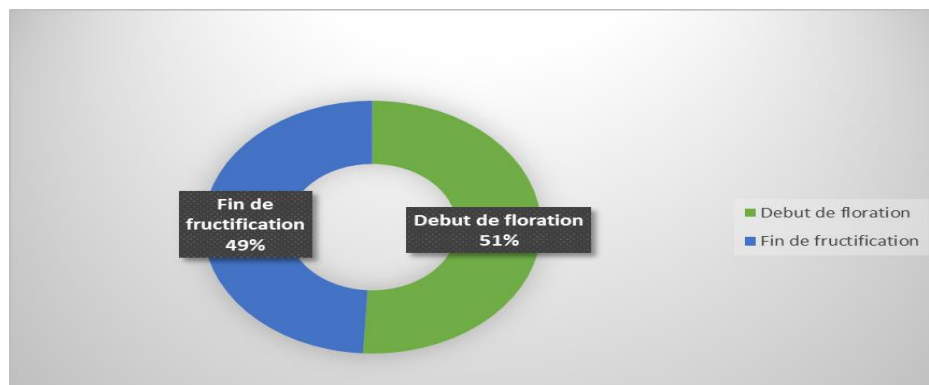


Figure N°11 : Totalité de l'huile essentielle en métabolites secondaires selon les stades de développements du *Pituranthos scoparius* a **Béchar**

D'après la figure nous constatons que la totalité est presque identique pour les deux périodes, la spécificité réside dans la composition bien que la prédominance de certains composés identifiés dans chaque huile obtenue à chaque période de cueillette.

III-3-1-1-Evolution des composées en commun de l'HE de *Pituranthos scoparius*

Dans cette partie nous avons comparé les pourcentages des composés chimiques les plus cités dans les travaux de Malti, Kalla et Vérité en fonction de la saison, et ce, toujours dans même région dans le but d'étudier la relation entre la répartition géographique (région de sud) et l'effet saisonnier.

Tableau N°7 : Variation des composés majoritaires d'HE de *Pituranthos scoparius* dans la région de Ghardaïa durant les quatre saisons de l'année

	fin d'été	Automne	Hiver	Printemps
α-Pinene %	22,1	16,4	2,93	6,8
α-Phellandrene%	15,1	11,3	2,15	7,1
Limonène%	37	20,1	0	9,8
Germacrene D%	7,6	3	0,04	12,7

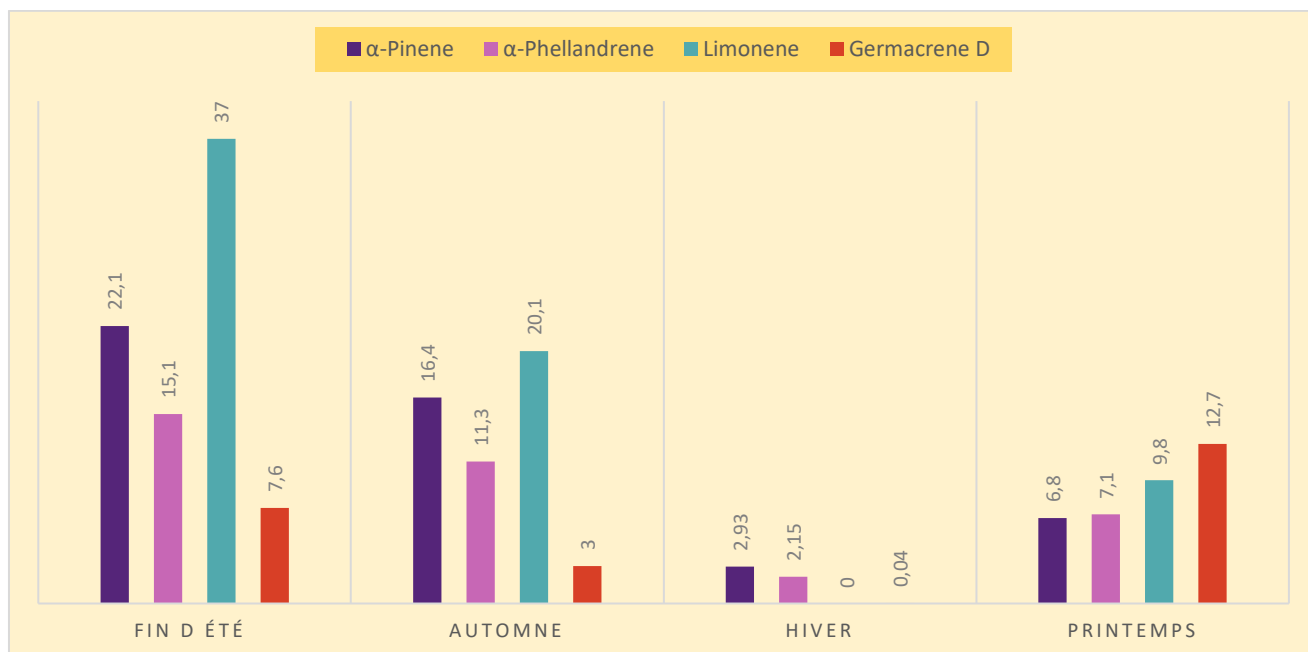


Figure N°12 : Histogramme indiquant la variation des composés majoritaires des HEs de *Pituranthos scoparius* dans la région de Ghardaïa pendant les quatre saisons.

Analyse et discussion

L'histogramme montre que l'huile essentielle de *pituranthos scoparius* est riche en *limonène* surtout à la fin de l'été où le taux atteint 37%. Le *limonène* reste majoritaire durant l'automne malgré une baisse de son taux pour atteindre les 20.1% et décroît jusqu'à 9.8% au printemps.

On remarque que le *limonène* n'a pas été identifié dans l'étude de Kalla, alors qu'il est présent dans l'huile essentielle de Benmenkhbi avec un pourcentage de 9.78% dans les tiges et 11.17% dans les graines et ce, malgré des récoltes ayant eu lieu dans la même région de Ghardaïa, seulement à des saisons différentes.

On remarque aussi que durant l'hiver, les composés majoritaires atteignent leur taux le plus bas.

On remarque également que les taux de *α-Pinene* et *α-Phellandrene* varient dans le même sens (Croissent et décroissent en même temps) pendant les quatre saisons ; à la fin de l'été, le *α-Pinene* reste majoritaire par rapport au *α-Phellandrene* avec respectivement un taux de 22.1% contre 15.1%

En revanche, nous observons la même prédominance notée durant l'automne avec respectivement des taux de 16.4% et 11.9%.

Cette décroissance atteint son minimum en hiver et vaut 2.93%, pour le α -Pinene et 2.15%, pour LE α -Phellandrene alors que le Germacrene D est de 0.04% selon l'échantillon de Kalla.

Pour faire courte :

- ✓ Les facteurs climatiques influent sur la composition des huiles essentielles de *Pituranthos scoparius*
- ✓ La Germacrene D est majoritaire durant le printemps.
- ✓ α -Pinene, α -Phellandrene et le limonène sont remarquablement autoproduits durant la fin d'été.
- ✓ C'est en Hiver que nous observons les taux les plus faibles des composés majoritaires.

En revanche Kalla a signalé l'existence de 11 nouveaux composés dans l'huile essentielle de *Pituranthos scoparius* récoltée durant l'hiver qu'on a pas pu trouver quelques-uns si ce n'est pas la totalité de ses composés dans les autres études. L'influence de la saison et le climat peuvent être responsable de la production innovante de ces métabolites pour une meilleure autodéfense de la plante. En perspective ; un travail à élaborer au futur proche sur ce sujet devient important.

Le tableau ci-dessous montre les nouveaux composés ainsi que ceux qui sont majoritaires identifiés par l'analyse GC-MS dans l'échantillon de la plante récoltée en hiver (cueillette de Kalla)

Tableau N°8 : Nouveaux composés identifiés dans la cueillette d'hiver.

Composés	%
δ -3-carane	0.70
Tricyclène	0.58
2- β -pinene	3.74
1-cyclohexyliden-2-methylpropene	12.89
α -Pyronene	0.11
3,7-Guaiadiene(2-acetonyl-4methyl-tetrahydropyran)	0.56
8-methoxy-1,2,3,4-tetrahydro-1-isopropylaphtalene	0.17
(z)-3-(3,4,5-trimethoxyphenyl)-2-propenal	3.74
butylideneaphtalide	0.86
3-methyl-7-methoxy-2-benzopyran-1(1H)-one	19.46
Butylidenedihydroaphtalide	0.40

Au sein du groupe des nouveaux composés identifiés nous remarquons une prédominance de la 3-methyl-7-methoxy-2-benzopyran-1(1H)-one avec un taux de 19.46 % et de la 1-cyclohexyliden-2-methylpropene avec un taux de 12.89 %

Cette cueillette nous a également permis de ressortir quelques-uns parmi les composés majoritaires identifiés auparavant tels que, la Myristicinea (12.14%), α -cubebène (15.28 %), γ -terpinène (5.47 %).

III-4-1-2-Evolution des familles des terpènes

Dans le tableau ci-dessous nous avons mentionné, en pourcentages, les différentes familles des terpènes selon la saison de cueillette afin de faciliter la comparaison des études menées à ce sujet.

Tableau N°9: Pourcentages des familles des terpènes selon les saisons (Ghardaïa).

	Automne	Hiver	Printemps	
	partie aérienne	partie aérienne	graines	Tiges
Monoterpènes hydrocarbonés %	62,2	34,8	40,3	37,7
Monoterpènes oxygénés %	5,2	0,29	4,5	2,8
Sesquiterpènes hydrocarbonés %	4,7	22,23	6	25,9
Sesquiterpènes oxygénés %	0,5	3,74	6	12,8

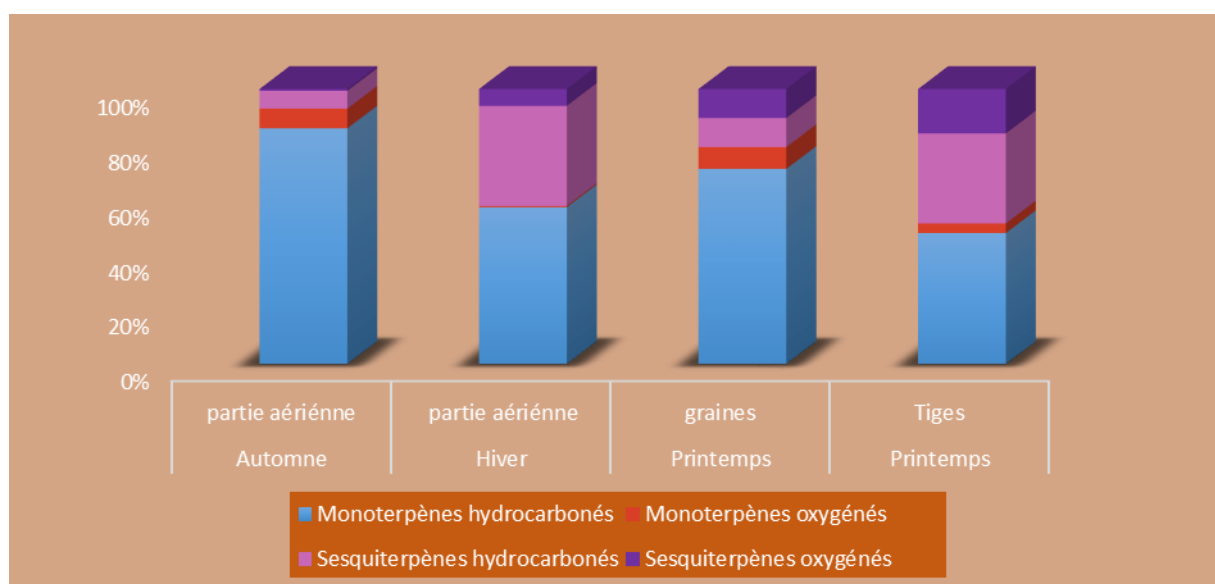


Figure N°13 : Histogramme 3D des variations de fractions terpéniques de l'huile essentielle de *Pituranthos scoparius* dans la région de Ghardaïa

Analyse et discussion

Évolution des fractions des huiles essentielles pendant l'automne

Les composés des huiles identifiées pendant l'automne représentent 95.7 % de l'huile totale, cette composition est dominée par les monoterpènes, 67.4 % qui se subdivisent en hydrocarbonés prédominant et représentant 92.3 % du total des monoterpènes. Limonène 20.1 %, α -Pinene 16.4 % et α -Phellandrene 11.3% étaient les principaux monoterpènes hydrocarbonés indiqués tandis que les monoterpènes oxygénés ne dévoilent que 7.7 %.

Les sesquiterpènes représentent 5.2 % de l'huile totale. Les sesquiterpènes hydrocarbonés représentent 4.7 % de l'huile, c'est à dire pratiquement 9 fois plus le taux des sesquiterpènes oxygénés 0.5 %.

Évolution des fractions des huiles essentielles pendant l'hiver

Les composés des huiles identifiées pendant l'hiver représentent 97.9 % de la composition totale de l'huile essentielle, cette combinaison est toujours dominée, par les monoterpènes à 35.09 %, qui se subdivisent en hydrocarbonés prédominant à 99.2 % du total des monoterpènes.

Les sesquiterpènes représentent 25.97 % de l'huile totale. Les sesquiterpènes hydrocarbonés représentent 22.23 % de l'huile, ce qui indique pratiquement 6 fois plus le taux des sesquiterpènes oxygéné 3.74 %.

Évolution des fractions des huiles essentielles pendant le printemps

Les composés des huiles identifiées pendant le printemps représentent 95.5 % de la composition totale de l'huile essentielle issue des tiges et 89.4 % de celle issue des graines. Cette composition est dominée par les monoterpènes pour les deux parties de la plante qui sont à 44.8 % pour les graines et 40.5% pour les tiges.

La fraction des sesquiterpènes est différente selon les deux parties de la plante, 12% pour les graines et 38,7 % pour les tiges ; on signale que pour les tiges, la teneur des sesquiterpènes hydrocarbonés (85.6%) est supérieure à celle des sesquiterpènes oxygénés

14.4%, ce qui est en accord au vu de l'étude de Kalla où le même phénomène a été signalé mais lors de la cueillette de l'hiver.

III-4-2-Effet de la partie végétale sur l'évolution de la composition des huiles essentielles de *pituranthos scoparius*

Afin de savoir si les métabolites secondaires incorporés par les graines et les tiges sont varient de façon remarquable selon l'orange végétale dont l'huile essentielle est extraite, nous avons choisi de faire la comparaison entre l'étude de P. Vérité et al (2004) avec celle de L. Benmekhbi (2004).

La récolte de la plante pour les deux études a été faite les mois d'avril 2001 et 2003, ce qui veut dire durant la même période de développement saisonnière des plantes, c'est à dire lorsque les métabolites secondaires formés deviennent plus volatils.

L'histogramme ci-dessous nous montre la différence entre les pourcentages de prédominance des familles des terpènes identifiés dans l'huile essentielle des graines et des tiges de *pituranthos scoparius* récoltées dans la région de Ghardaïa (sud de l'Algérie).

Le choix d'un Histogramme empilé a 100% en 3D est fait dans le but de démontrer et de préciser la partition de chaque fraction par rapport à un total de 100%.

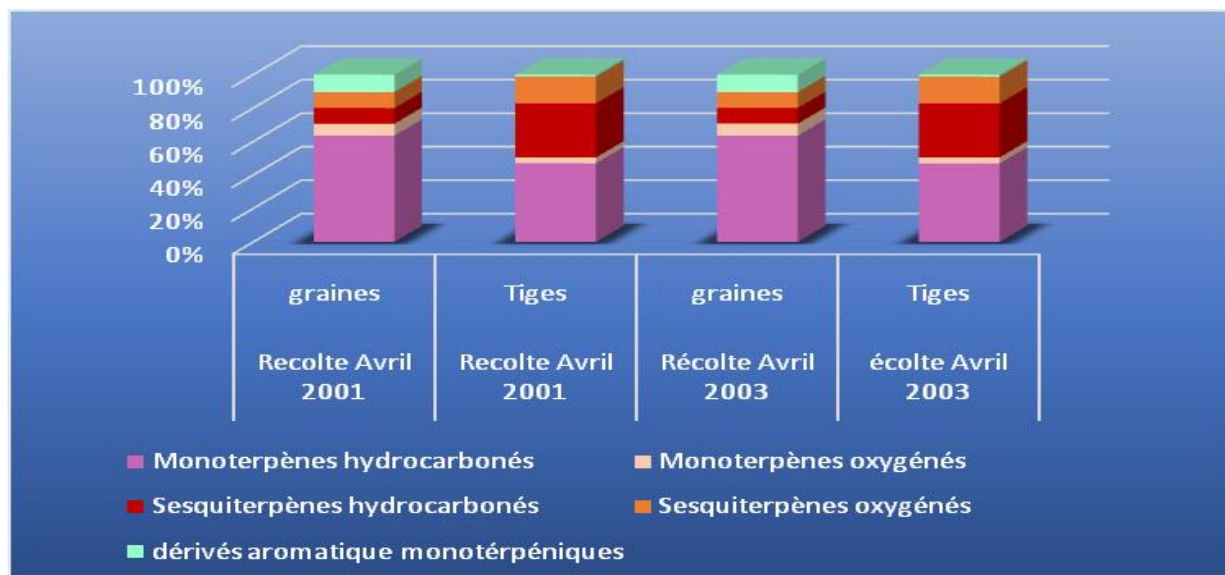


Figure N°14 : Histogramme empilé à 100% en 3D des fractions des familles terpéniques selon l'orange végétale durant le stade de croissances des plantes.

Analyse et discussion

On remarque la prédominance des monoterpènes hydrocarbonés que ce soit dans les graines ou les tiges, suivis par les sesquiterpènes hydrocarbonés, puis les sesquiterpènes oxygénés. Les dérivés aromatiques monoterpéniques sont notables par rapport aux monoterpènes oxygénés.

Dans le deuxième pas et pour plus de précisions dans l'analyse de chaque fraction nous :

- ✚ Au sujet de la famille des **monoterpènes hydrocarbonés**, nous observons clairement que les graines en contiennent la majorité et ce, pour les deux récoltes (2001 et 2003) bien que les tiges renferment aussi une composition acceptable de ces derniers mais tout en restant inférieure à celle des graines.
- ✚ Au sujet de la famille des **sesquiterpènes hydrocarbonés**, nous remarquons que les tiges en contiennent la majorité pour les deux récoltes (2001 et 2003).
- ✚ Au sujet de la famille **sesquiterpènes oxygénés**, on remarque que les tiges en contiennent la majorité et pour les deux récoltes (2001 et 2003).

- ✚ Au sujet des **monoterpènes oxygénés**, on remarque que les graines en contiennent la majorité et pour les deux récoltes (2001 et 2003).

- ✚ Au sujet des **dérivés aromatiques monoterpéniques**, nous observons clairement que les gaines encore une fois en contiennent la totalité et pour les deux récoltes (2001 et 2003).

D'après ces observations triées, nous concluons au sujet de l'orange végétale durant le stade de croissance des plantes :

- ✓ Les **monoterpènes** (hydrocarbonés ou oxygénés) et les **dérivés aromatiques monoterpéniques** sont majoritairement contenues dans les graines de la plante durant la période de croissance des plantes.
- ✓ Les **sesquiterpènes** (hydrocarbonés ou oxygénés) sont majoritairement contenus dans les tiges de la plante durant la période de croissance des plantes.
- ✓ La prédominance des fractions monoterpéniques pendant la saison de croissance de la *pituranthos scoparius*.

III-4-3-Comportement de l'espèce *Pituranthos scoparius* selon les repartitions géographiques

Dans cette partie du travail nous nous sommes focalisés sur la relation entre l'évolution de la composition des huiles essentielles de la *pituranthos scoparius* et l'aire de distribution géographique. La comparaison est faite pour deux régions de l'Algérie ; les steppes et les régions désertiques.

III-4-3-1- Evolution des composées en commun de l'HE de *Pituranthos scoparius*

Tableau N°10 : Composés majoritaires d'HEs de *pituranthos scoparius* en fonction de mois de récolte à **Béchar**

	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier
α -Pinène %	4,2	1,9	3,4	3,6	2,6
β -Pinène %	2,2	1,2	1,1	1,4	1,3
Sabinène %	36,2	24,4	21	12,9	20,6
6-Méthoxy élémicine %	24,1	38,5	39	30,5	58,2
α -Phellandrène %	0,2	0,4	0,6	0,8	0,4
Limonène %	25,6	12,3	24,6	34,8	22,4
Terpinéol 4 %	7,1	5	3,5	2,8	4
Germacrène D %	3,1	5,8	4	5,1	1,8
Apioledill %	0	0	0	0	0
Total %	98.7	96.9	97.7	98.5	95.3

Tableau N°11 : total des composéé identifiés dans l'HEs de *pituranthos scoparius* en fonction du mois de récolte à **Bechar**.

Mois	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier
Total %	98.7	96.9	97.7	98.5	95.3

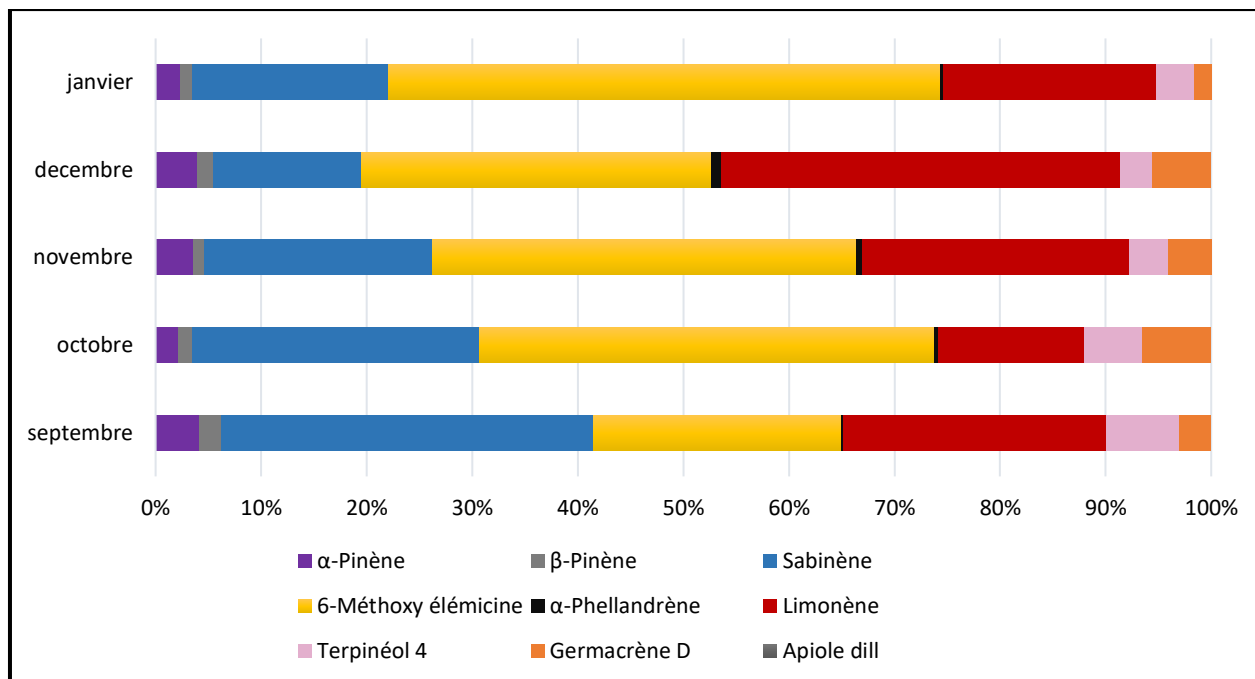


Figure N°15 : Histogramme indiquant les pourcentages occupés par chaque composé chimique des H.E de *Pituranthos scoparius* en fonction de la période de récolte à **Béchar**.

A partir de cet histogramme nous remarquons que la **6-méthoxy élémicine**, le **limonène** et le **sabinène** sont largement majoritaires par rapport aux autres composés.

- **6-méthoxy élémicine** est indiqué beaucoup plus en janvier, il représente 61% du total de la composition de l'huile essentielle.
- Le **limonène** est indiqué beaucoup plus en décembre et représente 35.3 % du total de composition de l'huile essentielle.
- Le **sabinène** est indiqué beaucoup plus en septembre et représente 36.7 % du total de composition de l'huile essentielle.

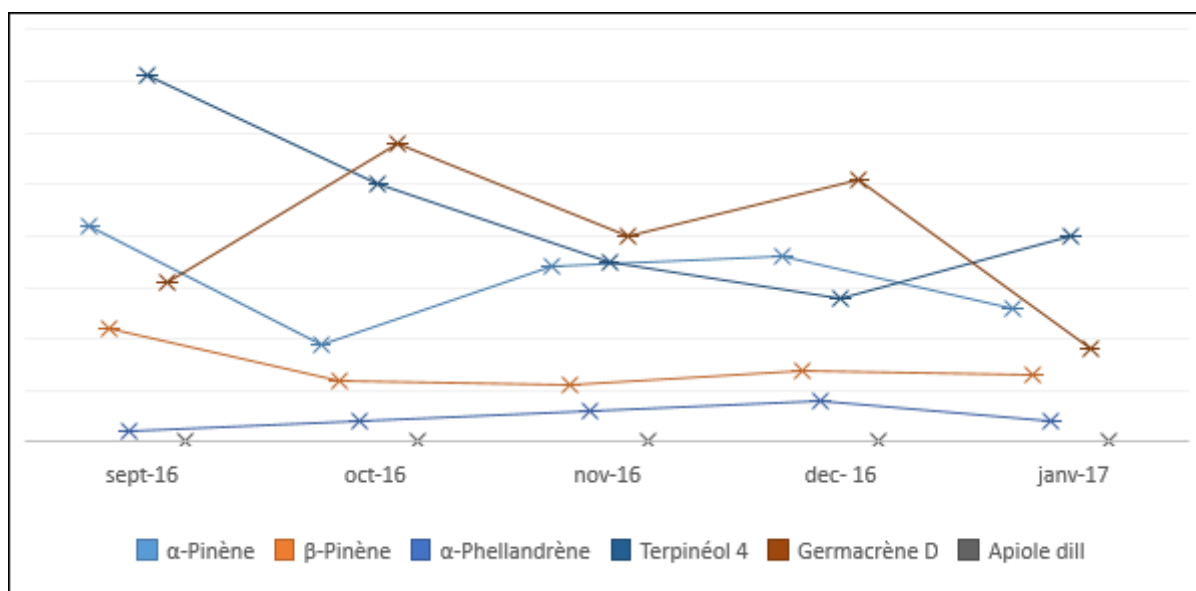
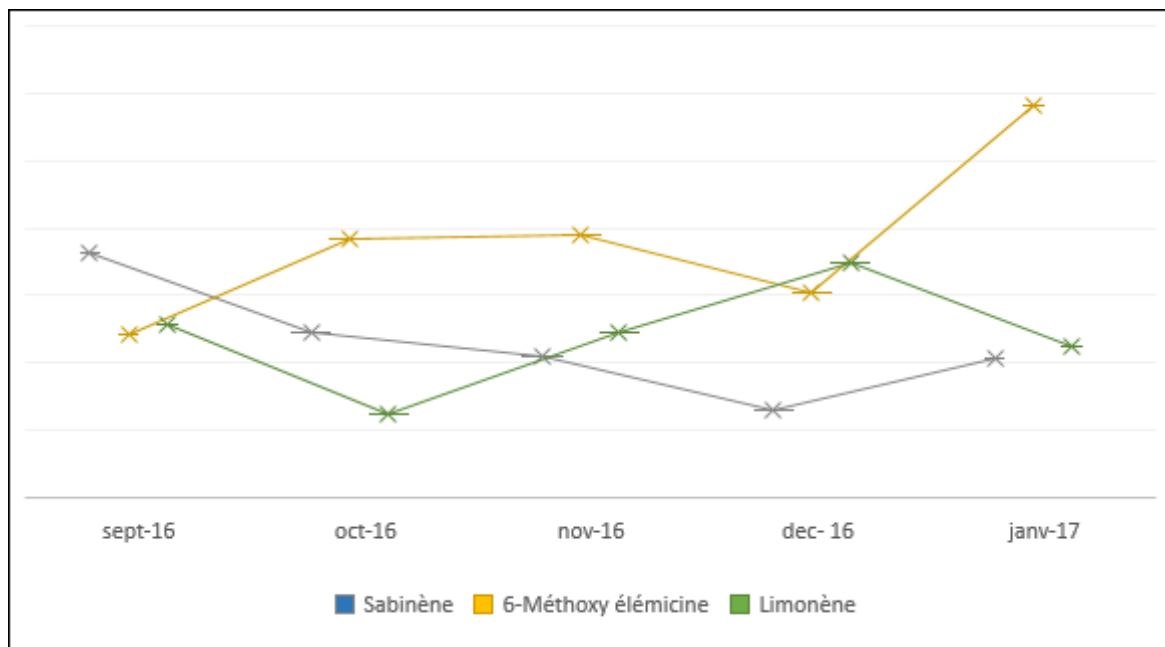


Figure N°16 : courbes combinées de la variation du comportement des composés identifiés en fonction du mois de récolte à **Béchar**.

Analyse et discussion :

Globalement, nous remarquons que le comportement des métabolites secondaires identifiés dans la région de Béchar varie selon le mois de récolte.

- ✚ La deuxième figure signale le comportement des métabolites qui désignent une faible proportion dans l'huile essentielle de la *pituranthos scoparius*, tels que l α -Pinène, β -Pinène, α -Phellandrène et la Germacrène D.
- ✚ Nous remarquons que les composés qui ont été identifiés comme majoritaires au sein de l'huile essentielle dans d'autres régions de la même aire géographique telle que Biskra et Ghardaïa (dont le **α -Pinène** et le **Dill apiole** ont été considérablement cités) n'ont pas la même prédominance à Béchar.

Note triée :

Les composés majoritaires de *pituranthos scoparius* varient séparément d'un mois à l'autre.

- ✚ Signalons que la région de Béchar révèle le pourcentage le plus élevé de la **6-méthoxy élémicine** à 58.2 % au cours du mois de janvier ce qui signifie qu'elle occupe 61% de la totalité de l'huile essentielle obtenu.

Note trié :

La *pituranthos scoparius* qui pousse dans la région de Béchar produit de la **6-méthoxy élémicine** avec le pourcentage le plus élevé à **la fin de la période de fructification**.

✚ Au cours du mois de septembre, le **sabinéne** est indiqué à 36.2 % de la totalité de l'huile essentielle, ce taux va décroître jusqu'au mois de janvier, où il va remonter progressivement, c'est le moment où la plante reprend la production de ce composé.

Note trié :

La *pituranthos scoparius* qui pousse dans la région de Béchar produit le taux le plus élevé de **sabinéne** durant la **période du début de floraison**.

Tableau N°12 : pourcentage des composés chimique majoritaires dans les huiles essentielles de la plante des zones désertiques.

Hoggar		Biskra			Ghardaia	
Composés	%	Composés	% Ek	% Mch	Composés	%
limonène	46,9	Sabinene	18,9	24,8	3-methyl-7-methoxy-2-benzopyran-1(1H)-one	19.6
1.8-cineole	7,6	α -pinene	8,3	13,4	β -cubebene	15.3
ar-curcumene	3,2	Myristicin	7,6	7,7	1-cyclohexyliden-2-methylpropene	12.9
3Z) - butylidenephthalide	2,6	DillApiole	6,6	16,8	Myristicine	12,14
β -eudesmol	2,4	Terpinene-4-ol	3,8	4,5	γ - terpinene	5.5
(3E)- butylidenephthalide	1,2	β -pinene	3,6	4,6	α - pinéne	2.9

% : le pourcentage du composé identifié dans huile essentielle de la *P. scoparius*
 Ek : El-Kantara ; Mch : Mchounèche

Les composées majoritaires de l'HE de la *pituranthos scoparius* varient d'une région à l'autre, nous notons que chaque région est caractérisée par certains composés qui ne sont pas présents dans les autres régions, s'expliquant peut-être par le phénomène de la co-défense de la plante elle-même.

III-3-3-2-Evolution des familles des terpènes des huiles essentielles de *pituranthos scoparius*

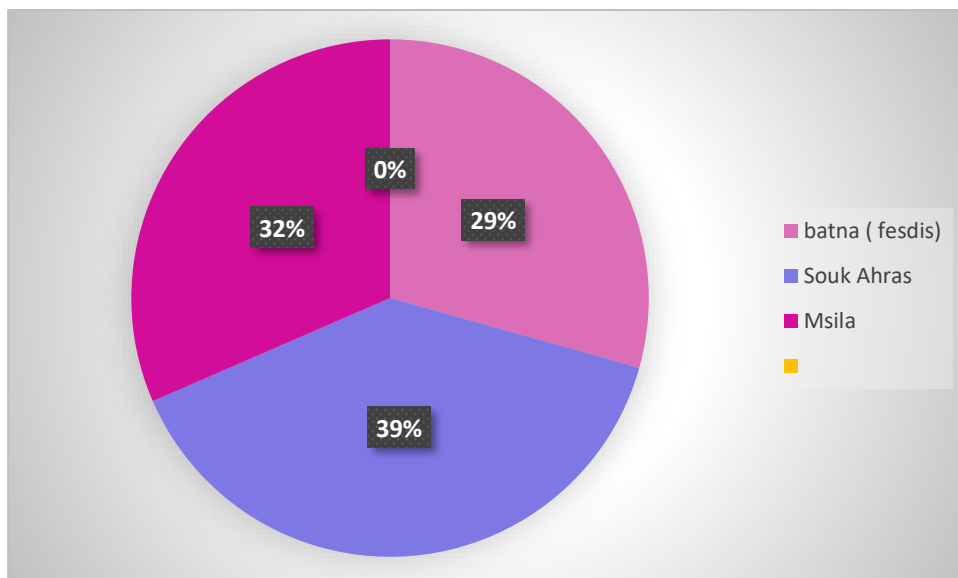
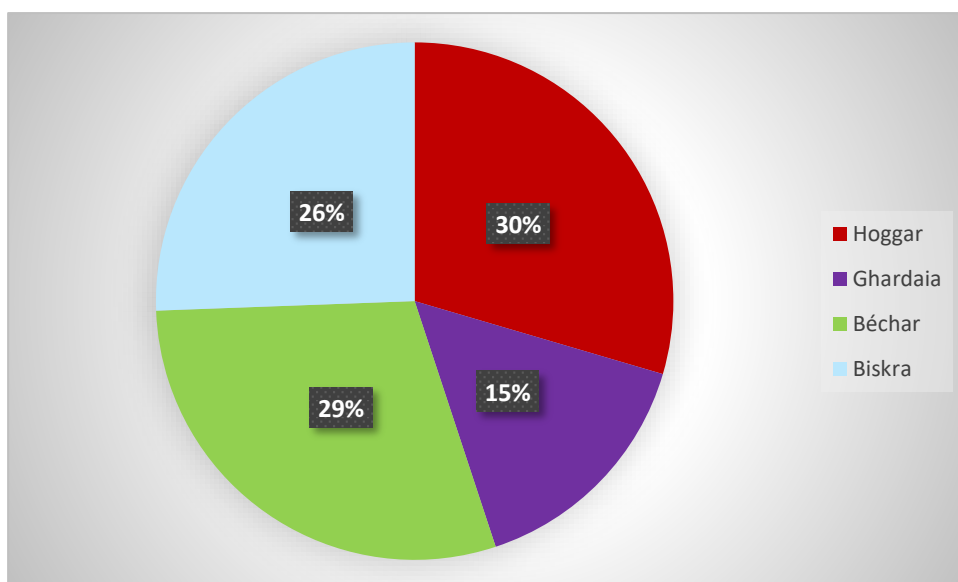
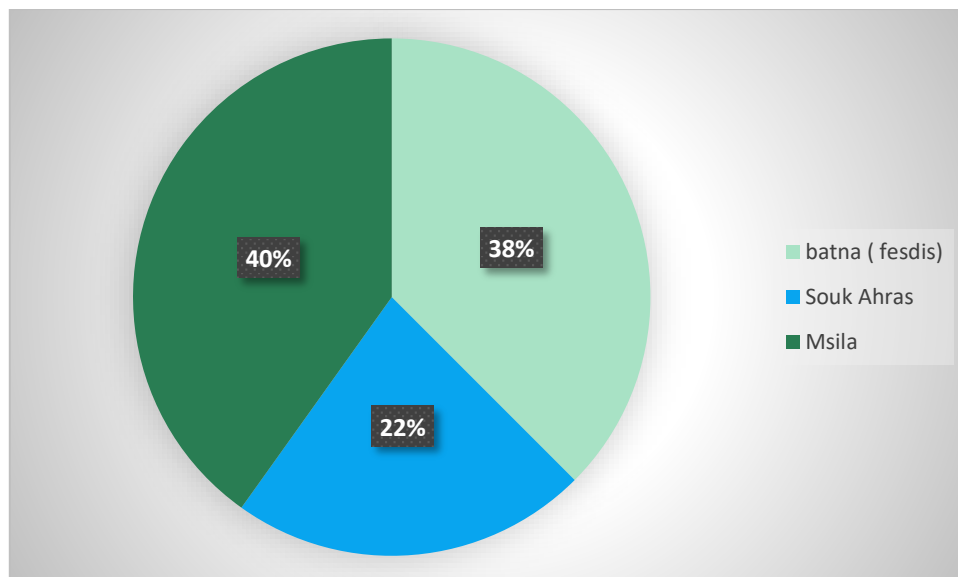


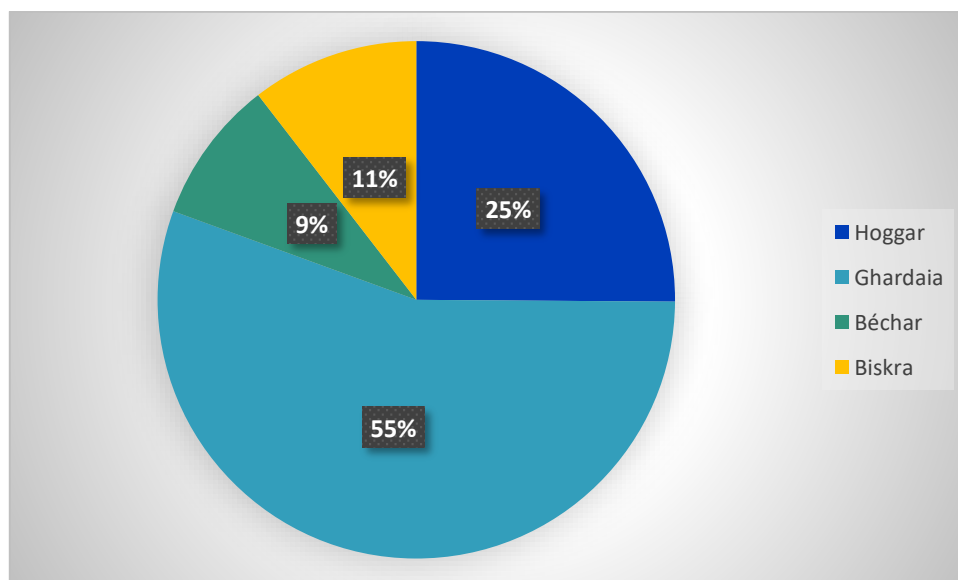
Figure N°17 : les pourcentages des monoterpènes trouver dans les huiles essentielles de plante qui pousse dans les zones des hauts plateaux (les steppes).



Figures N°18 : les pourcentages des monoterpènes trouver dans les huiles essentielles de plante qui pousse dans les zones désertiques.



Figures N°19 : les pourcentages des sesquiterpènes trouver dans les huiles essentielles de la plante qui pousse dans les zones steppiques.



Figures N°20 : les pourcentages des sesquiterpènes trouver dans les huiles essentielles de la plante qui pousse dans les zones désertiques.

Analyse et discussion

D'après les secteurs graphiques ci-dessus, on constate que :

Les l'huile essentielles issue de l'espèce *pituranthos scoparius* qui pousse dans la région de Souk-Ahras contiennent la plus grande valeur des monoterpènes suivie par la région de Msila, puis Batna-Fesdis.

Il est important de signalé aussi que les l'huile essentielles issue du *pituranthos scoparius* qui poussent dans la région de Ghardaïa contiennent la plus grande valeur des sesquiterpènes suivie par la région de Hoggar, puis Biskra et Béchar.

Conclusion générale et perspectives

Les plantes vertes synthétisent et conservent une variété de produits biochimiques, dont beaucoup sont extractibles et utilisés comme matières premières chimiques ou comme matière première pour diverses recherches scientifiques. De nombreux métabolites secondaires des plantes ont une importance commerciale et sont utilisés dans un certain nombre de composés pharmaceutiques.

Cependant, il est souvent difficile d'assurer un approvisionnement durable en matière première en raison de facteurs tels que les changements environnementaux, les pratiques culturelles, la diversité de la distribution géographique, le coût de la main-d'œuvre, la sélection de plantes supérieures et la surexploitation par l'industrie pharmaceutique.

La plante choisie pour cette étude "*pituranthos scoparius*" pousse depuis les rives de la méditerranée jusqu'aux confins du Sahara ce qui confère une diversité quantitative et qualitative des métabolites secondaires que regroupent ses huiles essentielles.

La valorisation d'un tel patrimoine, apportera non seulement un nouveau souffle pour la médecine conventionnelle, mais contribuera à l'essor de bon nombre de domaines, industriel, pharmaceutique, agricole et alimentaire.

A ce sujet notre étude à affirmer la diversité de la composition systématique des principes actifs contenus dans les huiles essentielles du *pituranthos scoparius* selon les trois critères misent en évidence dans ce travail, à savoir : l'effet saisonnier, la répartition géographique et l'orange végétal.

D'après nos observations triées de ce modeste travail on arrive à des notes générales au sujet du comportement de l'espèce végétale selon les critères décrit ci-dessus :

- ✓ Le développement des espèces végétales varie selon la saison.
- ✓ Il est apparu de façon évidente que les métabolites secondaires jouent un rôle prédominant dans l'adaptation des végétaux à leur environnement.
- ✓ La poussée de la plante et liée à certains facteurs biotiques et abiotiques qui interagissent pour créer un environnement équilibré dans lequel la vie peut se développer
- ✓ La totalité des métabolites secondaires confiés à cette plante est presque identique pour les deux périodes (floraison et fructification) et les différentes saisons, (automne,

hiver et printemps) bien que certains métabolites figurent dans des zones que des autres avec une composition systématique qui diffère légèrement selon le coin de la collète.

- ✓ Les facteurs climatiques influent sur la composition des huiles essentielles de *Pituranthos scoparius* selon la saison ; nous avons remarqué que :
 - ❖ La Germacrene D est majoritaire durant le printemps.
 - ❖ α -Pinene, α -Phellandrene et le limonène sont remarquablement autoproduits durant la fin d'été.
 - ❖ C'est en Hiver que nous observons les taux les plus faibles des composées majoritaires.

Au sujet de l'orange végétale et en fonction des familles des terpènes qui constituent la quasi-totalité des huiles essentielles on conclut:

- ✓ Les monoterpènes (hydrocarbonés ou oxygénés) et les dérivés aromatiques monoterpéniques sont majoritairement contenues dans les graines de la plante.
- ✓ Les sesquiterpènes (hydrocarbonés ou oxygénés) sont majoritairement contenus dans les tiges de la plante.
- ✓ La prédominance des fractions monoterpéniques pendant la saison de croissance de la *pituranthos scoparius*.

En perspective, l'espèce *pituranthos scoparius* présente un intérêt capital et un potentiel important dans le contexte médical, industriel et même alimentaire. Cela nous ramènes à penser à élargir cette étude pour regrouper les autres études portées particulièrement sur les extraits issus de cette plante endémique.

Référence bibliographique

- 1-Grunwald J, Janicke C. Guide de la phytothérapie. 2e éd. Paris : Marabout Editions ; 2004.
- 2-Scarborough J. Theophrastus on herbals and herbal remedies. J Hist Biol. 1978;11:353-385.
- 3-Azaizeh H, Saad B, Khalil K, Said O. The state of the art of traditional Arab herbal medicine in the eastern region of the Mediterranean: a review. Evid Based Complement Alternat Med. 2006;3:229-235.
- 4-Azaizeh H, Fulder S, Khalil K, Said O. Ethnobotanical knowledge of local Arab practitioners in the Middle Eastern region. Fitoterapia. 2003;74:98-108.
- 5- Saad B, Azaizeh H, Abu-Hijleh G, Said O. Safety of traditional Arab herbal medicine. Evid Based Complement Alternat Med. 2006;3:433-439.
- 6- Catier O, Roux D. Cahiers du préparateur en pharmacie : Botanique Pharmacognosie Phytothérapie. 3e éd. Paris : Porphyre Editions; 2007.
- 7- Agence du Médicament. *Les Cahiers de l'Agence 3 - Médicaments à base de plantes, Paris, 1998.*
- 8- Pelt J.-M. *Les drogues. Leur histoire, leurs effets*, Ed. Doin, 1980.
- 9- Institut Européen des Substances Végétales (page consultée le 15/10/08). *Phytothérapie clinique individualisée : pour une médecine des substances végétales.* <http://www.iesv.org/phytotherapie.php>
- 10- Arnal-Schnebel B., *Les entretiens du Carla* (page consultée le 22/10/09). *La Phytothérapie de seconde génération.* <http://www.entretiens-du-carla.com/publication.php?pub=phyto&pg=intervention9>
- 11- *Penelope Ody, Complete Guide to Medicinal Herbs, DK Natural Health, published on marsh, 15, 1993*
- 12- *Christophe BERNARD, Calendrier de récolte Tiré du Dorvault ("L'Officine") de 1898, publication 27 mai 2015, site web : <https://www.altheaprovence.com/calendrier-de-recolte/>*
- 13- Lkhoumsi Driss, GUIDE DES BONNES PRATIQUES DE COLLECTE DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES DU **MAROC**, mai 2014
- 14- Anne-Sophie Nogaret, Ehrhart S, *La phytothérapie Se soigner par les plantes, paris, Eyrolles Editions; 2011*
- 15- Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur, 1986.

16- Chevallier Andrew. *Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparations, soins. 2ème édition. Londres : Larousse ; 1996, 2001.*

17- Anne Jeanblanc, article : Ces plantes sont de vrais médicaments, Le point, Publié le 09/05/2013 à 00h00, site web : <https://www.lepoint.fr/societe/ces-plantes-sont-de-vrais-medicaments-09-05-2013>

18- THE HISTORY OF PLANTS, Part of life on Earth since the dawn of time

Site web : <https://www.thejoyofplants.co.uk/history-plants>

19- (Singh R. *Medicinal plants: A review. J Plant Sci. 2015;3(1- 1):50-5. doi: 10.11648/j.jps.s.2015030101.18.*)

20-Lardry J.-M. & Haberkorn V. (2007). *L'aromathérapie et les huiles essentielles (KinesitherReved.)*.

21-Bonnafous C. (2013). *Traité scientifique Aromathérapie Aromatologie & aromachologie (Danglesed.)*.

22-Dr Jesus Cardenas, *La composition des huiles essentielles, Doctissimo : Santé et bien être avec Doctissimo, validation médicale 2016*

Site web : <https://www.doctissimo.fr/sante/aromatherapie/guide-d-achat/composition-huiles-essentiels>

23-Couic-Marinier F. & Lobstein A. (2013). *Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. Actualités pharmaceutiques.*

24-Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D. & Idaomar M. (2008). *Biological effects of essential oils- A review.*

25- <https://www.researchgate.net/publication/316495471/figure/fig1/AS:614209264046139@1523450308992/Structures-of-various-terpenes-A-and-terpene-biosynthesis-pathway-for-pinenes-B-A.png>

26- Raymond M. (2005). *L'aromathérapie chez le nourrisson et le petit enfant. Université de Nantes faculté de Pharmacie*

27- *Cannabis Terpenes, Part 1: What's Alpha-Pinene and How Does It Work?*

Posted by Andrew Sharp & Jimmy Long Dec 4, 2019

28- Maria Graça Miguel, *Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review, 2010 Dec*

29-) <https://labeffects.com/terpene-glossary-sabinene/>

30- <https://labeffects.com/terpene-glossary-beta-pinene/>

31- Roberto Parise-Filho 1, Michelli Pastrello, Carla Emygdio Pereira Camerlingo, Gisele Juni Silva, Leonardo Aguiar Agostinho, Thaís de Souza, Fátima Maria Motter Magri, Roberto Rodrigues Ribeiro, Carlos Alberto Brandt, Michelle Carneiro Polli, The anti-inflammatory activity of dillapiole and some semisynthetic analogues, novembre 2011
DOI: [10.3109/13880209.2011.575793](https://doi.org/10.3109/13880209.2011.575793)

32- GISELE L. OLIVEIRA SHEILA K. CARDOSO CÉLIO R. LARA JÚNIOR THALLYTA M. VIEIRA ELSIE F. GUIMARÃES LOURDES S. FIGUEIREDO ERNANE R. MARTINS DAVYSON L. MOREIRA MARIA AUXILIADORA C. KAPLAN, Chemical study and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oil of *Piper aduncum* L. (Piperaceae), *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2013.
<https://doi.org/10.1590/0001-3765201391011>

33-<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27121041>

34-https://www.jyoungpharm.org/sites/default/files/JYoungPharm_10_1_20.pdf

35- <https://monq.com/eo/terpenes/germacrene/>

36-Benazzeddine S. (2010). Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera; Curculionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach d'Alger, *Memoire Online*

37-Bonnafous C. (2013). *Traité scientifique Aromathérapie - Aromatologie & aromachologie* (Dangles ed.).

38-AFSSAPS A. F. d. S. S. d. P. d. S. (2008). Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles.

39-Jacqueline SMADJA; Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA); Université de La Réunion; Tananarive 2-3 juillet 2009.

40-Lakhdar L. (2015). Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles Marocaines sur *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro. Faculté de médecine dentaire de Rabat, centre d'étude doctorales des sciences de la vie et de la santé

41-Couic-Marinier F. & Lobstein A. (2013). Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques*.

42-Abadlia M. & Chebbour A. H. (2014). Etude des huiles essentielles de la plante *Mentha piperita* et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Université Constantine 1

43-Baudoux D. (2002). *L'Aromathérapie. Se soigner par les huiles essentielles* (Amyris, Bruxelles ed.).

44-Deysson G. (1979). Organisation et classification des plantes vasculaires, cours de botanique générale, 4^{ème} série, Tome II, Paris, 529p.

- 45-Ozenda P. (1991). Flore et Végétation du Sahara. 3ème édition, CNRS, Paris : 662p.
- 46-Botineau M. (2010). Botanique systématique et appliqué des plantes à fleurs, Tech. Et Doc (eds): 1335.
- 47-Ozenda P. (1983). Flore du Sahara. 2ème éd. CNRS, Paris : 401p.
- 48- Diversité des spermatophytes, site web : <https://www.afblum.be/bioafb/divesper/divesper.htm>
- 49- Organisation avec Marie-Anne Bessières, ANGIOSPERMES ORGANISATION ET GRANDES FONCTIONS, UBO Université de Bres, 2018
Site web : <https://www.studocu.com/fr/dashboard>
- 50- Guignard J.L. (1989). Abrégés de botanique éd. Masson 73: 178-183.
- 51- Botineau M. (2010). Botanique systématique et appliqué des plantes à fleurs, Tech. Et Doc (eds): 1335.
- 52- Pimenov M.G. et Leonov M.V. (1993). The genera of the Umbelliferae Nomenclator. Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom, 156pp.
- 53- Quézel P. et Santa S. (1963). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, tome II. CNRS, Paris, 600p.
- 54- Loret V. La flore pharaonique d'après les documents hiéroglyphiques et les spécimens découverts dans les tombes, Edition Ernest Leroux. Paris. 1892.
- 55- Heywood V.H. Les plantes à fleurs, 306 familles de la flore mondiale, Nathan, Paris, 1996 ; 335 p.
- 56- Doneanu C, Anitescu G. Supercritical carbon dioxide extraction of *Angelica archangelica* L. root oil, J. Supercrit. Fluids. 1998 ; (12) : 59-67.
- 57- Olle M, Bender I. The content of oils in umbelliferous crops and its formation, Agron. Res, (Special Issue III). 2010 ; (8) : 687-696.
- 58- Bruneton J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème éd. Paris: Tec & Doc Lavoisier. 1269p.
- 59- Boullard B. Plantes médicinales du monde, réalités et croyances, Editions ESTEM. 2001.
- 60- Sofowara A. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique, Edition karthala. 2010.
- 61- IUCN International Union for Conservation of Nature. (2005) A Guide to Medicinal Plants in North Africa. Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga (Spain), 183.

- 62- Maiza, K., Brac de la Perrière, R.A. et Hammiche, V. (1993). Médicaments et aliments : L'approche ethnopharmacologique. Actes du 2eme Colloque Européen d'Ethnopharmacologie et de la 11eme Conférence internationale d'Ethnomédecine, Heidelberg 24-27.
- 63- BENISTON NT.WS, FLEURS D'ALGERIE, BIOLOGIE VEGETALE ,1984.
- 64- El Oualidi J., Khamar H. Fennane M., Ibn Tattou M., Chauvet S. & Sghir Taleb M., 2012. Checklist des endémiques et spécimens types de la flore vasculaire de l'Afrique du Nord. - Documents de l'Institut Scientifique de Rabat. N° 251, 89 p
- 65- Ozenda P. (1958). Flore du Sahara Septentrional et Central, C.N.R.S., Paris.
- 66-H. Haba ;(2002), thèse de magister chimie, Université EL-HADJ LAKHDER ? Batna, Algérie.
- 67- Boukef M.K. (1986). Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne. Agence de coopération culturelle et technique, vol. 1, 350p.
- 68- Benchelah AC, Bouziane H, Maka M, Ouahès C. (2000) Fleurs du Sahara : Voyageethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Ibis Press, Paris, 256.
- 69- El Rhaffari L, Zaid A. (2002) Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet) : un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée. Congrès Européend'Ethnopharmacologie, Metz, 4, 293-318.
- 70- Hammiche V, Maiza K. (2006) Traditional Medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia ofTassili N'ajjer. Journal of Ethnopharmacology, 105, 358-367.
- 71- Le Floc'h E. (1983) Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Imprimerie Officielle de la République Tunisienne, Tunisie, 402.
- 72- oudjelal A, Henchiri C, Sari M, Sarri D, Hendel N, Benkhaled A, Ruberto G. (2013) Herbalists and Wild Medicinal Plants in M'Sila (North Algeria): An Ethnopharmacology Survey. Journal of Ethnopharmacology, 148, 395-402.
- 73- Vernin G, Lageot C, Ghigliione C, Dahia M, Parkanyi C. (1999) GC/MS Analysis of the Volatile Constituents of the Essential Oils of *Pituranthos scoparius* (COSS. & DURIEU) BENTH. & HOOK. from Algeria. Journal of Essential Oil Research,11, 673-676.
- 74- Vérité P, Nacer A, Kabouche Z, Seguin E. (2004) Composition of Seeds and Stems Essential Oils of *Pituranthos scoparius* (COSS. & DURIEU) SCHINZ. *Flavour and Fragrance Journal*, 19,562-564.
- 75- Gourine N, Merrad B, Yousfi M, Stocker P, Gaydou EM. (2011) Chemical Composition of the Essential Oil of *Pituranthos scoparius*. *Natural Product Communications*, 1151-1154.
- 76- Smaili T, Zellagui A, Gherraf N, Flamini G, Cioni PL. (2011) Essential Oil Content of the Flowers of *Pituranthos scoparius* in Algeria. *Medicinal Plants*, 3, 177-179.

77- Ksouri A, Dob T, Belkebir A., Dahmane D., Nouasri A. (2017). Volatile compounds and biological activities of aerial parts of *Pituranthos scoparius* (Coss. And Dur.) Schinz (Apiaceae) from Hoggar, southern Algeria. *Trop J. Pharm.*

78- Chikhounne A, Pavleca JD, Shashkov M, Berroua Z, Chebbi K, Bougherra H, Zeroual B, Aliane K, Gagaoua M, Boudjellal A, Vovk I, Križman M. (2016) Antioxidant Effect Induced by the Essential Oil of *Pituranthos scoparius* in a Formulation of a Whey Spread Emulsion. *Journal of Food Process Engineering*, 1-12.

79-Kalla Ali, 2012, *Etude et valorisation des principes actifs de quelques plantes du sud algérien : pituranthos scoparius, Rantherium adpressum et Traganum nudatum*, Thèse de doctorat, Option : phytochimie. Université Mentouri-constantine. Faculté des sciences exactes, Département de chimie.

80- Lograda T, Messaoud R, Kiram A, Chalard P, Figueredo G. (2013) Variation of Essential Oils Composition of *Pituranthos scoparius* in Algeria. *Global Journal of Research on Medicinal plants & Indigenous medicine*, 2, 1-9.

81- Abderrazak Kiram, Azzeddine Zeraib, *Etude Phytochimique et de L'activité Antimicrobienne des Huiles Essentielles de Pituranthos Scoparius de la Region de Biskra (Sud-Est Algérien)*. Article · *Tunisian Journal of Medicinal Plants and Natural Products (TJMPNP)*, January 2013.

82- M. MALTI Charaf Eddine Watheq ; *Etude des activités biologiques et de la composition chimique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques d'Algérie : Pituranthos scoparius (Guezzah), Santolina africana (EL Djouada) et Cymbopogon schoenanthus (El Lemad)* ». Soutenu le : 04 / 09 / 2019.

83-Adida Houria, Abou Bakr Belkaid University of Tlemcen · Département de Biologie, *Etude des propriétés antioxydantes et antimicrobienne de pituranthos scoparius benth et hook « Guzzah » : Plante médicinale endémique du Sahara*, 2015.

84- Houria Adida, Benariba Nabila, A. Bechir, E. Chekroun, Djaziri Rabah, *Étude phytochimique et évaluation du pouvoir antiradicalaire des extraits de Pituranthos scoparius* DOI:10.1007/s10298-015-0932-4, february 2015.

85- Houria Adida, F Esma, Djaziri Rabah, Dounia Mezouar, *In vitro antibacterial activity of Pituranthos scoparius from Algeria*, *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8(5):2095, DOI:10.4314/ijbcs. v8i5.15, March 2015.

