



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم هندسة الطرائق

Département de Génie des Procédés

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie Chimique.

Thème

**ETUDE STATISTIQUE SUR L'INFLUENCE DE LA
COMPOSITION CHIMIQUE DES HUILES
ESSENTIELLES SUR L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANT**

Par

REZZAG Sara

ZAHY Siham

Devant le jury composé de:

BOUKHARI Hamed	MCB	Univ . Ghardaïa	Examineur
LAKHDARI Abdelhakim	MAA	Univ . Ghardaïa	Examineur
HELLALI Naima	MCB	Univ . Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire 2020/2021

Remerciement

الحمد لله الذي أرزقنا في خزانته، ونواصينا بيده، الحمد لله أن الأمر أمره لا أمر مجاهد، والرحمة
رحمته لا رحمة مخلوقاته، والهبات والعطايا كلها منه لا من سواه الحمد لله على نعمة العلم و النجاح

C'est un grand honneur que nous étions vos élèves, et de bénéficier de votre riche enseignement, Votre compétence et Votre encadrement qui ont toujours suscité notre profond respect. Veuillez bien recevoir nos remerciements d'avoir accepté l'encadrement de ce travail

A mademoiselle Hellali Naima

Aussi grandes merci

- Aux membres du jury
- À mademoiselle Ben Abderrahmane Habiba et madame ben Zait Khadija : Pour leurs explication du langage R et leurs aide à la réalisation de ce mémoire
- Merci tous spéciale a madame Bousdira Khalida et madame Otmani Fatima pour leurs , soutien moral , compréhension et leurs temps au cours de la réalisation de ce travaille .
- Spécialement à notre professeur Rezzag Moussa qui a toujours toujours été présent merci pour l'encouragement, l'aide et le soutien

A tous nos enceignent qui nous guidons durant toutes les années de nos études mille merci

« فَمَ لِلْمَعْلَمِ وَفِيهِ التَّجْيِيلُ كَمَا الْمَعْلَمُ أَنْ يَكُونَ رَسُولًا »

A nos familles nos frères et nos sœurs et spécialement nos parents pour l'encouragement, la patience et les prières que vous nous avez apportées tout au long de ces années, aucun mot ne peut exprimer l'ampleur de l'amour et de l'admiration que nous éprouvons pour vous. Qu'ALLAH le tout puissant vous garde en bonne santé et vous procure une longue vie pleine de bonheur et de joie

Dédicace

A mon ange, mon paradis, À celle qui m'a donnée la vie et éclaire mes jours qui m'a amené là où je suis à ma vie maman

A mon idole à mon amour éternel à celui qui m'a marqué mes premiers pas et qui m'a portée sur son dos et me porte toujours avec son cœur et qui a été mon premier enseignant

A mon seul héros, mon cher papa.

Vous avez toujours cru en moi et sans vous je ne serai pas là aujourd'hui ! J'espère que vous êtes fiers de moi, si je suis arrivée jusque-là. Merci, vous êtes des parents formidables.

"ربي ارحمنا كما ربياني صغيرا " و تحبيرا

A ma sœur Messaouda ma moitié, Ma sœur aïcha et mon petit frère Mohammed Chanafi Qu'Allah le Plus Haut vous garde en bonne santé et vous prête une longue vie pleine de bonheur et de prospérité.

Toute ma famille paternelle Rezzag spécialement mon oncle Moussa, et la femme de mon oncle Khadija et ma famille maternelle Dahmane

A ma grand-mère et mon grand-père l'exemple de tendresse, d'amour et de sacrifice.

En l'hommage à l'âme de ma grand-mère رحمها الله qui nous manque beaucoup ce modeste travail.

A mes chères cousines Nour el Houda , Oumaima et Yasmine . En témoignage des profonds sentiments que je ressens pour vous puisse notre esprit de famille se fortifier, et notre amitié demeure éternelle. Puisse qu'ALLAH, le Très Haut, vous accorde une longue vie heureuse et un avenir prospère plein de réussites.

A mon ami la plus proche Izdihar , Je te souhaite tout le bonheur malgré la distance qui nous sépare .

A Fatima Otmani (tante) , Merci pour tous ces moments partagés Merci pour ta présence dans les bons et les mauvais moments, tu es une femme en or.

A tous mes amis de génie des procédés, très heureuse d'avoir partagé toutes ces années avec vous.

A mon binôme et le partage du meilleur et du pire qu'on a vécu ensemble en préparant ce mémoire, je suis heureuse de vous avoir rencontré, ces moments resteront toujours gravés dans mes meilleurs souvenirs, Tu as été le meilleur des binômes.

Avec tous mon amour, Sara.

Dédicace

*Les louanges sont à **Allah** seigneur des mondes qui m'a comblé de grâce en me permettant
d'achever en bonne santé ce modeste travail*

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, d'amour et de reconnaissance à :

*Celui qui a toujours garni mes chemins avec force et lumière Mon très cher père et ma
tendre mère la plus belle perle du monde*

Ma grande mère demande à Dieu Tout puissant de lui donner la sante et longévité

À ma sœur Zineb et ses filles : Sirine et Raghade

À ma sœur Naima et ses enfants : Mohammed Ali et Ismail

À mes Chères sœurs : Fatima Zohra, karima et Chahrazed

À mon cher frère Slimene et son fils et sa femme : Somaia et son fils Moataz

A mes tentes et mes oncles

A tous mes cousines et cousins

Tous les membres de la famille

*A ma binôme **Sara** et sa famille*

A tous mes amis

A tous ceux que j'aime, Siham

Résumé :

Sur l'axe de temps l'homme par nécessité a développé l'usage des plante aromatique qui marque la plus grande masse de diversité et de richesse et s'utilité chimique.

L'objectif de ce travail est étudier statistiquement l'influence de la région sur la composition chimique et l'influence de cette dernière sur l'activité antioxydant.

L'étude statistique qui a été réalisé par le langage R confirme :

- L'influence de la région sur la composition chimique des huiles essentielles pour la même espèce d'une zone à l'autre.
- Une moyenne corrélation entre la composition chimique des huiles essentielle de famille astéracée et l'activité antioxydant dans les trois tests DPPH, ABTS et FRAP, on remarque une augmentation de l'activité antioxydant avec la présence des composées phénylopropane, composées non terpène et les sesquiterpène alcoolique.
- Concernant la famille poacées et suite à l'étude statistique selon les tests antioxydant DPPH et ABTS à montrer il y'a une liaison entre la composition chimique des huiles essentiel et l'activité antioxydant on remarque que l'augmentation de cette dernier est liés à la présence des alcools sesquiterpènique mais malgré la forte corrélation qui a été influe par la présence de cétone monoterpènique et de hydrocarbures sesquiterpènique on remarque que l'augmentation de ces composées donne une diminution de l'activité antioxydant .
- Pour la famille Lamiacée on a conclus que l'augmentation de l'activité antioxydant est liés à la présence des éthers monoterpèniques et les cétones monoterpèniques.

Les mots clés : étude statistique, huiles essentielles, activité antioxydant, astéracées, poacées, Lamiacées.

Abstract:

On the time axis, man felt in need of the use of aromatic plants which characterize the paramount mass of miscellaneousness and affluence and chemical utility.

The aim of this work is to study statistically the impact of the region on the chemical composition and the influence of the latter on the antioxidant activity.

The statistical study which was realized by the R language confirms:

- The impact of the region on the chemical composition essential oils for the same plant as well as from one zone to another.
- The statistical study of the impact of the chemical composition of imperative oils of the Asteraceae family on the antioxidant activity of the three tests which are DPPH, ABTS and FRAP to reveal that the increase in antioxidant activity depends on the powerful correlation of phenelopropane compounds, non-terpene compounds and sesquiterpene on alcohol function.
- Concerning the Poaceae family and further to the statistical study according to the DPPH antioxidant tests and ABTS to reveal that the increase in antioxidant activity is related to the presence of sesquiterpene alcohols and the opposite effect is influenced by the presence but the decrease in an Antioxidant activity depends on the presence of monoterpene ketone and sesquiterpene.
- For the Lamiaceae family it was concluded that the increase in antioxidant activity is related to the presence of monoterpene ethers and monoterpene ketones.

Key Words: The statistical study, essential oils , antioxidant activity, Asteraceae , Poaceae , Lamiaceae , DPPH, ABTS , FRAP

ملخص :

على مر الزمن ، اصبح الإنسان بالحاجة إلى استخدام النباتات العطرية التي تعتبر كتلة الهائلة من تنوع والوفرة والمنفعة الكيميائية.

الهدف من هذا العمل هو الدراسة الإحصائية لتأثير المنطقة على التركيب الكيميائي وتأثير الأخير على نشاط مضادات الأكسدة .

تؤكد الدراسة الإحصائية التي تم إجراؤها باستخدام لغة R ان :

- المنطقة تأثر على التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية لنفس النبتة من منطقة إلى أخرى.
- وجود علاقة ارتباط بين التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية لفصيلة النجميات و النشاط المضاد للأكسدة في للاختبارات الثلاثة - نلاحظ زيادة في نشاط مضادات الأكسدة FRAP و ABTS و DPPHتزامنا مع وجود مركبات فينيلوبروبان ومركبات الغير تربينية سيسكوتربينات المرتبطة بكحول.
- فيما يتعلق بالفصيلة القنبية و تبعا للدراسة واتباع الدراسة الإحصائية وفقاً لاختبارات مضادات الأكسدة ABTS و DPPH فان زيادة نشاط مضاد الاكسدة يرتبط بوجود سيسكوتربينات المرتبطة بكحول و على الرغم من وجود رابط قوي بين احادي التربين المرتبط بسيتونات و السيسكوتربينات و مضادات الاكسدة الى ان هذا الرابط ذو تأثير عكسي بحيث كلما زادت نسبة التركيبات الكيميائية لدينا نقص في نشاط مضادات الاكسدة .
- بالنسبة للفصيلة الشفوية فان زيادة نشاطات الاكسدة مرتبط بزيادة حضور احادي التربين المرتبط بايثار و كيتون .

الكلمات المفتاحية : - الدراسة الاحصائية - الزيوت الاساسية - مضادات الاكسدة - القنبية - النجميات - الفصيلة الشفوية.

Tableau des matière :

LISTE DES ABREVIATIONS	I
LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES TABLEAUX	VI

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES HUILES ESSENTIELLES

I.1. Définition des huiles essentielles :	4
I.2. Propriété des huiles essentielles	4
I.3. Composition chimiques des huiles essentielles	5
I.3.1. Composé terpéniques	5
I.3.1.1. Monoterpène	7
I.3.1.1.1. Les principales fonctions liées au monoterpène	8
I.3.1.2. Sesquiterpène	12
I.3.1.2.1. Les principales fonctions liées au sesquiterpène	13
I.3.2. Composition aromatique.....	15
I.3.3. Autre composées existe dans les huiles essentielles	15
I.4. Notion de chémotype.....	16
I.5. L'activité antioxydant.....	16
I.5.1. Définition d'un antioxydant.....	16
I.5.2. Radicaux libre	16
I.5.3. L'évaluation de l'activité anti oxydant	17
I.5.4. Les méthodes d'évaluation de l'activité anti oxydant	17
I.5.4.1. Teste de réduction du radical stable DPPH•	17
I.5.4.2. Teste de réduction du radical stable ABTS	18
I.5.4.3. Le teste de Pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP)	19

CHAPITRE II : DESCRIPTION DES PLANTES ETUDIEES

II.1. Les plantes aromatiques	21
II.1.1. Les familles des plantes aromatiques	21
II.1.2. Les organes produisant les huiles essentielles.....	22
II.2. Les plantes étudiées.....	22
II.2.1. La famille des Astéracées	22
II.2.1.1. <i>Artemisia herba alba</i>	22
II.2.1.2. <i>Artemisia judaica L</i>	23
II.2.1.3. <i>Artemisia campestris</i>	24
II.2.1.4. <i>Tussilago farfara L</i>	25
II.2.1.5. <i>Calendula arvensis L</i> :	25
II.2.2. La famille de Poacées	26
II.2.2.1. <i>Cymbopogon Schoenanthus</i>	26
II.2.2.2. <i>Cymbopogon citratus</i> :	27
II.2.2.3. <i>Cymbopogon giganteus</i>	28
II.2.3. La famille des Lamiacée.....	29
II.2.3.1. <i>Mentha pulegium</i>	29
II.2.3.2. <i>Lavandula officinalis</i>	30
II.2.3.3. <i>Origanum vulgare L</i>	31
II.2.3.4. <i>Ocimum basilicum</i>	32
II.2.3.5. <i>Hyptis spicigera</i> :	33

CHAPITRE III : L'INFLUENCE DE REGION SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PLANTES ETUDIE

III.1. Les analyse statistique	35
III.1.1. Famille Astéracées	35
III.1.1.1. Etude statistique sur l'influence de région sur la composition d' <i>Artemisia Herba alba</i>	35
III.1.1.2. L'influence de région sur la composition d' <i>Artemisia judaica</i>	37
III.1.1.3. Composition chimique d' <i>Artemisia campestrise</i> de la région de Laghouat.....	39
III.1.1.4. Composition chimique de <i>Tussilago farfara L</i> de France	41
III.1.1.5. Composition chimique de <i>Calendula Arvensis</i> de France.....	42

III.1.2. La famille Poacées	43
III.1.2.1. L'influence de région sur les huiles essentielles <i>Cymbopogon schoenanthus</i> ...	43
III.1.2.2. L'influence de région sur les huiles essentielles <i>Cymbopogon citratus</i>	46
III.1.2.3. L'influence de région sur les huiles essentielles <i>Cymbopogon giganteus</i>	47
III.1.3. La famille Lamiacée.....	49
III.1.3.1. L'influence de région sur les huiles essentielles <i>Mentha pulegium</i>	49
III.1.3.2. L'influence de région sur les huiles essentielles <i>Lavandula officinalis</i> :.....	50
III.1.3.3. L'influence de région sur l'huile essentielle <i>Origanum vulgare</i>	52
III.1.3.4. L'influence de région sur d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i>	54
III.1.3.5. L'influence de région sur d'huile essentielle de <i>Hyptis spicigera</i>	55

CHAPITRE IV ETUDE STATISTIQUE SUR L'INFLUENCE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES HE SUR L'ACTIVITE ANTIOXYDANT

VI.1. L'influence la composition chimique sur l'activité antioxydant de la famille d'Astéracées.....	58
VI.2. L'influence la composition chimique sue l'activité antioxydant de La famille de Poacées :	66
VI.3.. l'influence des familles chimique sur l'activité antioxydant de la famille Lamiacée	70

CONCLUSION GENERALE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des abréviations :

A•, B• : des radicaux réactifs.

ABTS : acide 2,2'-azino-bis (3- éthylbenzthiazoline-6-sulfonique).

C = O : groupe carbonyle.

C. citratus : *cymbopogon citratus*.

C. schoenanthus : *cymbopogon schoenanthus*.

DPPH•: 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

FRAP: 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (Fe(III)-TPTZ), Ferric Reducing Antioxidant Power.

Furane : composé cycle furane

HE: Huile Essentielle.

Hydro : hydrocarbure

IC50 : Concentration inhibitrice de 50 %.

Isoprène: 2-méthylbuta-1,3-diène.

m+s : monoterpène + sesquiterpénique

mg/ml : milligramme/millilitre.

Mono: monoterpène

nonterp : composé non terpène

OH : radical hydroxyle.

Phé : phénylopropane

R=coefficient de corrélation linière

R^2 = Coefficient de détermination.

RG: region

R'-O-R2 : groupe alkyle.

Sesq : sesquiterpène

Trolox : Acide 6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchroman-2-carboxylique.

µmol TX/g d'extrait : Micro mole trolox /gramme d'extrait.

%: Pourcentage.

- : Radical libre.

Liste des figures :

Chapitre I

Figure 1 : La molécule de la base du concept de la règle isoprénique.....	5
Figure 2 : La règle isoprénique	6
Figure 3 : Exemple d'une règle isoprène	6
Figure 4 : Classification des terpénoïdes basée sur le nombre d'unités d'isoprène	7
Figure 5 : Principaux structure monoterpène	8
Figure 6 : Exemple de quelque monoterpénol	8
Figure 7 : Exemples des aldéhydes monoterpén.....	9
Figure 8 : Structure de pipéritone	10
Figure 9 : Structure chimique de thymol	10
Figure 10 : Structure chimique de l'eucalyptol : C ₁₀ H ₁₈ O	11
Figure 11 : Exemple d'une molécule avec fonction Esther linalyl acetate	12
Figure 12 : Exemple des principales structures de sesquiterpène	12
Figure 13 : Structure chimique de α-bisabolol	13
Figure 14 : Structure chimique des cétones sesquiterpène β-vétivone à gauche nootkatone adroite	13
Figure 15 : Structure chimique des aldéhyde sesquiterpénique de α-sinensal et β-sinensal....	14
Figure 16 : Exemple d'ester sesquiterpène (Farnesyl acetate)	14
Figure 17 : Structure chimique des lactones sesquiterpène	14
Figure 18 : Exemple des structures de composé aromatique	15
Figure 19 : Exemple structure d'alcool hydrocarbures aliphatiques.	15
Figure 20 : Réactions des radicaux libres	17
Figure 21 : La réaction du radical libre DPPH avec un antioxydant ou AH une molécule donneuse	18
Figure 22 : Mécanisme de réaction de l'ABTS.	18
Figure 23 : Mécanisme réactionnaire de teste FRAP.....	19

Chapiter II

Figure 24 : <i>Artemisia herba alba</i>	23
Figure 25 : <i>Artemisia judaica</i>	24
Figure 26 : <i>Artemisia campestris</i>	24
Figure 27 : <i>Tussilago farfara L</i>	25

Figure 28 : <i>Calendula Arvensis L.</i>	26
Figure 29 : plusieurs pieds de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	27
Figure 30 : <i>Cymbopogon citratus</i>	28
Figure 31 : <i>Cymbopogon giganteus.</i>	28
Figure 32 : <i>Mentha pulegium</i>	30
Figure 33 : <i>Lavandula officinalis.</i>	31
Figure 34 : <i>Origanum vulgare L.</i>	31
Figure 35 : <i>Ocimum basilicum</i>	32
Figure 36 : <i>Hyptis spicigera</i>	33

Chapter III

Figure 37 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles d' <i>Artemisia Herba Elba.</i>	37
Figure 38 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles d' <i>Artemisia Judaica.</i>	39
Figure 39 : Histogramme de variation des compositions chimiques d'huile essentielle d' <i>Artemisia campestrise.</i>	40
Figure 40 : Histogramme de variation des compositions chimiques d'huile essentielle de <i>Tussilago farfara L.</i>	41
Figure 41 : Histogramme Variation des compositions chimiques de <i>Calendula arvensis</i> de France.....	42
Figure 42 : Histogramme de Variation des compositions chimiques de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> dans 4 déférentes régions	45
Figure 43 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles de <i>Cymbopogon citratus</i>	47
Figure 44 : Histogramme de variation des compositions chimiques de <i>Cymbopogon giganteus</i>	48
Figure 45 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles de <i>Mentha pulegium</i>	50
Figure 46 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles de <i>Lavandula officinalis.</i>	52
Figure 47 : Histogramme de variation des compositions chimiques d' <i>Origanum vulgare</i>	53
Figure 48 : Histogramme de variation des compositions chimiques d' <i>Ocimum basilicum</i>	54

Figure 49: Histogramme de variation des compositions chimiques de *Hyptis spicigera*56

Chapter IV

Figure 50 : Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Astéracée sur l'activité anti oxydant de test DPPH61

Figure 51: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Astéracée sur l'activité anti oxydant de test ABTS.63

Figure 52: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Astéracée sur l'activité anti oxydant de test FRAP65

Figure 53: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Poacées sur l'activité anti oxydant de test DPPH.67

Figure 54: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Poacées sur l'activité anti oxydant de test ABTS69

Figure 55 : Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Lamiacée sur l'activité anti oxydant de test DPPH.72

Figure 56: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Lamiacée sur l'activité anti oxydant de test ABTS.74

Liste des tableaux :

Chapitre III

Tableau 1: Variation des compositions chimiques des huiles essentielles d' <i>Artemisia Herba alba</i> dans des différentes régions.	36
Tableau 2 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles d' <i>Artemisia judaica</i> dans deux des différentes régions.	38
Tableau 3 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles d' <i>Artemisia campestrise</i>	40
Tableau 4 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles de <i>Tussilago farfara L.</i>	41
Tableau 5 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles de <i>Calendula arvensis</i>	42
Tableau 6 : Variation des compositions chimiques de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	44
Tableau 7 : Variation des compositions chimiques de <i>Cymbopogon citratus</i>	46
Tableau 8 : Variation des compositions chimiques de <i>Cymbopogon giganteus</i>	48
Tableau 9 : Variation des compositions chimiques de <i>Mentha pulegium</i>	49
Tableau 10 : Variation des compositions chimiques de <i>Lavandula officinalis</i>	51
Tableau 11 : Variation des compositions chimiques d' <i>Origanum vulgare</i>	53
Tableau 12 : Variation des compositions chimiques d' <i>Ocimum basilicum</i>	54
Tableau 13: Variation des compositions chimiques de <i>Hyptis spicigera</i>	55

Chapitre VI

Tableau 14: capacités antioxydant des plantes étudiées de famille Astéracées avec les tests DPPH, ABTS, FRAP.	58
Tableau 15 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de quelques plantes Astéracées et leur activité antioxydant selon le teste DPPH	60
Tableau 16 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de quelques plantes Astéracées et leur activité antioxydant selon le teste ABTS.	62
Tableau 17 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de quelques plantes Astéracées et leur activité antioxydant selon le teste FRAP.	64

Tableau 18 : Capacités antioxydant des plantes étudiées de famille Poacée avec les tests DPPH, ABTS.....	66
Tableau 19 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles et leur activité antioxydant selon le teste DPPH.....	67
Tableau 20 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles et leur activité antioxydant selon le teste ABTS.....	68
Tableau 21 : Capacités antioxydant des plantes étudiées avec les tests DPPH, ABTS des plantes lamiacées.	70
Tableau 22 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de famille lamiacées et leur activité antioxydant selon le teste DPPH.	71
Tableau 23 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de famille lamiacée et leur activité antioxydant selon le teste ABTS de lamiacées	73
Tableau 24 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles et leur activité antioxydant selon le teste DPPH et ABTS.....	75

Introduction générale

Introduction générale :

La nature est bien déterminée par ses composants qui assurent la continuité de la vie des espèces : humaine, animale et végétale. Cette dernière a participé à sauvegarder les deux espèces qui le précède. L'homme a investi les espèces végétales en : nutrition, médecine, économique et en produit cosmétique.

La richesse et la diversité des caractéristiques des plantes participantes à la production des huiles essentielles avec des compositions chimiques variées d'une région à l'autre et d'une plante à l'autre dans la même zone et même de même plante des différent région.

C'est dans ce contexte et dans un souci de développée les connaissances sur les produit naturelle végétal le contenu de ce mémoire s'intéressera sur l'influence de la composition chimique sur l'activité antioxydant des huiles essentielles des familles des plantes aromatiques : Astéracée, poacées, lamiacée qu'ils font une grande diversité des plantes aromatique.

Cette étude sera divisée en deux parties :

Une partie théorique comprenant deux chapitres, ou le premier est consacrée aux généralités sur les huiles essentielles et leurs compositions chimiques et l'activité antioxydant, le deuxième est essentiellement sur la description des plantes étudiées.

Une partie des analyses statiques divisée en deux chapitres ou la première étude l'influence de la région sur la composition chimique et le deuxième vise l'influence des compositions chimiques sur l'activité antioxydant.

Ce mémoire finira par une conclusion générale déterminant de différent résultat

Chapitre I : Généralité sur les huiles essentielles

Les plantes et les animaux produisent une gamme étonnamment diversifiée de produits chimiques. La plupart d'entre eux sont basés sur le carbone. La chimie du carbone est donc devenue la chimie organique, c'est-à-dire la chimie des organismes vivants, la chimie de la vie. Parmi ces produits on trouve les huiles essentielles est les extraits aromatiques de ces produits, et ce sont des produits largement utilisés pour leur grande valeur et leur importance économique dans les industries et la technologie.

I.1. Définition des huiles essentielles :

Selon la Commission de la Pharmacopée Européenne Huiles Essentielles (01/2008 :2098) : une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition » [1].

Selon l'organisation mondiale des standards sur les huiles Essentielles (ISO 9235:2013) « produit obtenu après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques de l'épicarpe des citrus, soit par distillation sèche, à partir d'une matière première d'origine végétale.» [2]

Alors ; on dit que Les huiles essentielles sont des huiles naturelles qui sont extraites de plantes. L'extraction se fait soit par distillation (à la vapeur ou à l'eau), soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage.

I.2. Propriété des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont rarement incolores, elles sont ordinairement jaunâtres, leur coloration augmente au contact de l'air. Elles sont tantôt plus lourdes et tantôt plus légères que l'eau. Certaines huiles essentielles sont plus ou moins solubles dans l'eau'; c'est à cause de cette propriété que l'on fait des eaux aromatiques. En général, les huiles essentielles sont solubles dans les solvants organiques. La plupart des huiles essentielles absorbent de l'oxygène au contact de l'air [3].

- **Antibactérienne** : huiles essentielles les plus puissantes sont celles qui possèdent des molécules appartenant des monoterpènes et regroupe de phénol [4].

- **Antiparasitaires** : Les molécules aromatiques possédant des phénols ont une action puissante contre les parasites [5].
- **Antifongique** : Les huiles essentielles les plus efficaces sont celles qui possèdent des molécules appartenant à la famille des alcools et des sesquiterpènes [4].
- **Antiseptiques** : Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes [5].

I.3. Composition chimiques des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des mélanges de substance aromatique qui sont présentées à l'état naturel, en faible quantité dans le végétal [6]. Ils se constituent principalement des composés volatils d'origine terpénoïde ou non terpénoïde. Les composés terpénoïde : monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20), triterpènes (C30). Ce sont les molécules les plus fréquemment rencontrées dans les HE et les non terpènes (phénylpropanoïde) sont également très fréquents [7].

I.3.1. Composé terpéniques :

Les terpénoïdes sont définis comme des matériaux avec des structures moléculaires contenant des squelettes de carbone composé d'unités isoprène (2-méthylbuta-1,3-diène). L'isoprène contient cinq atomes de carbone et, par conséquent, le nombre d'atomes de carbone dans tout terpénoïde est un multiple de 5. Produits de dégradation des terpénoïdes dans lesquels des atomes de carbone ont été perdus par des processus chimiques ou biochimiques peuvent contenir différents nombres d'atomes de carbone, et leur structure globale indiquera leur origine terpénoïde et ils seront toujours considérés comme des terpénoïdes [8].

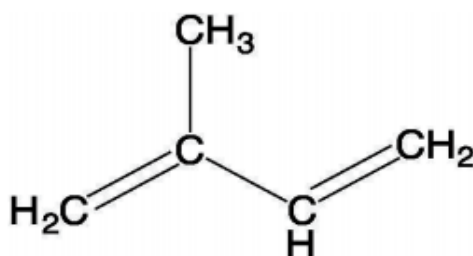


Figure 1 : La molécule de la base du concept de la règle isoprénique [9].

Le terpène est groupé selon le nombre de sous-unités de 2-méthylbutane (isoprène), proposé par Wallach en 1887, selon le nom la règle isoprénique, A proposé que les structures

non seulement des monoterpènes mais également d'autres composés terpéniques, puissent être construites à partir d'unités isoprène généralement de manière répétitive tête-queue [10].

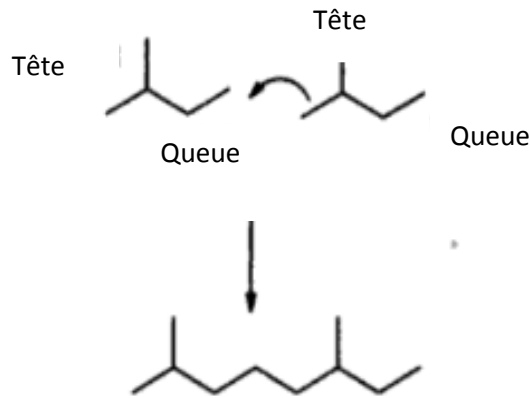


Figure 2 : La règle isoprénique [11].

On différencie entre les terpènes dans le nombre de carbone quand on trouve : hémi- (C₅), mono- (C₁₀) (deux unités d'isoprène), sesqui- (C₁₅) (trois unités d'isoprène), di- (C₂₀) (quatre unités d'isoprène), sester- (C₂₅) (cinq unités d'isoprène), tétra - (C₄₀) et polyterpènes (C₅)_n, avec n>8[12].

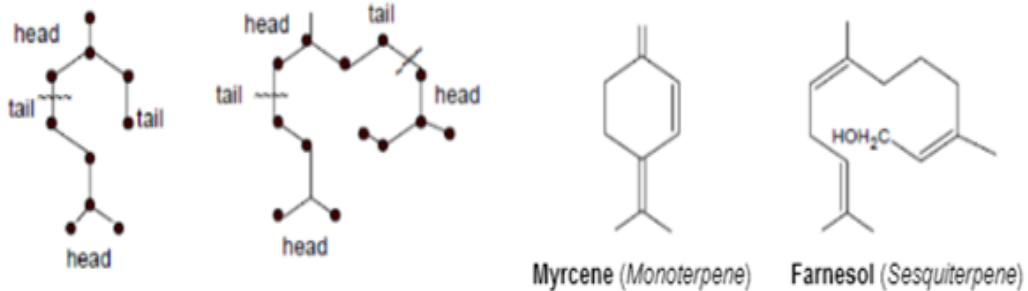


Figure 3 : Exemple d'une règle isoprène [13].

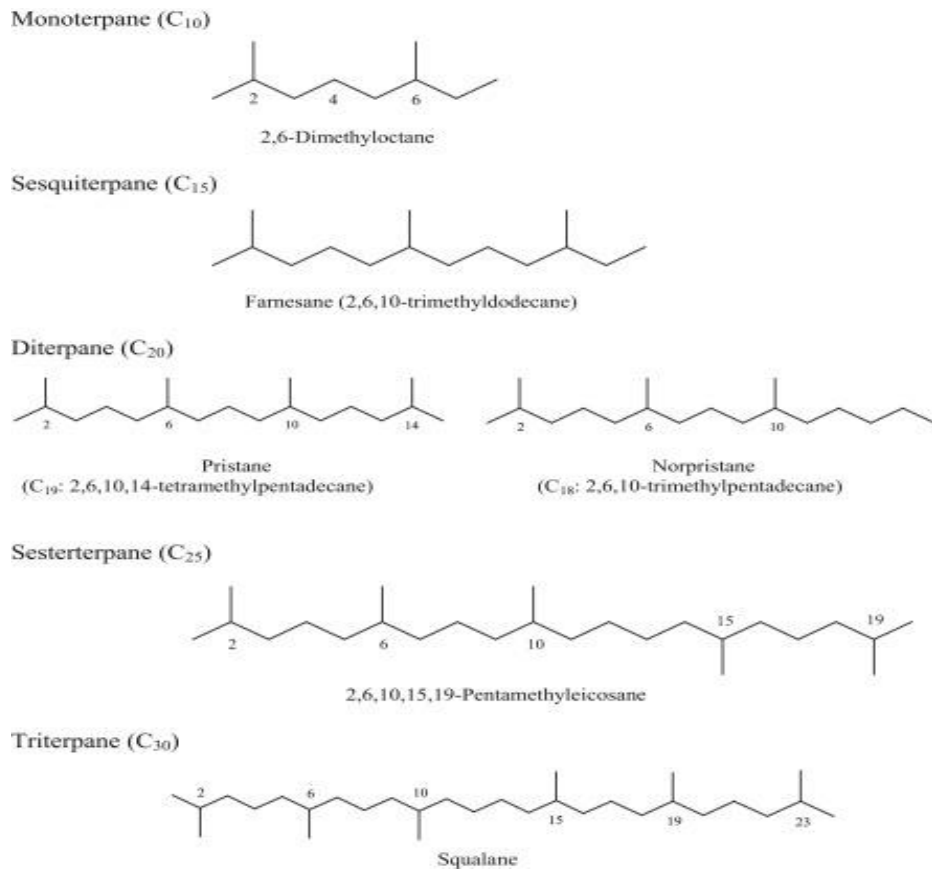


Figure 4 : Classification des terpénoïdes basée sur le nombre d'unités d'isoprène [14].

Dans les huiles essentielles on rencontre principalement des mono- et des sesquiterpènes plus rarement des diterpènes [15].

I.3.1.1. Monoterpène :

Les monoterpènes, formés de deux isoprènes réunies de la tête à la queue et ayant pour formule brute C₁₀H₁₆. Ils peuvent être linéaires ou cycliques et comptent de nombreux [16]. Parfois, une chaîne peut, pour ainsi dire, tourner sur elle-même et donner l'apparence d'un anneau, bien qu'il s'agisse encore d'une chaîne de 10 carbones. Lorsque cette boucle se produit, le terpène est dit monocyclique, parce qu'un cercle a été créé. Plus d'un cercle peut se lever dans une chaîne, de sorte qu'il est possible d'avoir des monoterpènes bi cycliques et tricycliques. S'ils ne forment pas du tout un cercle (c.-à-d. s'ils forment une chaîne droite), on dit qu'ils sont acycliques [17].

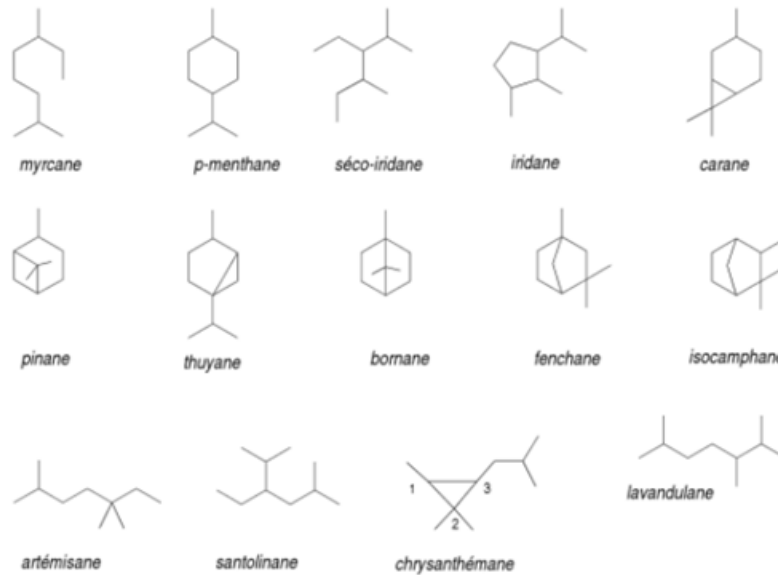


Figure 5 : Principaux structure monoterpène [18].

I.3.1.1.1. Les principales fonctions liées au monoterpène :

a- Les monoterpénoles :

Lorsqu'un groupe hydroxyle (ou radical hydroxyle, comme on l'appelle parfois), constitué d'un atome d'oxygène et d'un atome d'hydrogène (-OH) se joint à l'un des carbones d'une chaîne en déplaçant l'une des molécules d'hydrogène, selon que la chaîne à laquelle il se fixe comporte deux unités isoprène. Le nom de l'alcool ainsi formé se termine toujours par -ol, par ex. Géraniol . Le nom alternatif actuellement utilisé pour cet alcool est le monoterpénole [19].

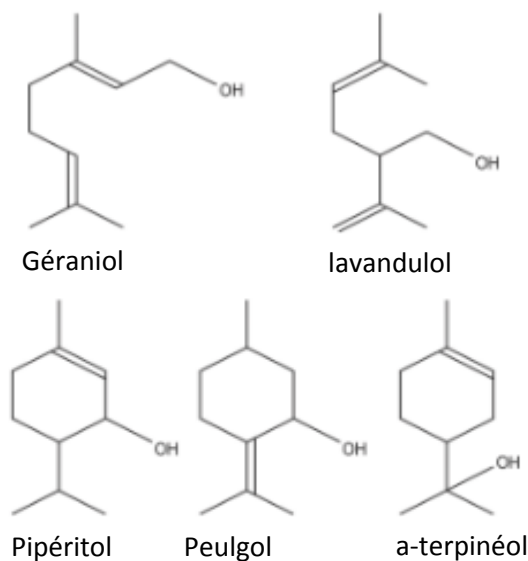


Figure 6 : Exemple de quelques monoterpénoles [19].

Les monoterpènes, sont en général de bons anti-infectieux. Ne sont pas hépatotoxiques, ils seraient immunomodulateurs, c'est-à-dire qu'ils stimuleraient le système immunitaire quand il y en aurait besoin, et le calmeraient lorsqu'il s'emballerait. Leur non-toxicité et leur efficacité en font tout de même les composants à privilégier pour lutter contre les infections chroniques. Les monoterpènes seraient aussi très efficaces contre les virus et de bons fongicides [20].

b- Les aldéhydes monoterpéniques :

Les aldéhydes ont un groupe carboxyle, leur oxygène est attaché à un carbone qui est également lié à un hydrogène, ce qui signifie qu'ils ne sont pas localisés avec une chaîne carbonique. Les aldéhydes monoterpéniques ont une fonction aldéhyde liée à deux unités d'isoprène [21].

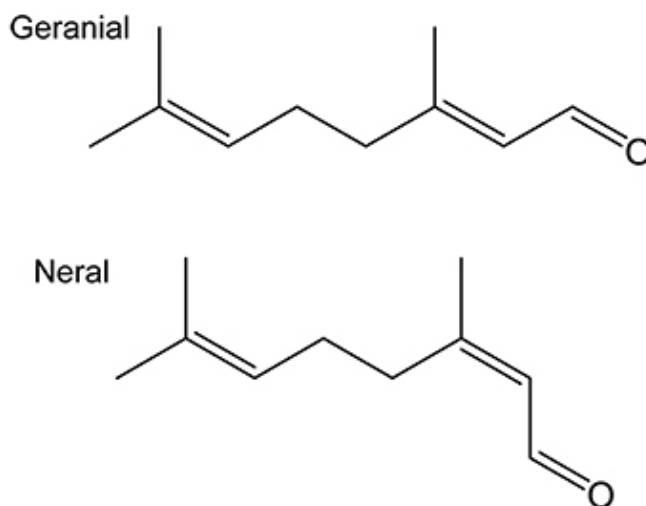


Figure 7 : Exemples des aldéhydes monoterpéniques [22].

Des études montrent que les aldéhydes présents dans les huiles sont sédatifs. Posséder de fortes propriétés antiseptiques [21]. Et possède des propriétés anti-inflammatoires, calmant et analgésique [23].

c- Cétones monoterpéniques :

Le groupe carbonyle, $C=O$, est présent dans les cétones ($R=O=R'$). La terminaison des noms des cétones est -one [23].

On trouve la cétone dans plusieurs huiles par exemple l'huile essentielle d'*artemisia judaica* contient de la pipéritone.

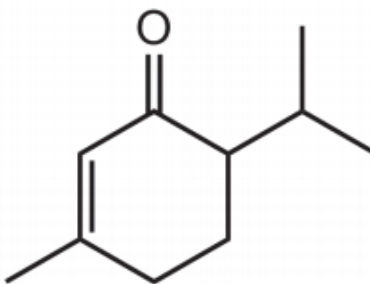


Figure 8 : Structure de pipéritone [24].

Cétones monoterpéniques sont cicatrisantes, lipolytiques, mucolytiques respiratoires et gynécologiques, anticoagulantes, immunostimulantes et régénératrices cellulaires et cutanées. À faible dose, elles sont calmantes, sédatives. À forte dose, elles sont neurotoxiques, abortives et stupéfiantes.

Les cétones sont présentes dans de nombreuses huiles essentielles et nécessitent une certaine prudence lors de leurs utilisations car elles peuvent devenir rapidement toxiques [4].

d- Phénol monoterpénique :

On appelle phénols les dérivés hydroxylés du benzène et des hydrocarbures aromatiques dans lesquels le groupe OH est lié à un atome de carbone du cycle benzénique. Les dérivés polyhydroxylés sont appelés polyphénols. Rappelons que, dans les alcools, le groupe OH est lié à un atome de carbone saturé. Nature - Noms (suffixe en -ol) [26] . Le thymol (retrouvé par exemple dans l'huile essentielle de Thym à thymol).

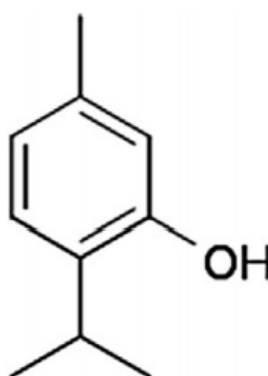


Figure 9 : Structure chimique de thymol [27].

Les huiles essentielles en contenant présentent une activité antiseptique très forte, anti-infectieuse, antivirale et immunostimulante. Les phénols sont les composants bactéricides les plus efficaces [23].

e- Les éthers monoterpéniques :

(R¹-O-R²) Le nom éther se rapporte à tout composé qui possède deux groupements alkyle reliés par un atome d'oxygène [28].

Par exemple Huile essentielle *d'Eucalyptus globulus* : contient « eucalyptol » [29].

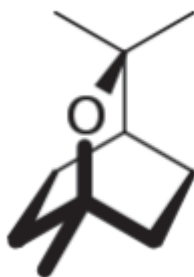


Figure 10 : Structure chimique de l'eucalyptol : C₁₀H₁₈O [30].

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) reconnaît l'usage traditionnel des feuilles d'Eucalyptus, de l'HE (*E. globulus*) pour soulager la fièvre et les symptômes de l'asthme, pour traiter l'inflammation des voies respiratoires, de la gorge ou des muqueuses de la bouche (voie interne) ainsi que pour soulager les douleurs rhumatismales [29].

f- Ester monoterpénique :

Les groupes ester contiennent une double liaison entre le carbone et l'oxygène (groupe carboxyle). Une deuxième molécule d'oxygène est liée au groupe carboxyle, ce qui en fait un groupe ester. Les esters sont produits par la réaction d'un alcool et d'un acide. Les esters sont caractéristiquement antifongique et sédatifs. Ils ont un effet calmant direct sur le système nerveux central et peuvent être de puissants agents spasmolytiques [21].

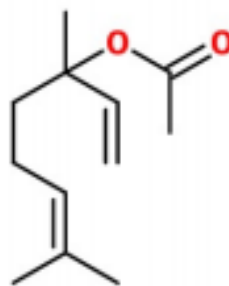


Figure 11 : Exemple d'une molécule avec fonction Esther linalyl acetate [26].

I.3.1.2. Sesquiterpène :

Trois unités isoprène fournissent la structure de base des molécules plus grosses appelées sesquiterpènes (les hydrocarbures sesquiterpéniques ont 15 atomes de carbone) [19]. Ces nouveaux sesquiterpènes présentent des structures et des activités biologiques très intéressantes et particulières. Par conséquent, les travaux sur les sesquiterpénoïdes sont à ce jour l'un des domaines de recherche les plus actifs en chimie des produits naturels. De nombreux sesquiterpènes sont des composants majeurs trouvés dans les parties à point d'ébullition plus élevé des huiles essentielles [31].

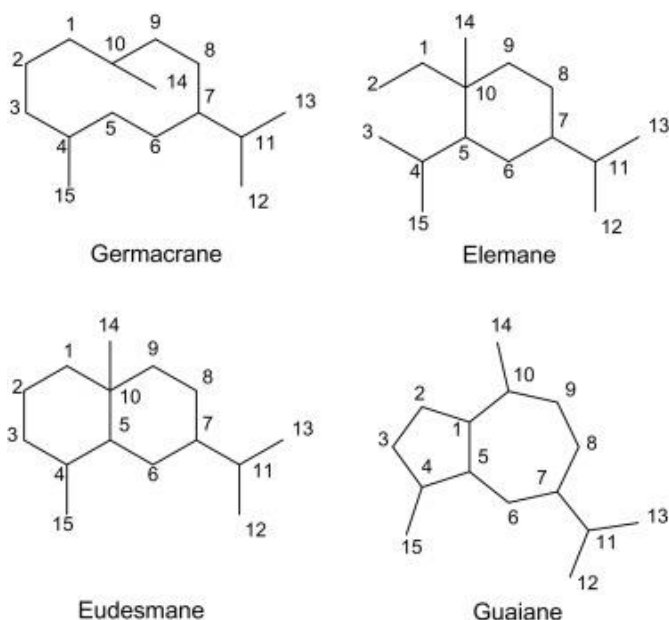


Figure 12 : Exemple des principales structures de sesquiterpène [32].

Il a été rapporté que les sesquiterpènes possèdent plusieurs activités pharmacologiques telles que antipaludique, cytotoxique, antifongique, antibactérien, antiviral, anti-inflammatoire anti nociceptif [33].

I.3.1.2.1. Les principales fonctions liées au sesquiterpène :

a- Sesquiterpénol :

Les alcools sesquiterpéniques forment déjà un grand groupe de dérivés terpéniques naturels qui se trouvent principalement dans les huiles essentielles [34]. Par exemple L'utilisation d' α -bisabolol ou d'huile riche en bisabolol en tant qu'agent anti-inflammatoire est omniprésente. Ce composé présente également plusieurs autres propriétés pharmacologiques telles que des activités analgésiques, antibiotiques et anticancéreuses [35].

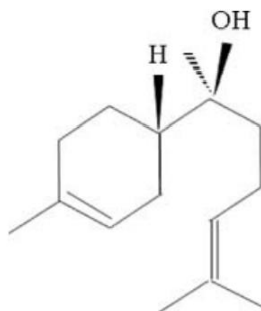


Figure 13 : Structure chimique de α -bisabolol [36].

b- Cétone sesquiterpénique :

On retrouve le β -vétivone (composant de l'huile essentielle de Vétiver) ou le nootkatone (composant de l'huile essentielle de Pamplemousse). Les cétones sesquiterpéniques sont mieux tolérées que les cétones monoterpéniques citées précédemment. Ceux sont les substances les mieux tolérées au niveau cutané. Elles possèdent des propriétés fongicides puissantes, cicatrisantes, régénératrices [23].

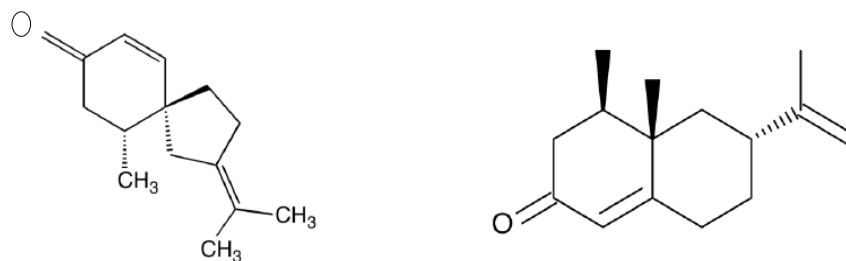


Figure 14 : Structure chimique des cétones sesquiterpène β -vétivone à gauche nootkatone adroite [23].

c- Aldéhyde sesquiterpénique :

Les aldéhydes sesquiterpéniques α -sinensal et β -sinensal contribuent particulièrement à l'arôme spécial d'orange douce [37].

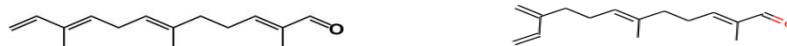


Figure 15 : Structure chimique des aldéhyde sesquiterpénique de α -sinensal et β -sinensal[37].

d- Esters :

L'ester sesquiterpénique comme l'acétate de cédryl,[23] Farnesyl acetate.

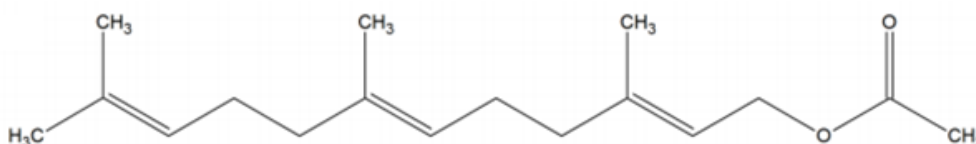


Figure 16 : Exemple d'ester sesquiterpène (Farnesyl acetate) [38].

e- Les lactones sesquiterpénique :

Sont des esters cycliques. De nombreux exemples simples se produisent dans les huiles essentielles, ainsi que dans des molécules plus complexes, qui ont une faible volatilité. Les lactones sesquiterpénique sont connues pour leur tendance à sensibiliser la peau [39]. Ces composés ont été largement étudiés depuis de nombreuses années pour leur large spectre d'activités biologiques, telles qu'antibactérienne, antifongique, antiprotozoaire et surtout anti-inflammatoire et antimorale. Ce sont donc des composés très prometteurs pour le développement de nouvelles molécules thérapeutiques anti-inflammatoires et anticancéreuses [40].

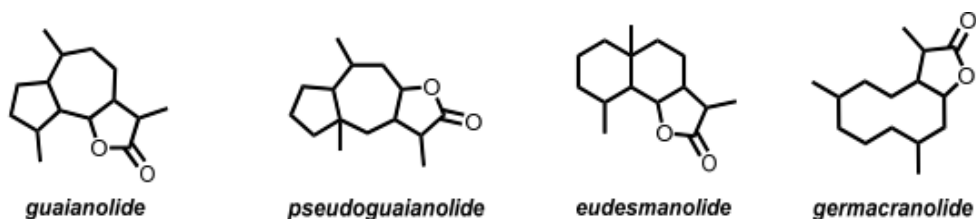


Figure 17 : Structure chimique des lactones sesquiterpène [40].

I.3.2. Composition aromatique :

Le deuxième élément constitutif des molécules volatiles présentes dans les huiles végétales distillées [19], Les composés aromatiques des huiles essentielles sont principalement des dérivés du phénylpropane C6-C3. Ils sont beaucoup moins fréquents que les terpènes [41], c'est pourquoi les effets des composés aromatiques sur le corps peuvent être assez remarquables, ce qui rend le soin d'utilisation essentiel [19].

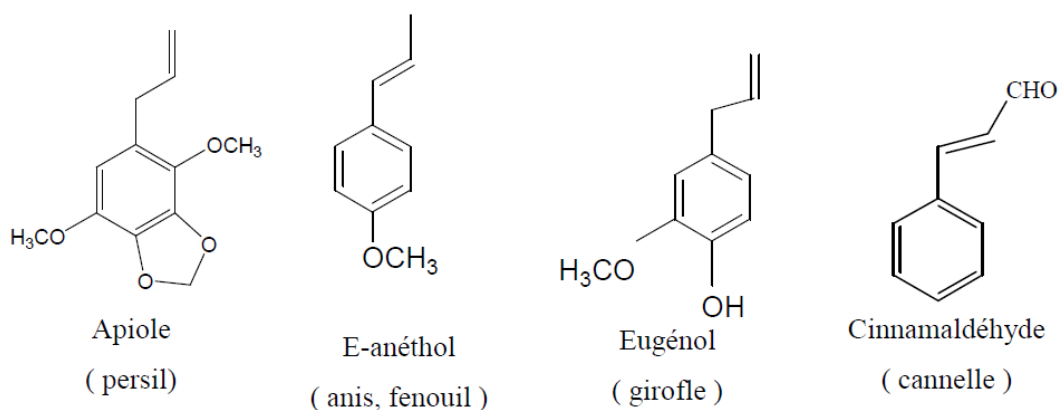


Figure 18 : Exemple des structures de composé aromatique [42].

I.3.3. Autre composées existe dans les huiles essentielles :

En général, les composés d'origine variée de faible masse moléculaire, entraînaibles lors de l'hydro distillation, sont des hydrocarbures aliphatiques à chaîne linéaire ou ramifiée porteurs de différentes fonctions. Comme : L'heptane et la paraffine dans l'essence de camomille, des acides en C₃ à C₁₀, Des esters acycliques comme : acétate de butyle, acétate d'isoamyle , Des aldéhydes comme l'octanal et le décanal , Des alcools comme le 1-octèn-3-ol [43].

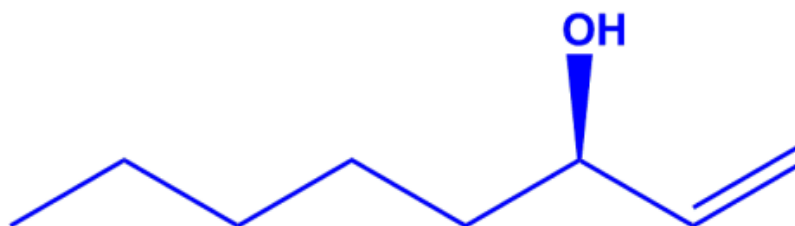


Figure 19 : Exemple structure d'alcool hydrocarbures aliphatiques [44].

I.4. Notion de chémotype :

La composition chimique d'huile essentielle de certaines plantes peut varier à l'intérieur d'une même espèce. En effet une même plante aromatique, botaniquement définie, synthétise une essence qui sera biochimiquement différente en fonction du biotope dans lequel elle se développera [45, 46], tels que la nature du sol, le soleil, l'altitude, les conditions climatiques et même les plantes avoisinantes. Tous ces éléments ont une influence sur l'essence fabriquée par la plante et donc sur ses bienfaits thérapeutique [47]. Ces variétés chimiques sont communément appelées chémotypes, types biogénétiques, races chimiques ou races biologiques [45].

I.5. L'activité antioxydant :

L'oxygène est la source de vie pour les organismes aérobies; bien que les réactions d'oxydation soient nécessaires à la vie, elle peuvent aussi être destructrices ; les plantes et les animaux utilisent et produisent de nombreux antioxydants pour se protéger. Les antioxydants sont des substances capables d'inhiber d'oxydation et déminent la concentration des radicaux libres dans le corps [48].

I.5.1. Définition d'un antioxydant :

Les antioxydants peuvent être définis comme toute substance qui, présente à faible concentration par rapport à la cible oxydable, est capable de ralentir ou d'inhiber l'oxydation de cette cible [49].

Les antioxydants sont des composants puissants qui peuvent neutraliser les radicaux libres impliqués dans la dégradation cellulaire, et nous aident ainsi à garder une vie active et saine [50].

I.5.2. Radicaux libre :

Un radical libre est une espèce chimique, neutre ou chargée, caractérisée par un électron libre dit « célibataire » sur son orbitale externe. L'électron célibataire est conventionnellement représenté par un «•». La formation d'un radical libre peut résulter de la rupture homolytique d'une liaison covalente ou d'un transfert d'électron [51].

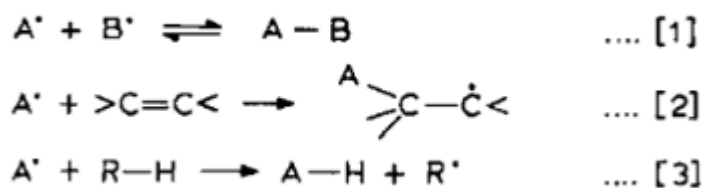


Figure 20 : Réactions des radicaux libres [52]

A^\bullet et B^\bullet sont deux types quelconques des radicaux réactifs. Réaction $A^\bullet + B^\bullet$ (1). Est une dimérisation. L'inverse de (1) est l'hémolyse des liaisons et peut être induit thermiquement ou photochimiquement. La réaction (2) représente l'addition à un dérivé d'alcène. La réaction (3), le transfert d'atomes d'hydrogène, est l'une des réactions de déplacement les plus importantes des radicaux [53].

I.5.3. L'évaluation de l'activité antioxydant :

Pour mieux prouver l'efficacité d'un antioxydant, il faut valider une série d'analyses, en mesurant les différents aspects et actions d'un antioxydant. Il est également recommandé d'utiliser minutieusement des méthodes acceptées, validées et normalisées, avec des données, à la fois, comparables et disponibles dans la littérature. Les méthodes peuvent varier selon la nature des radicaux libres, ainsi que selon les techniques analytiques impliquées dans le fonctionnement des processus d'oxydations [54].

I.5.4. Les méthodes d'évaluation de l'activité anti oxydant :

I.5.4.1. Teste de réduction du radical stable DPPH• :

La méthode au 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) I a été rapportée pour la première fois par Blois (1958). Le DPPH est l'un des rares radicaux libres stables et disponibles dans le commerce. Le test est basé sur la réaction de DPPH avec des antioxydants. Le DPPH • présente une absorption très intensive dans la zone visible et sa concentration peut être déterminée par spectroscopie visible (515 nm) [55].

a- Principe de teste de réduction du radical stable DPPH• :

Les antioxydants des échantillons provoquent une diminution du DPPH • initial. A Plusieurs aliquotes de l'échantillon à analyser sont ajoutées dans des tubes à essai contenant une solution de DPPH • et laissées à réagir jusqu'à ce que le changement d'absorption atteigne un plateau [55]. Cette transformation se traduit par un changement de couleur allant du violet au jaune, qui a été mesuré par spectrophotométrie en utilisant un spectrophotomètre UV [56].

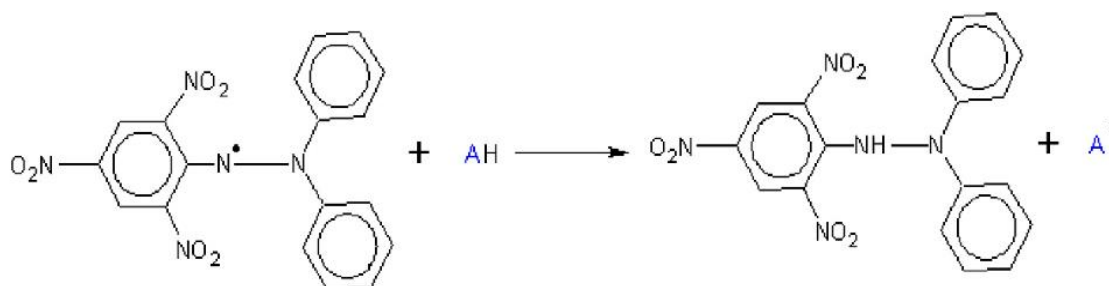


Figure 21 : La réaction du radical libre DPPH avec un antioxydant ou AH une molécule donneuse [57].

I.5.4.2. Teste de réduction du radical stable ABTS :

Le test ABTS a été accepté comme un outil précieux dans l'évaluation de l'activité antioxydant le radical cationique coloré ABTS est généré lors de la perte d'un électron par l'atome d'azote de l'ABTS [acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzthiazoline-6-sulfonique)]. À des fins d'analyse antioxydant, cette réaction (oxydation et perte d'un électron et formation du radical cation ABTS) peuvent être provoquées par l'utilisation de persulfate de potassium (K₂S₂O₈) Les lectures du spectrophotomètre à un réglage d'absorbance de 734 nm ont été régulièrement utilisées et Trolox a souvent servi d'étalon antioxydant [58].

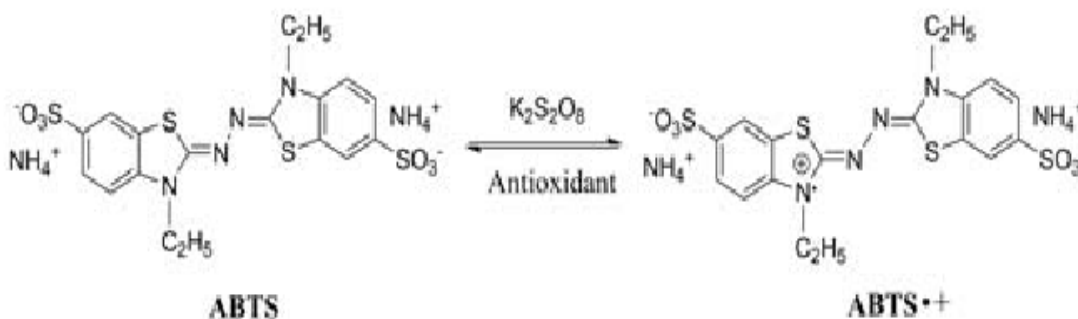


Figure 22 : Mécanisme de réaction de l'ABTS [59].

I.5.4.3. Le teste de Pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) :

Le test du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) mesure la capacité des phénoliques à réduire le 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (Fe(III)-TPTZ) de couleur jaune à un complexe bleu (Fe(II)-TPTZ) sous l'action d'un antioxydant par un transfert d'électron . la variation de la coloration est mesurée par spectrophotométrie à 593 nm [60][61].

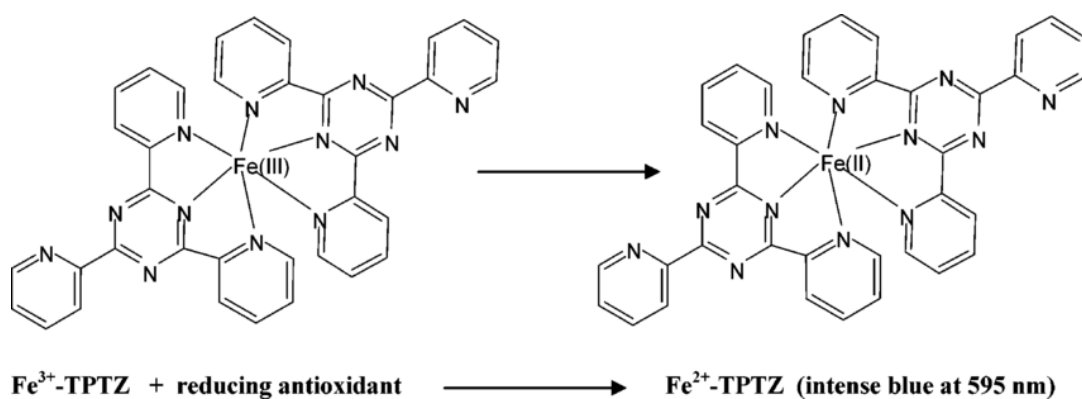


Figure 23 : Mécanisme réactionnaire de teste FRAP [62].

Chapitre II : Description des plantes Etudiées

La multiplicité des espèces végétales, qui a maintenant atteint un demi-million d'espèces, a conduit à la classification des plantes en plusieurs variétés. Les plantes qui partagent un certain nombre de caractéristiques de base sont placées dans un groupe représentant une espèce, et les types qui sont similaires aux caractères sont regroupés dans un groupe plus large appelé genre. Ensuite, les genres apparentés sont placés. Dans un autre groupe plus large appelé Famille.

Permis ces plante on a les plante aromatique qu'il possède des propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent des applications dans divers domaines tels que les industries pharmaceutiques, la médecine. Ces plantes représentent une nouvelle source de composés actifs [63].

II.1. Les plantes aromatiques :

Les plante aromatique médicinale est toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de soulager, prévenir ou guérir des maladies. Les plantes aromatiques sont utilisées comme tous les végétaux en médecine, en parfumerie, en cosmétique et pour l'aromatisation culinaire [64].

II.1.1. Les familles des plantes aromatiques :

On trouve Les espèces aromatiques chez les **végétaux supérieurs** en grande majorité et dans un nombre limité de familles.

C'est famille ont :

- Les **Lamiacées** : thym, lavande, sauge, menthe, romarin, origan, marjolaine, sarriette...
- Les **Myrtacées** : eucalyptus, girofler...
- Les **Rutacées** : citron, orange, bergamote...
- Les **Cupressacées** : cyprès, genévrier...
- Les **Pinacées** : sapin, pin, cèdre...
- Les **Apiacées** : coriandre, fenouil, anis, carvi...
- Les **Astéracées** : camomille romaine, matricaire, armoise, estragon, hélichryse, absinthe...
- Les **Lauracées** : laurier noble, cannelle de Ceylan, bois de rose camphrier, ravintsara...
- Les **Géraniacées** : géranium bourbon et géranium rosat...
- Les **Myrtacées** : eucalyptus, girofler, myrte, niaouli, melaleuca (tea tree) ...
- Plus rarement, les **Poacées** (citronnelle de Java, palmarosa, lemon-grass), les **Éricacées**

(gaulthérie), les *Annonacées* (ylang-ylang), *Zingiberacées* (gingembre). [65]

II.1.2. Les organes produisant les huiles essentielles:

Les plantes aromatiques possèdent des substances volatiles odorantes, qui se présentent sous forme d'huile essentielle, d'exsudat vert, de baume et d'oléorésine en une ou plusieurs parties, à savoir la racine, le bois, la tige, le feuillage, la fleur et le fruit. Le terme huile essentielle est concomitant à un parfum ou à des parfums car ces parfums sont de nature huileuse et ils représentent l'essence ou les constituants actifs des plantes [66].

II.2. Les plantes étudiées :

Dans ce concept on étudie 3 familles de plantes qu'ils ont astéracées, poacées, lamiacées. Les plantes étudiées pour la famille astéracées ont (*Artemisia herba alba*, *Artemisia judaica*, *Artemisia campestris*, *Tussilago farfara L* et *Calendula Arvensis L*). Pour la famille poacées on a (*Cymbopogon schoenanthus*, *Cymbopogon citratus* et *Cymbopogon giganteus*). Et pour la famille lamiacées les plantes étudiées ont (*Mentha pulegium*, *Lavandula officinalis*, *Origanum vulgare L*, *Ocimum basilicum*, *Hyptis spicigera*)

II.2.1. La famille des Astéracées :

La famille des Astéracées est l'une des plus grandes familles du règne végétal, il y a 23 000 espèces au total, et c'est aussi l'une des espèces les plus évoluées. Cette famille est très commune à l'échelle mondiale, principalement des régions tempérées. Composée il existe une grande diversité de genres et d'espèces. En effet, cette famille comprend des plantes avec des intérêts différents [67].

II.2.1.1. *Artemisia herba alba* :

Le genre *Artemisia* fait partie de la grande famille évolutive avancée des plantes Astéracées (Compositae). Plus de 300 espèces différentes composent ce genre diversifié qui est principalement trouvé dans les régions arides et semi-arides d'Europe. Les espèces d'*Artemisia* sont largement utilisées comme plantes médicinales en médecine populaire. Comme beaucoup d'autres membres de ce genre, *Artemisia herba-alba* qui est caractéristique des steppes du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord est utilisée en médecine populaire afin

de traiter diverses affections qui comprennent les maux de dents, les voies respiratoires discales, entérites, troubles intestinaux et diabète sucré [68].



Figure 24 : *Artemisia herba alba* [69].

Position systématique d'*Artemisia herba alba* [70] :

Phylum: Angiospermeae

Ordre: Gampanulatae

Famille: Astéracée

Tribu: Anthemidea

Genre: *Artemisia*

Espèce: *Herba-alba*

II.2.1.2. *Artemisia judaica* L :

Artemisia judaica L est une plante médicinale et aromatique qui pousse au fond des vallées des zones désertiques, en particulier dans le désert méridional [71], régional: La sous-espèce est endémique au Maroc, en Algérie et en Libye [72]. Il est utilisé pour le traitement des maux d'estomac, des maladies cardiaques, de la faiblesse sexuelle, du diabète, des troubles gastro-intestinaux et des blessures externes. En outre, d'autres médicaments populaires de la région arabe utilisent couramment cette plante aromatique pour le traitement de maladies liées à l'inflammation, par exemple les infections fongiques, le diabète, l'athérosclérose, le cancer et l'arthrite [70].



Figure 25 : *Artemisia judaica* [73].

Position systématique *Artemisia judaica* L [74] :

Classe: Magnoliopsida

Famille : Asteraceae

Genre : *Artemisia*

Espèce : *Artemisia judaica*

Sous-Espèce : *Artemisia judaica subsp. Sahariensis*

II.2.1.3. *Artemisia campestris* :

Les fleurs d'*Artemisia campestris* étaient utilisées comme hypoglycémiant, cholagogue, cholérétiques, digestifs, dépuratifs, anti lithiasiques, pour le traitement de l'obésité et pour diminuer le cholestérol. Il était utilisé en décoction comme antivenin, anti-inflammatoire, antirhumatismal et antimicrobien [75].



Figure 26 : *Artemisia campestris* [75].

Position systématique d'*Artemisia campestris* [75] :

Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes

Ordre: Asterales.

Famille: Astéracées

Genre: Artemisia

Espèce: *Artemisia campestris*

II.2.1.4. *Tussilago farfara* L :

La racine et les feuilles du tussilage ont des avantages médicaux dans la bronchite chronique, l'asthme, la grippe, les douleurs thoraciques et les inflammations. Les feuilles sont utilisées comme composant de divers médicaments à base de plantes pour le traitement des infections des voies respiratoires avec des difficultés d'expectorations [76].



Figure 27 : *Tussilago farfara* L [77].

Position systématique de *Tussilago farfara* L [78] :

Règne : Plantae

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

Genre : Tussilago L.

Espèce : *Tussilago farfara* L.

II.2.1.5. *Calendula arvensis* L:

Médicalement, ces fleurs ont un effet purifiant Antispasmodique et stimulant; sa tisane peut soulager les crampes d'estomac et les intestins; quant aux feuilles, leur suc peut calmer

les vomissements, Ulcères d'estomac, ils sont également utilisés pour éliminer les verrues, les durillons et les cors [79].



Figure 28 : *Calendula Arvensis* L [80].

Position systématique de *Calendula arvensis* L [81] :

Règne : Plante

Embranchement : Spermatophytes

Famille : Astéracées

Genre : Calendula

Espèce : *Calendula Arvensis*

II.2.2. La famille de Poacées :

Poacées est une grande plante à fleurs monocotylédone, presque omniprésente, appelée la famille des graminées. Cette famille comprend les graminées céréalières, le bambou et les herbes de prairie naturelles ainsi que les pelouses et pâturages cultivés. Il existe environ 12000 espèces de Graminées, ce qui en fait la cinquième plus grande famille de plantes [82].

II.2.2.1. *Cymbopogon Schoenanthus* :

C. schoenanthus ou *camel grass* est une huile essentielle contenant de l'herbe aromatique qui pousse bien dans les zones arides. Les huiles essentielles des parties aériennes de la plante sont largement utilisées dans la parfumerie et les industries pharmaceutiques. L'huile de *C. schoenanthus* a été signalée comme sévèrement toxique pour certaines espèces

de parasites. L'huile est utilisée pour réduire la densité des populations de parasitoïdes et augmenter les pertes de graines [83].



Figure 29 : plusieurs pieds de *Cymbopogon schoenanthus* [84].

Position systématique *Cymbopogon schoenanthus* [85] :

Règne: Végétal

Embranchement: Magnoliophyta

Ordre: Cyperales

Famille: Poacées

Genre: Cymbopogon

Espèce: Schoenanthus

II.2.2.2. *Cymbopogon citratus* :

Cymbopogon citratus, elle a été utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement de plusieurs maux, le *C. citratus* est utilisé dans différentes parties du monde dans le traitement de troubles digestifs, fièvres, troubles menstruels, rhumatismes et autres douleurs articulaires. L'infusion ou la décoction de parties aériennes de citronnelle est largement utilisée dans la médecine populaire. Cette plante est recommandée pour traiter les troubles digestifs, l'inflammation, les troubles nerveux et la fièvre ainsi que d'autres problèmes de santé [86].



Figure 30 : *Cymbopogon citratus* [87].

Position systématique *Cymbopogon citratus* [88] :

Division: Magnoliophyta

Classe: Liliopsida

Ordre: Poales

Famille: Poacées

Genre: *Cymbopogon* Spreng

Espèce: *citratus*

II.2.2.3. *Cymbopogon giganteus* :

Cymbopogone giganteus est utilisé pour ses propriétés antiseptiques pulmonaires, anti-fièvre, anti-ictériques et antiamariles. Les feuilles séchées sont souvent utilisées pour la gingivite, les aphtes et Stomatite des enfants [89].



Figure 31 : *Cymbopogon giganteus* [87].

Position systématique *Cymbopogon giganteus* [90] :**Règne :** VEGETAL**Embranchement :** ANGIOSPERMES**Classe:** MONOCOTYLEDONES**Famille :** Poacées**Groupe :** Pooidées**Genre :** Cymbopogon**Espèce :** giganteus**II.2.3. La famille des Lamiacée :**

Lamiacée est une importante famille des plantes qui comprend 250 genres et plus de 7 000 espèces. Un grand nombre d'espèce de Lamiacée habitent différents écosystèmes et ont une grande diversité avec une distribution cosmopolite. La plupart des espèces sont aromatiques et possèdent un mélange complexe de composés bioactifs qui contribuent à l'activité biologique globale dans des conditions in vitro [91].

II.2.3.1. *Mentha pulegium* :

La *Menthe poivrée* (*Mentha pulegium*) appartient à la famille de la menthe poivrée est l'une des plus anciennes plantes médicinales. Elle possède des propriétés calmantes, analgésiques et antiseptiques, notamment pour le traitement du diabète Cette espèce sauvage Les maux de gorge, même les maux de gorge microbiens, peuvent également combattre les virus et les infections corporelles. Des études ont montré que les composés de menthe poivrée peuvent combattre les cellules cancéreuses ainsi que la quercétine, ce qui peut inhiber la croissance des cellules cancéreuses et améliorer la mort cellulaire [92].



Figure 32 : *Mentha pulegium* [93].

Position systématique de *Mentha pulegium* [94] :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta Cronquist

Classe : Equisetopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacée

Genre : *Mentha*

Espèce : *Mentha pulegium*

II.2.3.2. *Lavandula officinalis* :

Lavandula officinalis. L'appartenance à la famille des Lamiacée est largement connue comme une herbe aromatique utilisée dans les industries de la parfumerie C'est une herbe médicinale couramment consommée dans les médecines traditionnelles et folkloriques du monde entier pour le traitement de plusieurs maladies telles que les troubles gastro-intestinaux, nerveux et rhumatismaux officinales. A également été utilisé en médecine populaire comme diurétique, carminatif, antirhumatismal, antiépileptique et analgésique, en particulier pour les migraines et les maux de tête [95].



Figure 33: *Lavandula officinalis* [96].

Position systématique de *Lavandula officinalis* [96] :

Règne : Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacée

Genre : Lavandula

Espèce : *Lavandula officinalis*

II.2.3.3. *Origanum vulgare* L :

Elle est également utilisée en médecine traditionnelle pour ses effets sur la santé, principalement contre les troubles bronchiques, comme digestifs et antiseptiques, pour le traitement des rhumes, des indigestions et des maux d'estomac [97].



Figure 34 : *Origanum vulgare* L [98].

Position systématique d'*Origanum vulgare L* [98] :**Embranchement :** Spermaphytes**Classe :** Dicotylédones**Ordre :** Lamiales**Famille :** Lamiacée**Genre :** *Origanum***Espèce :** *Origanum vulgare L***II.2.3.4. *Ocimum basilicum* :**

L'*Ocimum basilicum* est utilisé comme ingrédient alimentaire, ingrédient cosmétique, Il est considéré comme l'un des herbes les plus utilisés dans le monde culinaire, il est populaire dans la cuisine d'une grande variété d'aliments dans de nombreux types de cuisines. Les feuilles d'*Ocimum basilicum* sont utilisées dans la médecine traditionnelle comme tonique, stimulant, carminatif, stomachique, antispasmodique, antiviral et vermifuge [99].



Figure 35 : *Ocimum basilicum* [100].

Position systématique *Ocimum basilicum* [101] :**Classe :** Magnoliopsida**Order :** Lamiales**Famille :** Lamiacée**Genus :** *Ocimum***Species :** *basilicum*

II.2.3.5. *Hyptis spicigera* :

Hyptis spicigera est une espèce de feuille parfumée, largement distribué dans les régions tropicales et tempérées chaudes. Il est utilisé dans le traitement de divers types de maladie telle que les infections des voies respiratoires supérieures, la diarrhée, maux de tête, pneumonie, fièvre et choléra [102].



Figure 36: *Hyptis spicigera* [103].

Position systématique *Hyptis spicigera* :

Class: Magnoliopsida

Order: Lamiales

Famille: Lamiacée

Genius : Hyptis

Species : spicigera

Chapitre III :

L'influence de région sur la composition chimique des plantes étudiée

III.1. Les analyses statistiques :

La variation du climat et du sol impacte directement la composition biochimique d'une huile essentielle. D'une année sur l'autre, d'une saison à l'autre, ou d'une zone géographique à une autre les proportions des composants de l'huile varient [104].

D'après la notion chémotype les huiles essentielles n'ont pas les mêmes compositions chimiques entre les mêmes espèces botaniques [105]. Pour mieux comprendre on veut faire une étude statistique cette étude est faite avec un langage de programmation R. C'est un environnement intégré pour le traitement des données, le calcul et la préparation graphique. Pour cela on étudie l'influence de la région sur des différentes plantes des 3 familles chimiques (Asteracées, Poacées, Lamiacées).

III.1.1. Famille Astéracées :

La composition d'huiles essentielles est le résultat de l'expression du patrimoine génétique. Cela dépend des facteurs externes auxquelles la plante est exposée, et dépend de facteurs internes ces facteurs climat, terroir, humidité, altitude, température. Et d'autres liés aux humains comme partie de plante utilisée, séchage, pratiques d'extraction. Cela rend la composition chimique des huiles différente.















III.1.1.1. Etude statistique sur l'influence de région sur la composition d'*Artemisia Herba alba* :

Les études qui ont été réalisées sur les huiles essentielles d'*Artemisia Arba Elba* des trois régions (Ghardaïa, Laghouat, Tunisie). Les compositions obtenues ont pas les mêmes la composition majoritaires, la composition majoritaire Laghouat dans *Artemisia Arba Elba* de Ghardaïa [106] est a-thuyone avec 73.33%, et d'*Artemisia Arba Elba* de Laghouat est le davanone D (49.5%) [107], et d'*Artemisia Arba Elba* de Tunisie le 1,8 cineol (18.4%) et le composé majoritaire [108].

Les différents composés ont été exprimés dans le tableau 1

Tableau 1: Variation des compositions chimiques des huiles essentielles d'*Artemisia Herba alba* dans des différentes régions.

	Ghardaïa [106]	Laghouat [107]	Tunisien [108]
Mono terpène	2.18%	6.5%	10%
Sesquiterpène	0.62%	8.6%	1.3%
Cétone monoterpénique	91.21%	11.7%	38.2%
Cétone sesquiterpénique	/	2.1%	/
Ester monoterpénique	0.61%	1.5%	9%
Ester sesquiterpénique	/	/	/
Ether monoterpénique	4.11%	2.6%	18.4%
Ether sesquiterpénique	/	49.5%	/
Aldéhyde sesquiterpénique	/	0.8%	/
Alcool monoterpénique	/	3.3%	6%
Alcool sesquiterpénique	/	0.6%	/
Phnylepropène	/	0.2%	/
Composé non terpène	/	4.5%	/
Cycle furane	/	0.3%	/

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

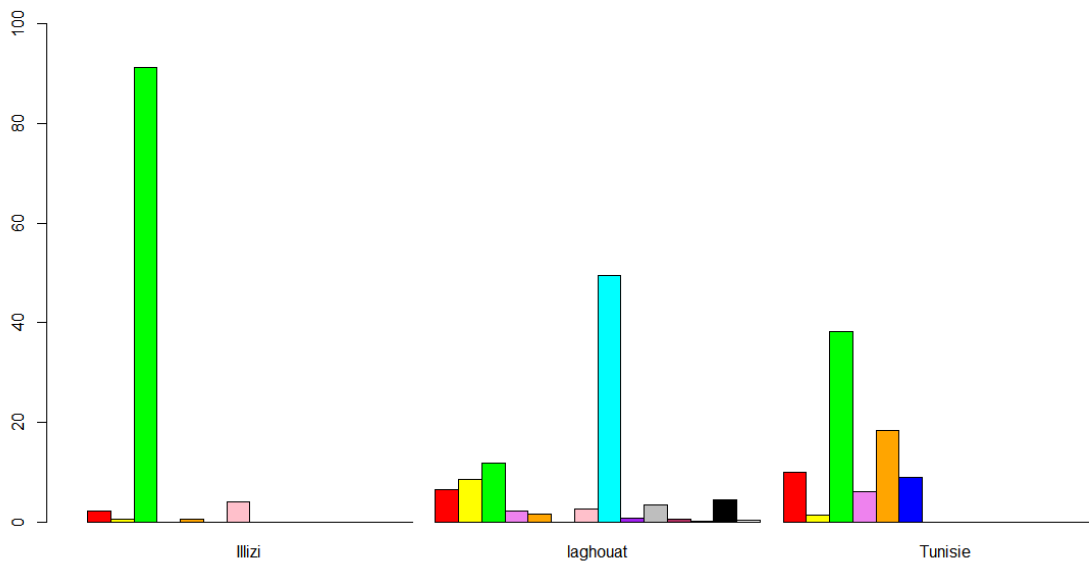


Figure 37 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles d' *Artemisia Herba Elba*.















Ces dernier histogrammes représente une forte composition de cétone monoterpénique dans l'*Artemisia herba alba* de Ghardaïa avec 91.21% puis les éthers sesquiterpénique qu'il est présenté dans l'*Artemisia herba alba* de la région de Laghouat et 38.2% de cétone monoterpénique dans l'*Artemisia herba alba* de Tunisie.

III.1.1.2. L'influence de région sur la composition d'*Artemisia judaica* :

L'*Artemisia judaica* d'Illizi (Algérie) et de Jordanie représente plusieurs compositions avec différent teneur. Ces plantes a des compositions majoritaire sont Le pipéritone avec 79.04% [106] et (E)-Ethyl cinnamate 21.46% respectivement [109].

Tableau 2 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles d'*Artemisia judaica* dans deux des différentes régions.

	Illizi (Algérie)[106]	Jordanie [109]
Mono terpène	1.25%	0.52%
Sesquiterpène	2.18%	0.89%
Cétone monoterpénique	79.04%	29.25%
Cétone sesquiterpénique	/	
Ester monoterpénique	/	40.22%
Ester sesquiterpénique	9.37%	/
Ether monoterpénique	/	17.02
Ether sesquiterpénique	2.14%	/
Aldéhyde sesquiterpénique	/	/
Alcool monoterpénique	/	6.55%
Alcool sesquiterpénique	0.47%	/
Phnylepropène	0.95%	/
Composé non terpène	6.4%	/
Cycle furane	/	/

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

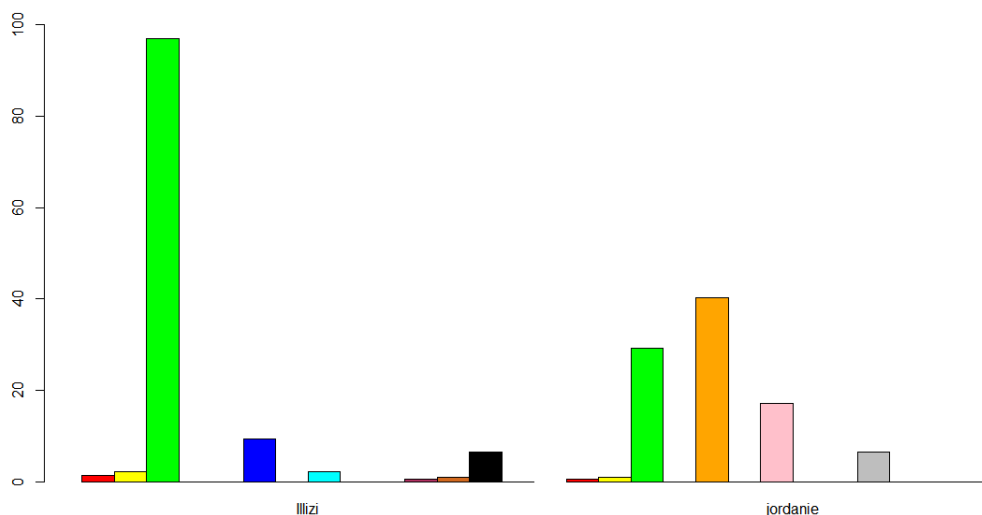


Figure 38: Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles d'*Artemisia Judaica*.















L'histogramme (figure 38) représente une forte composition de cétone monoterpénique dans l'*artemisia judaica* d'Illizi avec 79.04% et les esters monoterpéniques qu'il est présentés dans l'*artemisia judaica* de Jordanie avec 40.22% et le pourcentage d'éther monoterpénique de même plante égale à 17.02%.

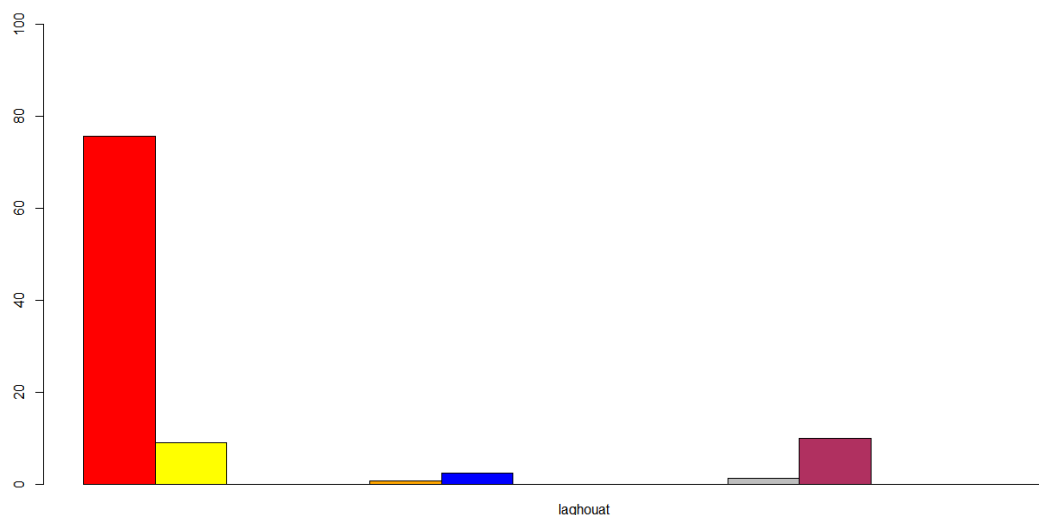
III.1.1.3. Composition chimique d'*Artemisia campestris* de la région de Laghouat :

La composition chimique d'*Artemisia campestris* d'huile essentielle dans la région de Laghouat. Les principaux chénotypes sont b-pinène 20.7%, γ -terpinène 11% et a-pinène 9.2% [107].

Tableau 3 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles d'*Artemisia campestris*.

	<i>Artemisia campestris</i> (Laghouat)[107]
Monoterpène	75.7 %
Sesquiterpène	9 %
Alcool monoterpénique	1.3 %
Alcool sesquiterpénique	10 %
Ester monoterpénique	0.6 %
Ester sesquiterpénique	2.3 %

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

**Figure 39** : Histogramme de variation des compositions chimiques d'huile essentielle d'*Artemisia campestris*.















On voit d'après la (figure 39) qu'il y a une forte teneur sur la famille chimique monoterpène avec un pourcentage de 75.7% et faible pourcentage dans tous les autres des familles chimiques.

III.1.1.4. Composition chimique de *Tussilago farfara L* de France :

28 constituants sont présents dans l'HE de *Tussilago farfara L*, le 1-undécène 19.9% 1-nonène 14.2% 1,10-undécadiène 9.3 % est les composés majoritaires [110].

Tableau 4 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles de *Tussilago farfara L*.

	<i>Tussilago farfara L</i> [110]
Mono terpène	3.4%
Sesquiterpène	11.4%
Cétone sesquiterpénique	4.7%
Aldéhyde sesquiterpénique	1.5%
Alcool sesquiterpénique	8.8%
Composé non terpène	54.8%

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

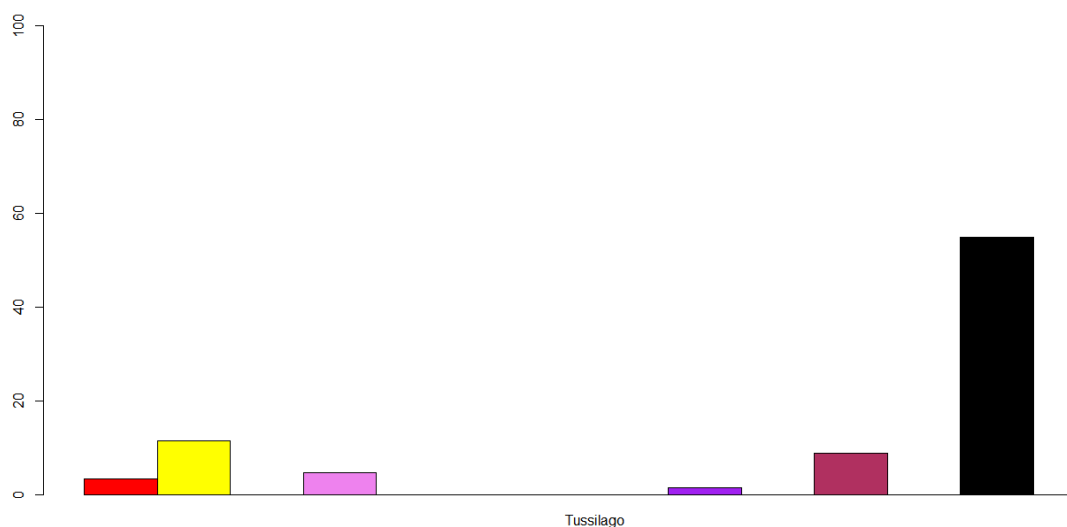


Figure 40 : Histogramme de variation des compositions chimiques d'huile essentielle de *Tussilago farfara L*.















L'histogramme (figure 40) montre que la valeur des composés non terpène est la plus grande avec un pourcentage égale à 54.8 % et une teneur égale à 11.4% pour les sesquiterpènes est faible quantité sur les reste des familles.

III.1.1.5. Composition chimique de *Calendula Arvensis* de France :

34 composés ont été identifiés sur l'huile essentielle de *Calendula arvensis* le spathulenol est le composé majoritaire avec 27.4% et le dodecanol avec 4.4% [110].

Tableau 5 : Variation des compositions chimiques des huiles essentielles de *Calendula arvensis*

				<i>Calendula arvensis</i> [110]			
Mono terpène				1.9%			
Sesquiterpène				4.5%			
Alcool monoterpénique				7.2%			
Alcool sesquiterpénique				36.7%			
Composé non terpène				5.4%			

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

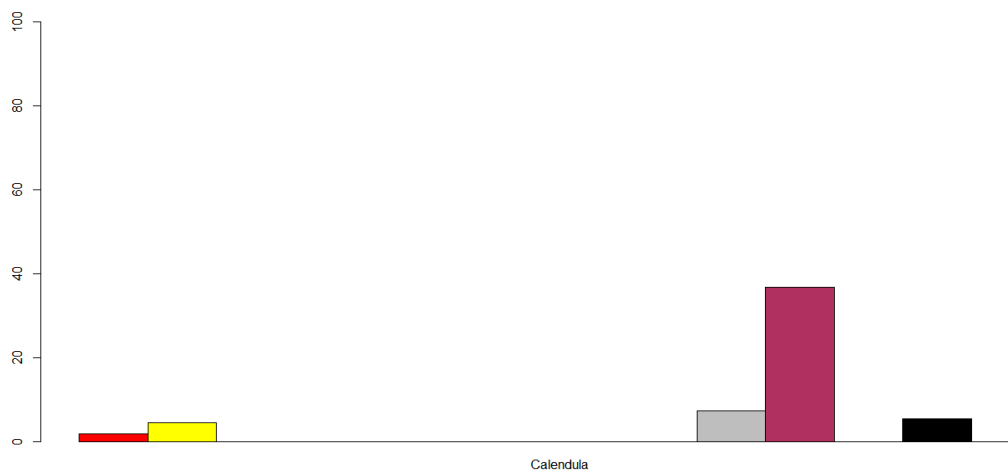


Figure 41: Histogramme Variation des compositions chimiques de *Calendula arvensis* de France.

L'histogramme montre que la valeur des Alcools sesquiterpène est la plus grande avec un pourcentage égale à 36.7 % et un teneur égale à 7.2% pour les alcools mono terpène est faible quantité sur les restes des familles.

III.1.2. La famille Poacées :















III.1.2.1. L'influence de région sur les huiles essentielles *Cymbopogon schoenanthus* :

Dans la régions d'Illizi 24 composés identifiés les principaux composants trouvés dans cette huile essentielle sont le pipéritone , D-fenchone (cétone monoterpénique 63.388%), elemol , Dans la régions de Ghardaïa 15 composés identifiés les principaux composants sont le cis-p-menth-2-en-1-ol et trans-p-menth-2-en-1-ol et des autres alcools avec des pourcentages faibles (alcool monoterpénique 52.35%), et 4 composés identifiés comme hydrocarbure monoterpène le 4-carène et le plus important avec 19.76% et le pourcentage de tous les composés et (alcool sesquiterpénique 30.42%) [106] et Dans la région de Ghardaïa Sebsab 17 composés identifiés , les principaux composants trouvés dans cette huile essentielle sont cis-p-menth-2-en-1-ol 14% et trans-p-menth-2-en-1-ol 20.2% et des autres alcools avec des pourcentages (alcool monoterpénique 50.4%) Dans la région de Bechar : 17 composés identifiés , les principaux composants trouvés dans cette huile essentielle sont cis-p-menth-2-en-1-ol 15.4% et trans-p-menth-2-en-1-ol 52% [111] .

Le tableau de variation des compositions chimiques de *Cymbopogon schoenanthus* est dans la page suivante

Tableau 6 : Variation des compositions chimiques de *Cymbopogon schoenanthus*.

	Illizi [106]	Ghardaïa [106]	Ghardaïa Sabsab [111]	Bechar [111]
Mono terpène	6.501%	30.42%	14.3%	15%
Sesquiterpène	3.37%	2.19%	/	/
Cétone monoterpène	63.38%	1.17%	1%	1%
Cétone sesquiterpène	/	/	/	/
Ester monoterpène	0.61%	1.5%	9%	/
Ester sesquiterpène	/	/	/	/
Ether monoterpène	/	/	/	/
Ether sesquiterpène	/	/	/	/
Aldéhyde sesquiterpène	/	/	/	/
Alcool monoterpène	1.86%	52.25%	50.4%	60.5%
Alcool sesquiterpène	19.36%	13.63%	13.36%	17.5%
Phénylopropane	/	/	/	/
Composé non terpène	/	/	/	/
Cycle furane	/	/	/	/

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

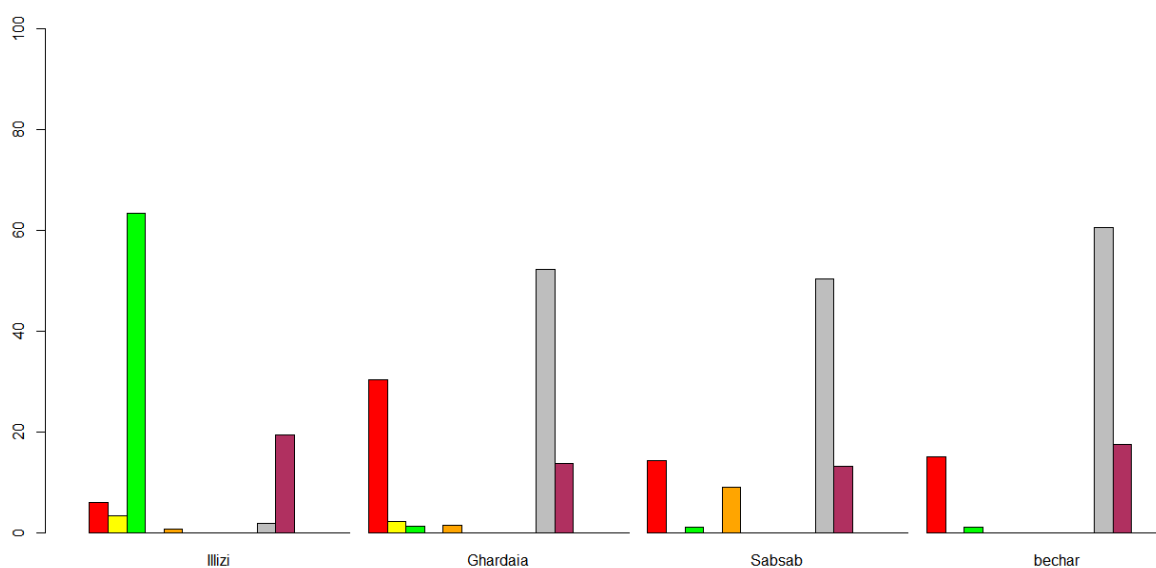


Figure 42 : Histogramme de Variation des compositions chimiques de *Cymbopogon schoenanthus* dans 4 différentes régions.

D'après l'histogramme (figure 42) et le tableau on peut dire que Dans la régions d'Illizi cétone monoterpénique 63.388% est la familles chimique la plus forte les alcools sesquiterpène 19.361% , Dans la régions de Ghardaïa alcool monoterpénique 52.35% la famille major et des hydrocarbure monoterpène avec 19.76% et des alcool sesquiterpène30.42% et Dans la région de Ghardaïa Sebsab alcool monoterpène avec un teneur de 50.4% est la famille major Dans la région de Bechar la même famille est major mais avec pourcentage de 60.5%.















III.1.2.2. L'influence de région sur les huiles essentielles *Cymbopogon citratus* :

Dans la région d'Illizi (Algérie) l'HE de cette espèce a permis d'identifier 5 composés ce qui correspond à 98.52% de l'ensemble des composés de l'HE analysée. Parmi les composés majoritaires on trouve le néral avec une teneur de 37.06 % suivi de près par le géranial (54.91%) [106].

Dans la région de Burkina Faso Quinze constituants, représentant 96.33 % de l'huile essentielle ont été identifiés. Les composés majoritaires sont : geranial (48.179%) ; néral (34.374) [112].

Tableau 7 : Variation des compositions chimiques de *Cymbopogon citratus*.

	Illizi (Algérie) [106]	Burkina Faso [112]
Monoterpène	6.01%	5.36%
Sesquiterpène	/	/
Cétone monoterpénique	/	0.899%
Cétone sesquiterpénique	/	/
Ester monoterpénique	/	1.36%
Ester sesquiterpénique	/	/
Ether monoterpénique	/	/
Ether sesquiterpénique	/	/
Aldéhyde monoterpénique	91.97%	83.74%
Alcool monoterpénique	0.54%	4.617%
Alcool sesquiterpénique	/	/
Phnylepropène	/	/
Composé non terpène	/	/
Cycle furane	/	/

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

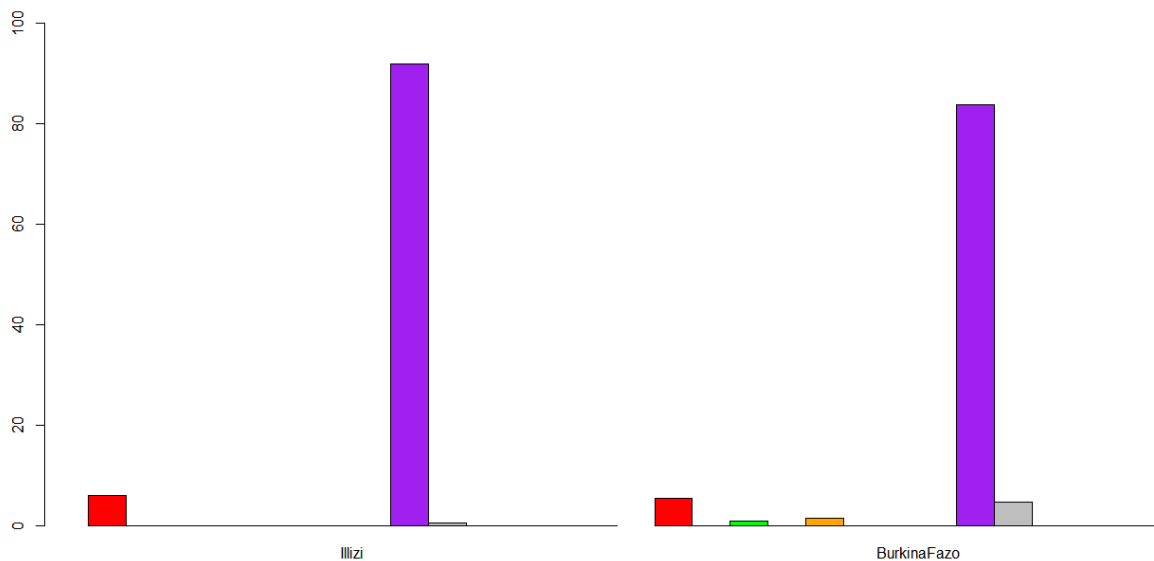


Figure 43 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus*.















L'historgramme de figure 43 montres que la *Cymbopogon citratus* des deux défèrent région ont la même famille chimique major l'aldéhyde monoterpène avec 91.79% d'Illizi et 83.74% de Burkina Faso.

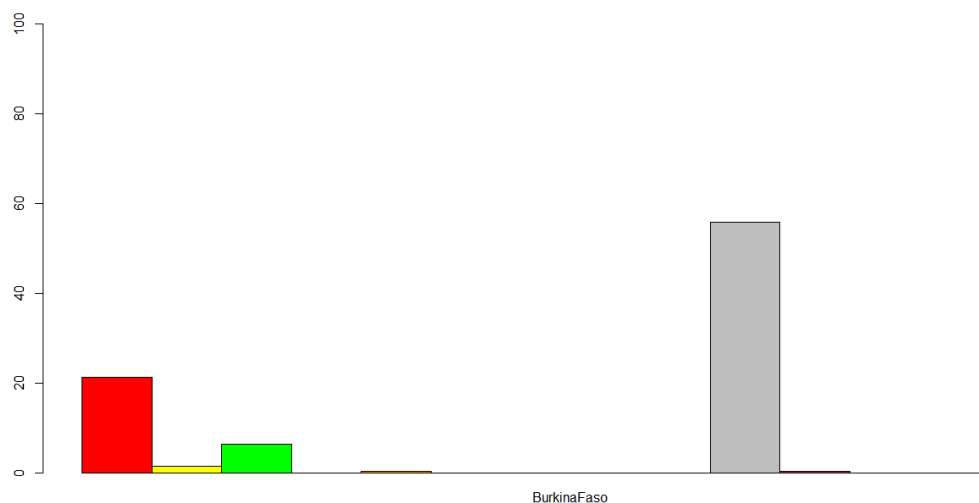
III.1.2.3. L'influence de région sur les huiles essentielles *Cymbopogon giganteus* :

33 composées ont été identifier sur le huile essentiel de *Cymbopogon giganteus*. Le Limonène 19.32%, Mentha-1(7),8-dièn-2-ol cis17.33%et Mentha-1(7),8-dièn-2-ol trans13.95% ont les composées majouritaire dans ce huile [112].

Tableau 8 : Variation des compositions chimiques de *Cymbopogon giganteus*.

	<i>Cymbopogon giganteus</i> (Burkina Faso)[107]
Monoterpène	21.308%
sesquiterpène	1.48%
Alcool monoterpénique	55.85%
Alcool sesquiterpénique	0.24%
Ester monoterpénique	0.232%
Cétone monoterpénique	6.383%

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

**Figure 44 :** Histogramme de variation des compositions chimiques de *Cymbopogon giganteus*.

D'après l'histogramme (figure 44) on trouve que dans la région de Burkina Faso la plante *Cymbopogon giganteus* la famille de composition chimique majeure c'est l'alcool monoterpène avec 55.85%.















III.1.3. La famille Lamiacée:

III.1.3.1. L'influence de région sur les huiles essentielles *Mentha pulegium* :

On trouve comme composition majoritaire Pulégone est le plus importants avec 87.2% dans la région de Laghouat [107]. Et dans la région d'Ain Fettouh 93.1% [113]

Tableau 9 : Variation des compositions chimiques de *Mentha pulegium*.

	Laghouat [107]	Ain Fettouh [113]
Monoterpène	0.8%	2%
Sesquiterpène	0.4%	0.7%
Cétone monoterpénique	87.2%	93.1%
Cétone sesquiterpénique	/	/
Ester monoterpénique	/	0.1%
Ester sesquiterpénique	/	/
Ether monoterpénique	0.2%	/
Ether sesquiterpénique	/	/
Aldéhyde monoterpénique	0.5%	/
Alcool monoterpénique	0.8%	2.9%
Alcool sesquiterpénique	/	/
Phnylepropène	/	/
Composé non terpène	0.3%	1.7%
Cycle furane	3.3%	/

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

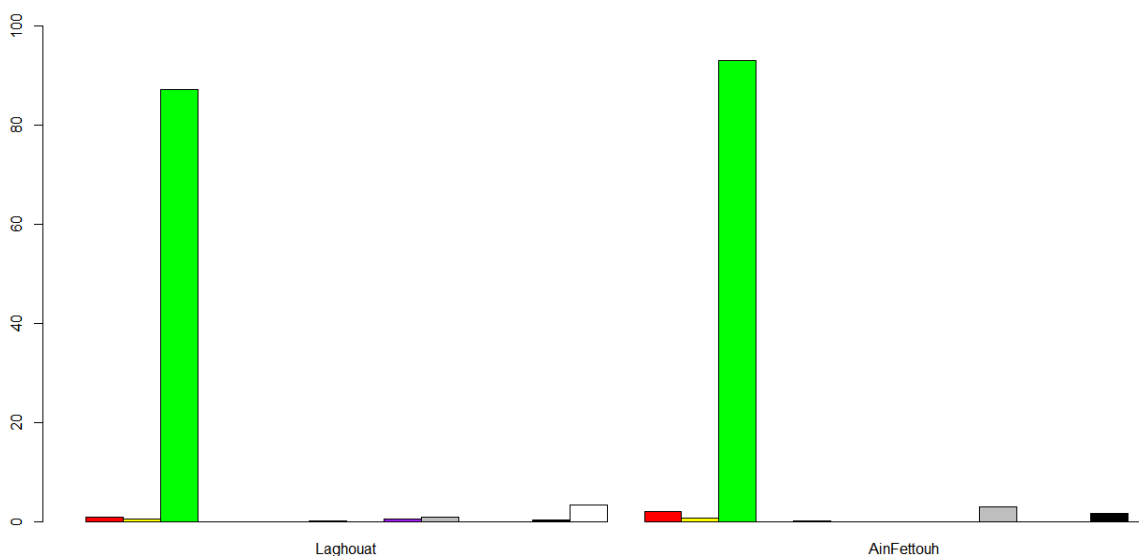


Figure 45 : Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles de *Mentha pulegium*.















On trouve d'après la figure 45 comme composition majoritaire que les cétones monoterpénique est le plus importants avec 87.2% dans la région de Laghouat .Et dans la région d'Ain Fettouh les cétones monoterpénique 93.1 %.

III.1.3.2. L'influence de région sur les huiles essentielles *Lavandula officinalis* :

Dans la région de Laghouat le linalol(35.8%) et le linalyl acetate(21%) constituent les composés majoritaires [107] et dans la région d'Ain Fettouh les principaux composés sont: 1,8-Cinéole (22.8%), β -Pinène (12.4%)[113].

Tableau 10 : Variation des compositions chimiques de *Lavandula officinalis*.

	Laghouat [107]	Ain Fettouh [113]
Monoterpène	2.4%	17.9%
Sesquiterpène	0.4%	5.8%
Cétone monoterpénique	7.4%	11.7%
Aldéhyde monoterpénique	/	2.3%
Alcool monoterpénique	45.2%	14.2%
Alcool sesquiterpénique	1.2%	7.1%
Ester monoterpénique	31.5%	0.1%
Ether sesquiterpénique	4.4%	/
Aldéhyde sesquiterpénique	0.9%	/
Composé non terpen	4.1%	1.3%

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

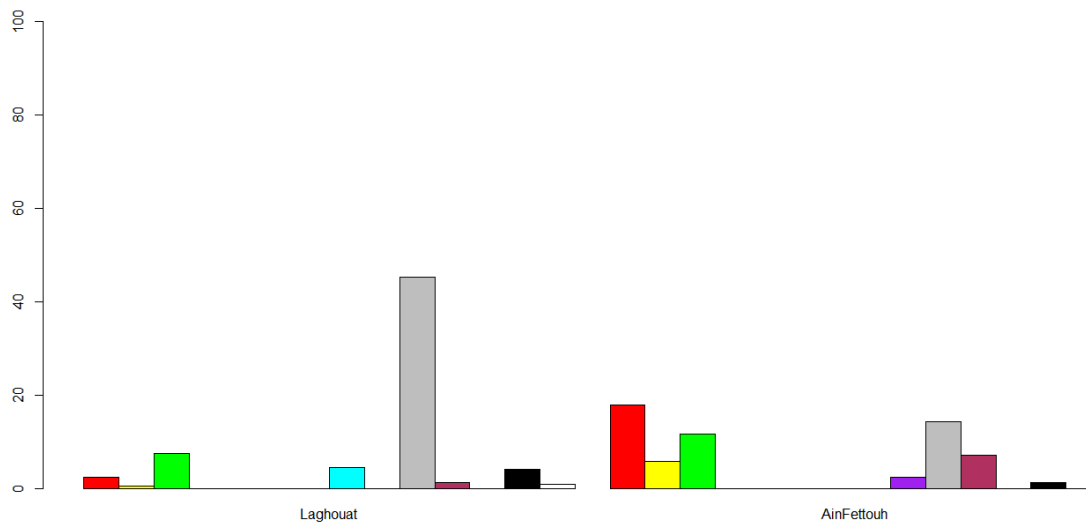


Figure 46: Histogramme de variation des compositions chimiques des huiles essentielles de *Lavandula officinalis*.















D'après l'Histogramme (figure 46) on a dans la région de Laghouat l'alcool monoterpénique (45.2%) comme famille majeure et dans la région d'Ain Fettouh on trouve hydrocarbure monoterpène avec 17.9% et l'alcool monoterpénique 14.2%.

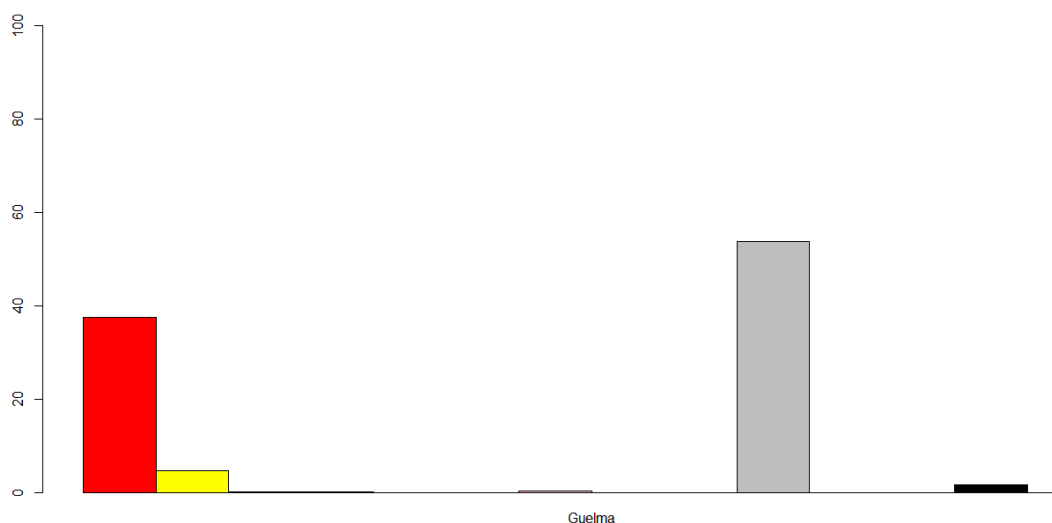
III.1.3.3. L'influence de région sur l'huile essentielle *Origanum vulgare* :

Les compositions majeures sont thymol (32.85%), le Durenol (17.92%), la pulégone (19,54%), la famille chimique majeure alcool monoterpénique avec 53.74% [114].

Tableau 11 : Variation des compositions chimiques d'*Origanum vulgare*.

	Guelma [114]
Monoterpène	37.43%
Sesquiterpène	4.62%
Cétone monoterpénique	0.03%
Alcool monoterpénique	53.74%
Ether monoterpénique	0.3%
Composé non terpène	1.63%
Cétone sesquiterpénique	0.03%

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

**Figure 47**: Histogramme de variation des compositions chimiques d'*Origanum vulgare*















D'après L'histogramme de (figure 47) montre que dans l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* la famille chimique majoritaire alcool monoterpénique avec 53.74%.

III.1.3.4. L'influence de région sur d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* :

Dans *Ocimum basilicum* on trouve comme des composées majoritaire a-terpinéol (59.78%) et β -caryophyllène (10.54%) [112]

Tableau 12 : Variation des compositions chimiques d'*Ocimum basilicum*.

		<i>Ocimum basilicum</i> Burkina Faso [112]	
Mono terpène		14.33%	
Sesquiterpène		18.16%	
Ether sesquiterpénique		1.29%	
Aldéhyde monoterpénique		/	
Alcool monoterpénique		58.77%	

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

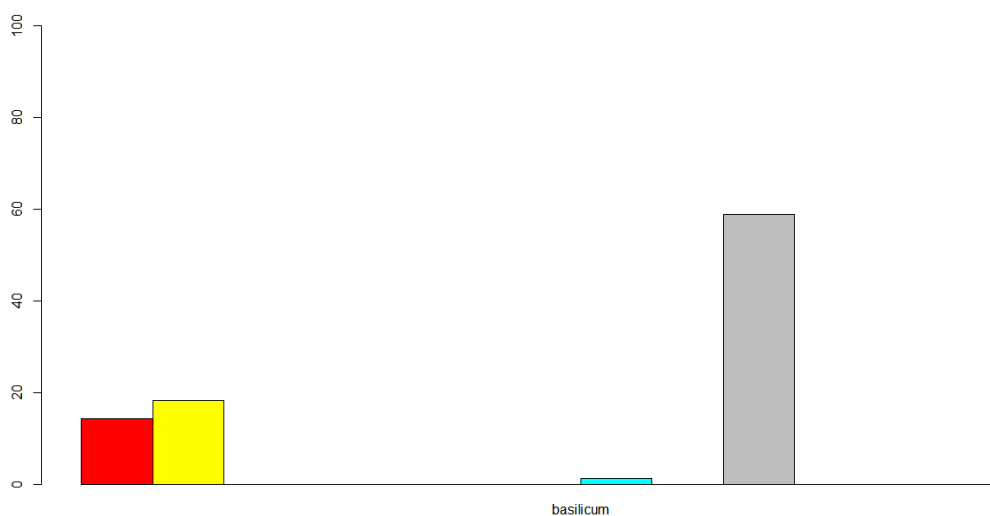


Figure 48: Histogramme de variation des compositions chimiques d'*Ocimum basilicum*.















La famille chimique alcool monoterpénique est la famille chimique prédominant dans la plante *Ocimum basilicum* avec 58.77% d'après la figure 48.

III.1.3.5. L'influence de région sur d'huile essentielle de *Hyptis spicigera* :

Dans *Hyptis spicigera* on trouve comme des composées majoritaire β -caryophyllèn 21%, α -pinène 20.11% et le sabinène (10,26%), le β -pinène (9,22%) [112].

Tableau 13: Variation des compositions chimiques de *Hyptis spicigera*.

	<i>Hyptis spicigera</i> Burkina Faso [112]
Mono terpène	66.16%
Sesquiterpène	23.44%
Cétone monoterpénique	0.08%
Ether monoterpénique	1.81%
Ether sesquiterpénique	0.98%
Alcool monoterpénique	0.75%

	Monoterpène		Sesquiterpène		Cétone monoterpénique		Cétone sesquiterpénique
	Ester monoterpénique		Ester sesquiterpénique		Ether monoterpénique		Ether sesquiterpénique
	Aldéhyde sesquiterpénique		alcool monoterpénique		Alcool sesquiterpénique		Phnylepropène
	Composé non terpène		Cycle furane				

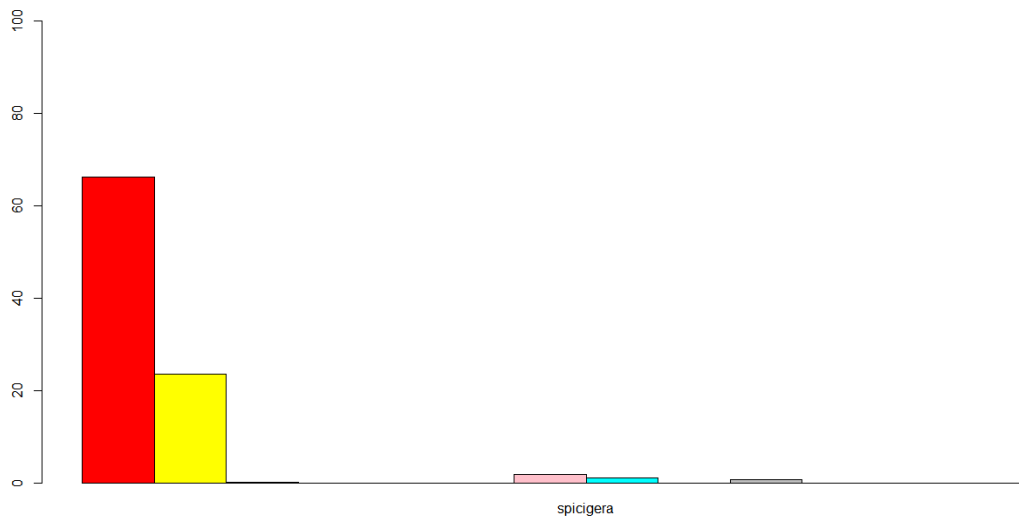


Figure 49: Histogramme de variation des compositions chimiques de *Hyptis spicigera*.

D'après l'Histogramme de figure 49 on les monoterpènes est la famille majeure avec 66.16% et sésquiterpène avec 23.44%.

Chapitre IV :

**Etude statistique sur
l'influence de la composition
chimique des HE sur
l'activité antioxydant**

Les huiles essentielles sont des substances complexes qui contiennent plusieurs centaines de composants, cependant on peut les regrouper en familles de substances chimiques. Ce sont ces molécules connues et chimiquement définies qui confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés thérapeutiques [115], c'est groupes sont dotés de propriétés antioxydants [116]. Cette étude a pour objectif d'étudier statistiquement l'influence des compositions chimiques sur l'activité antioxydant.

VI.1. L'influence la composition chimique sur l'activité antioxydant de la famille d'Astéracées :

La capacité antioxydant d'un composé est d'autant plus élevée que son IC_{50} est faible. L'indice IC_{50} montre les concentrations de l'antioxydant qui sont nécessaires pour faire décroître la concentration initiale du DPPH de 50% [117].

Tableau 14: capacités antioxydant des plantes étudiées de famille Astéracées avec les tests DPPH, ABTS, FRAP.

	DPPH (IC_{50} (mg/ml))	ABTS (μ mol TX/g d'extrait)	FRAP (μ mol TX/g d'extrait)	Ref
<i>Artemisia Herba alba</i> RG : Ghardaïa	11.478	105.37	86.29	[106]
<i>Artemisia Herba alba</i> RG : Laghouat	2.61	8.17	6.74	[107]
<i>Artemisia Harba-elba</i> RG : tunisie	/	29.6	/	[108]
<i>Artemisia judaica</i> RG : Illizi	3.63	34.7	17.03	[106]
<i>Artemisia judaica</i> RG : Jordanie	1.24	/	/	[107]
<i>Artemisia campestri</i> RG : Laghouat	7.80	2.48	7.01	[107]
<i>Tussilago farfara L</i> RG: Burkina Faso	/	134,96	204.27	[110]
<i>Calendula Arvensis</i> RG : Burkina Faso	/	78.56	207.35	[110]

D'après le tableau (14) ont montré qu'il existe des différences entre les valeurs d'IC₅₀. *Artémisia judaica* de la région de Jordanie a une capacité de balayage des racines libres supérieures au reste des extraits IC₅₀ ml / mg= 1.24 à proximité la plante de *Artemisia herba alba* de Laghouat enregistre la valeur IC₅₀ = 2.61 et *Artemisia judaca* d'Illizi IC₅₀ = 3.63ml / mg, tandis que l'huile *artémisia herba alba* de la région de Ghardaïa a la valeur d'inhibition la plus faible. IC₅₀ = 11.478mg / ml, les valeurs précédentes d'inhibition de 50% étaient. À partir de la racine libre Le DPPH a des valeurs moyennes pour les restes des plantes.

Les analyses des résultats de tests ABTS des plantes montre que *Tussilago farfara* L indique que c'est la plus forte activité antioxydant par contre *Artemisia campestris* récoltées de la région de Laghouat est la plus faible suite au tableau 14 les plante *artemisia herba alba* de la région de Tunisie, *Artemisia judaica* d'Illizi, *Artemisia judaica* Jordanie, se rapprochent du même effet par apport à l'activité antioxydant.

L'évaluation du pouvoir réducteur de fer des plantes a montré également une meilleure activité sur la plante de *Calendula Arvensis*.

- Les compositions chimiques des huiles essentielles des plantes jouent un rôle très important sur l'activité antioxydant.

En général, les huiles essentielles riches en composées oxygénées présentent une activité anti radicalaire plus marquée que celles à terpènes hydrocarbonés [118].

Dans les tableaux 15, 16 et 17 on a étudié la corrélation entre la composition chimique est les activité antioxydant présentés dans le tableaux 14

Tableau 15 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de quelques plantes Astéracées et leur activité antioxydant selon le teste DPPH.

Famille chimique	DPPH
Monoterpène	$Y = 0,0406x + 4,6417$ $R^2 = 0,0988$
Sesquiterpène	$Y = -0,1173x + 5,8511$ $R^2 = 0,0136$
Cétone monoterpénique	$Y = 0,0229x + 4,3869$ $R^2 = 0,0492$
Cétone sesquiterpénique	$Y = -0,1614x + 5,961$ $R^2 = 0,0788$
Alcool monoterpénique	$Y = -0,4565x + 6,4783$ $R^2 = 0,1235$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 0,2748x + 4,7431$ $R^2 = 0,081$
Ether monoterpénique	$Y = 1,2324x + 3,6977$ $R^2 = 0,3137$
Ether sesquiterpénique	$Y = -0,0752x + 6,1283$ $R^2 = 0,1533$
Ester monoterpénique	$Y = -0,0633x + 5,8249$ $R^2 = 0,0523$
Ester sesquiterpénique	$Y = -0,4995x + 6,5175$ $R^2 = 0,2317$
composées non terpène	$Y = -0,8548x + 6,2098$ $R^2 = 0,1595$
phénylopropène + composé non terpène	$Y = -1,1302x + 6,7463$ $R^2 = 0,2819$
composés à cycle furane	$Y = -3,4725x + 6,2406$ $R^2 = 0,1229$
Phénylpropène	$Y = -6,5698x + 6,8627$ $R^2 = 0,4127$

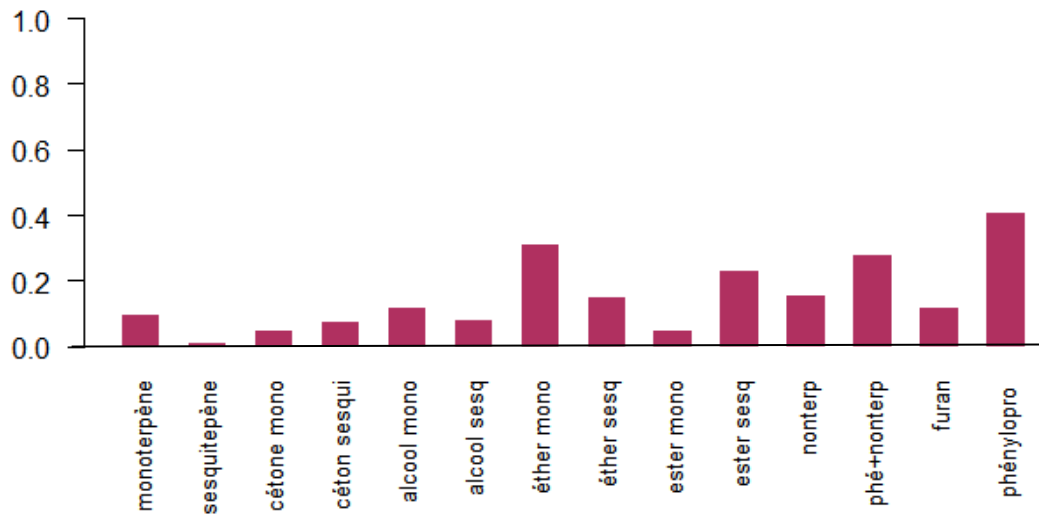


Figure 50 : Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Astéracée sur l'activité anti oxydant de test DPPH.

Déduction :

D'après l'étude statistique on remarque une moyenne corrélation entre les phénylopropane et l'activité antioxydant et aussi entre les éthers monoterpénique et l'activité antioxydant.

On remarque que

Que les phénylopropane existe uniquement dans *l'Artemisia Judaica* du Jordanie et dans *l'Artemisia Herba Alba* de Laghouat (les plus grandes activités antioxydant). Présence peu d'éther monoterpénique dans *l'Artemisia Herba Alba* de la région d'Illizi qui à une activité égale à 3.36mg/ml.

Alors on peut déduire que l'augmentation d'activité antioxydant de famille des Astéracée selon le teste DPPH liés à la présence de :

- a- composition phénylopropane.
- b- composition monoterpène à fonction éther.

Tableau 16 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de quelques plantes Astéracées et leur activité antioxydant selon le teste ABTS.

Composition	ABTS
Monoterpène	$Y = -0,9659x + 70,27$ $R^2 = 0,2666$
Sesquiterpène	$Y = 0,7153x + 43,296$ $R^2 = 0,209$
Cétone monoterpénique	$Y = -1,4313x + 72,333$ $R^2 = 0,2034$
Cétone sesquiterpénique	$Y = -0,4065x + 57,632$ $R^2 = 0,0024$
Alcool monoterpénique	$Y = -5,8823x + 77,725$ $R^2 = 0,1501$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 0,8782x + 49,225$ $R^2 = 0,0536$
Ether monoterpénique	$Y = -1,506x + 61,717$ $R^2 = 0,0406$
Ether sesquiterpénique	$Y = -1,1335x + 64,278$ $R^2 = 0,1743$
Ester monoterpénique	$Y = -1,0859x + 63,455$ $R^2 = 0,0745$
Ester sesquiterpène	$Y = -27,271x + 65,227$ $R^2 = 0,218$
composées non terpène	$Y = 1,72x + 40,238$ $R^2 = 0,4672$
phénylopropane + composé non terpène	$Y = 1,7173x + 40,213$ $R^2 = 0,4654$
composés à cycle furane	$Y = -43,559x + 64,228$ $R^2 = 0,1$
Phénylopropane	$Y = -280,54x + 64,278$ $R^2 = 0,1743$

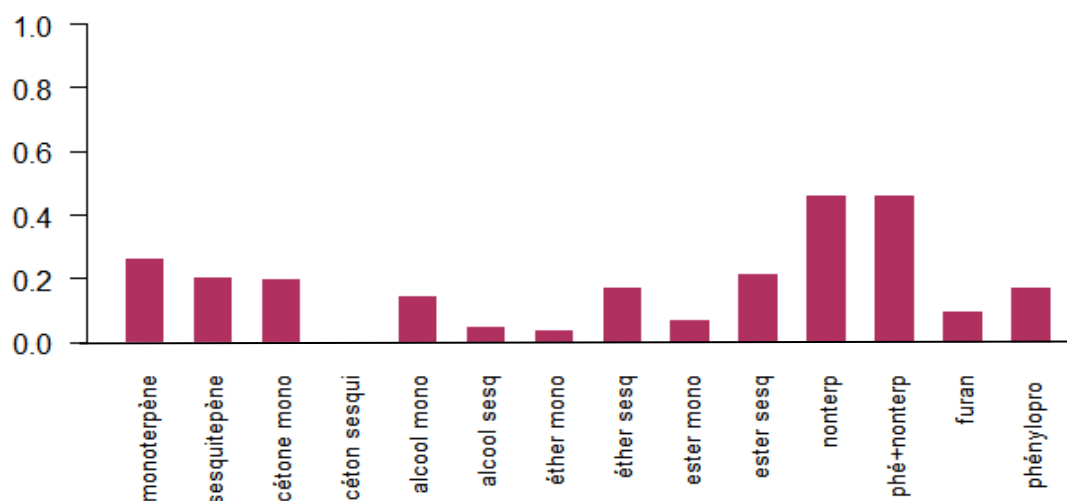


Figure 51: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Astéracée sur l'activité anti oxydant de test ABTS.

On déduit que il y'a une moyenne corrélation entre composé non terpène et l'activité antioxydant. Est des faibles corrélation en monoterpène, sesquiterpène, cétone monoterpénique, ester sesquiterpénique.

On remarque que dans les plantes des plus fortes activités antioxydant présence de grandes quantités des composés non terpène dans la plante *Tussilago farfara* Présence de moyennes quantités des composés non terpène dans la *Calendula Arvensis*.

Présence moyenne des monoterpènes, sesquiterpène, cétone monoterpénique, ester sesquiterpénique dans les plantes .

Par conséquent, on peut penser que selon le test ABTS, l'augmentation de l'activité antioxydant de la famille Astéracée est liée à la présence des substances suivantes:

- Composant non terpène.
- Présence de composés non terpène + phénylopropane.

Tableau 17 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de quelques plantes Astéracées et leur activité antioxydant selon le teste FRAP.

Composition	FRAP
Monoterpène	$Y = -1,4047x + 109,54$ $R^2 = 0,1889$
Sesquiterpène	$Y = 3,5915x + 67,159$ $R^2 = 0,0286$
Cétone monoterpénique	$Y = -0,494x + 98,95$ $R^2 = 0,0339$
Cétone sesquiterpénique	$Y = -3,7965x + 103,04$ $R^2 = 0,0675$
Alcool monoterpénique	$Y = -1,0822x + 91,639$ $R^2 = 0,0015$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 4,5375x + 45,689$ $R^2 = 0,448$
Ether monoterpénique	$Y = -13,567x + 103,29$ $R^2 = 0,0647$
Ether sesquiterpénique	$Y = -1,9727x + 104,39$ $R^2 = 0,1729$
Ester monoterpénique	$Y = -2,7137x + 105,01$ $R^2 = 0,1556$
Ester sesquiterpénique	$Y = -42,316x + 104,34$ $R^2 = 0,1717$
composées non terpène	$Y = 2,8185x + 57,476$ $R^2 = 0,4051$
phénylopropane + composé non terpène	$Y = 2,8146x + 57,426$ $R^2 = 0,4035$
composés à cycle furane	$Y = -121,02x + 113,93$ $R^2 = 0,2477$
Phénylopropane	$Y = -448,25x + 104,39$ $R^2 = 0,1729$

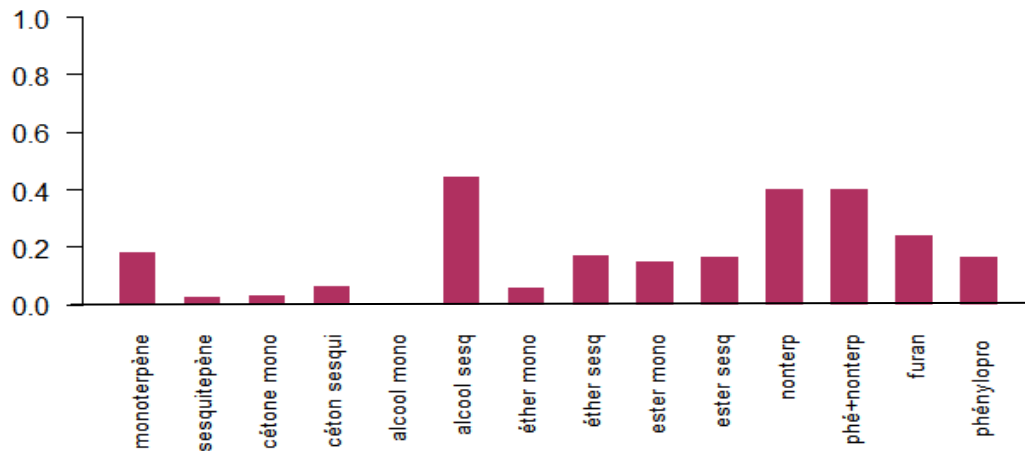


Figure 52: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Astéracée sur l'activité anti oxydant de test FRAP.

On déduire que :

On a une moyenne corrélation entre les composés non terpène et l'activité antioxydant et aussi entre les alcools sesquiterpénique et l'activité antioxydant.

On remarque que présence de grandes quantités des composés non terpène dans la plante *Tussilago farfara et Calendula arvensis L* (la plus forte activité antioxydant) et Absence des composés non terpène dans *Artemisia campestris* (la plus faible activité antioxydant). Et aussi présence de moyenne quantité des alcools sesquiterpène dans les plantes *Tussilago farfara et Calendula arvensis L*.

Par conséquent, on peut penser que selon le test FRAP, l'augmentation de l'activité antioxydant de la famille Astéracée des est liée à la présence des substances suivantes:

- Composant non terpène.
- Présence des alcools sesquiterpénique.

On peut conclure que L'augmentation de l'activité antioxydant des plante de famille Astéracée est liée à la présence de :

- Composé phénylopropane.
- Composé non terpène.
- Composé sesquiterpène à fonction alcools.

VI.2. L'influence la composition chimique sue l'activité antioxydant de La famille de Poacées :

D'après le tableau (18) le *Cymbopogon citratus* Illizi a une capacité de balayage des racines libres supérieures au reste des extraits IC_{50} ml / mg= 6.64 à proximité la plante de *Cymbopogon schoenanthus* Bechar enregistre la valeur IC_{50} = 10.66 et, tandis que l'huile *Cymbopogon schoenanthus* d'Illizi a la valeur d'inhibition la plus faible avec un IC_{50} = 44.219 mg / ml. À partir de la racine libre Le DPPH a des valeurs moyennes pour les restes des plantes.

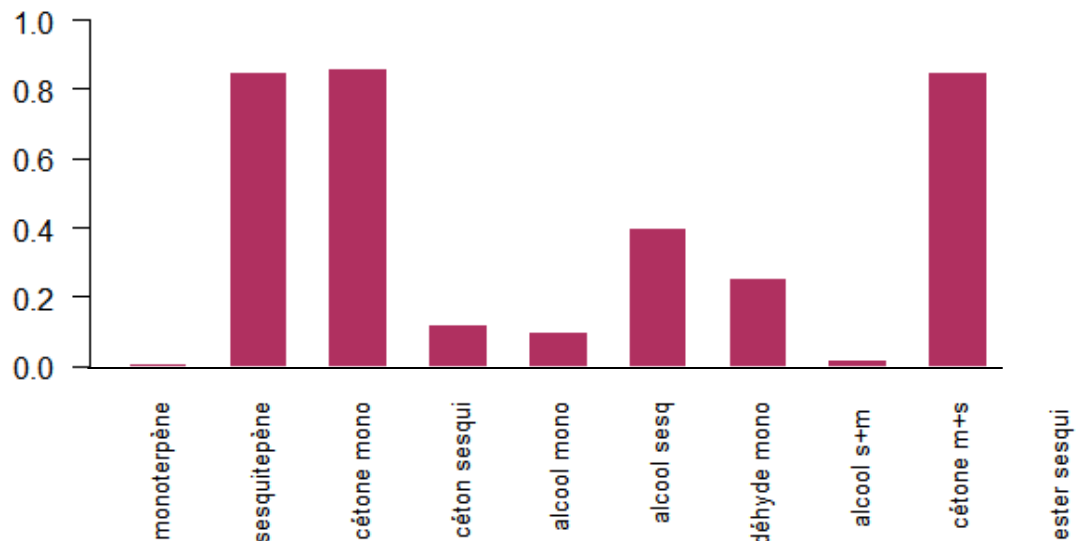
Les analyses des résultats des tests ABTS des plantes montrent que *Cymbopogon schoenanthus* de Ghardaïa indique que c'est la plus forte activité antioxydant par contre *Cymbopogon citratus* Burkina Faso est la plus faible suite au tableau 18.

Tableau 18 : Capacités antioxydant des plantes étudiées de famille Poacée avec les tests DPPH, ABTS.

	DPPH (IC_{50} (mg/ml))	ABTS (μ mol TX/g d'extrait)	Ref
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> RG : Illizi	44.219	11.685	[106]
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> RG : Ghardaïa	21.68	14.577	[106]
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> RG : Ghardaïa Sebsab	16.30	/	[111]
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> RG : Bechar	10.66	/	[111]
<i>Cymbopogon citratus</i> RG : illizi	6.64	4.113	[106]
<i>Cymbopogon citratus</i> RG : Burkina Faso	/	0.318	[110]
<i>Cymbopogon giganteus</i> RG : Burkina Faso	/	0.59	[110]

Tableau 19 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles et leur activité antioxydant selon le teste DPPH.

les familles chimiques	DPPH
Monoterpène	$Y = -0,1374x + 21,885$ $R^2 = 0,0085$
Sesquiterpène	$Y = 8,611x + 10,324$ $R^2 = 0,851$
Cétone monoterpénique	$Y = 0,4883x + 13,401$ $R^2 = 0,8603$
Cétone sesquiterpénique	$Y = -6,4165x + 22,21$ $R^2 = 0,1228$
Alcool monoterpénique	$Y = -0,16x + 25,197$ $R^2 = 0,1017$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 1,2461x + 4,0525$ $R^2 = 0,4105$
aldéhydes monoterpénique	$Y = -0,1802x + 23,215$ $R^2 = 0,253$
alcool (mono + sesquiterpène)	$Y = -0,0617x + 22,725$ $R^2 = 0,0189$
Cétone+ alcool monoterpénique	$Y = 0,3544x + 3,44497$ $R^2 = 0,399$
ester sesquiterpénique	$Y = 0,0776x + 18,693$ $R^2 = 0,0029$

**Figure 53:** Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Poacées sur l'activité anti oxydant de test DPPH.

Déduction :

Malgré la forte corrélation entre les cétones monoterpéniques et l'activité antioxydante d'après le calcul de la racine de R^2 on trouve $R = -0,927$ alors leur influence est irréversible puisque à chaque augmentation de cétone existe une faible influence et la même chose pour les sesquiterpènes on trouve que $R = -0,922$ alors leur effet est négatif et une moyenne influence entre l'alcool sesquiterpénique et l'activité antioxydante.

Tel que : *Cymbopogon schoenanthus* Illizi est la faible activité antioxydante $CI_{50} = 44,49$ mg/ml malgré la grande quantité de cétone monoterpénique (63,38%). *Cymbopogon citratus* Illizi représente la plus forte activité antioxydante $CI_{50} = 6,64$ mg/ml avec l'absence de cétone.

Tableau 20: La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles et leur activité antioxydante selon le test ABTS.

les familles chimiques	ABTS
Monoterpène	$Y = 0,2376x + 2,9496$ $R^2 = 0,1712$
Sesquiterpène	$Y = 3,3363x + 1,5591$ $R^2 = 0,5499$
Cétone monoterpénique	$Y = 0,1031x + 4,775$ $R^2 = 0,1887$
Cétone sesquiterpénique	$Y = -1,4886x + 6,7925$ $R^2 = 0,0337$
Alcool monoterpénique	$Y = 0,031x + 5,544$ $R^2 = 0,0181$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 0,639x + 2,0096$ $R^2 = 0,813$
aldéhydes monoterpéniques	$Y = -0,0747x + 8,8818$ $R^2 = 0,304$
alcool (monoterpénique + sesquiterpénique)	$Y = 0,0891x + 3,613$ $R^2 = 0,1655$
cétone (monoterpénique + sesquiterpénique)	$Y = 0,1035x + 4,7319$ $R^2 = 0,1871$
des monoterpènes + sesquiterpènes	$Y = -0,0838x + 10,486$ $R^2 = 0,2668$

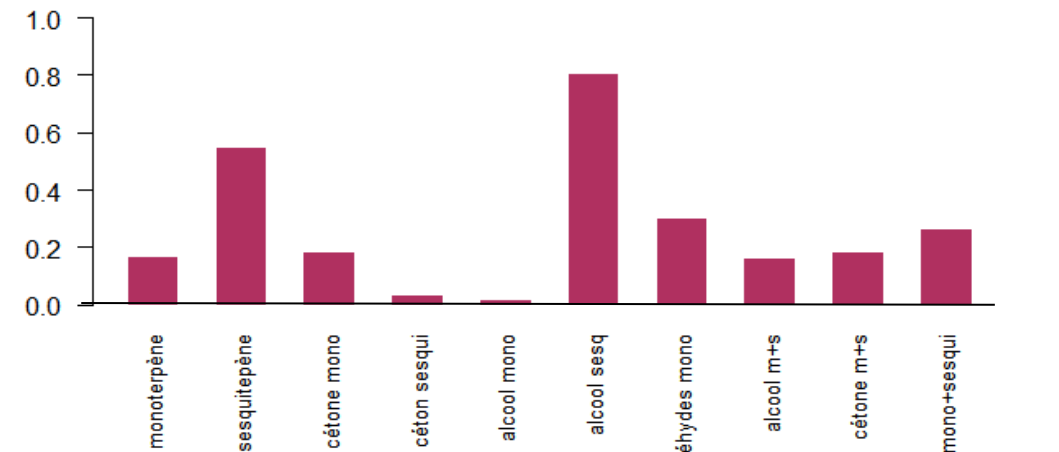


Figure 54: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Poacées sur l'activité anti oxydant de test ABTS.

D'après le teste ABTS on a une forte corrélation avec $R^2=0.813$ entre L'alcool sesquiterpénique et l'activité antioxydant.

On Remarque :

- *Cymbopogon schoenanthus* Illizi et *Cymbopogon schoenanthus* de Ghardaïa ont la plus forte activité antixydante plus le taux élevé d'alcool sesquiterpénique.

Alors l'augmentation de l'activité antioxydant de la famille Poacées reliés à la présence :

- d'alcool sesquiterpénique

La diminution de l'activité antioxydant de la famille Poacées reliés à la présence des cétones monoterpénique et des hydrocarbures sesquiterpénique

VI.3. L'influence des familles chimique sur l'activité antioxydant de la famille Lamiacée :

D'après le tableau (21) le *Origanum vulgare L* a une capacité de balayage des radicaux libres supérieures au reste des extraits $IC_{50}=1.28$ ml / mg à proximité l'huile *Lavandula officinalis* d'Ain Fettouh a la valeur d'inhibition la plus faible avec un $IC_{50} = 31.97$ mg / ml . À partir de la racine libre Le DPPH a des valeurs moyennes pour les restes des plantes .Les analyses des résultats des tests ABTS des plantes montrent *Mentha pulegium* De Laghouat indique que c'est la plus forte activité antioxydant par contre *Hyptis spicigera* Burkina Faso est la plus faible suite au tableau 21.

Tableau 21 : Capacités antioxydant des plantes étudiées avec les tests DPPH, ABTS des plantes lamiacées.

	DPPH (IC_{50} (mg/ml))	ABTS (μ mol TX/g d'extrait)	Ref
<i>Mentha pulegium</i> RG : Laghouat	3.07	5.31	[107]
<i>Lavandula officinalis</i> RG : Laghouat	27.36	3.56	[107]
<i>Mentha pulegium</i> RG : Ain Fettouh	29.24	/	[113]
<i>Lavandula officinalis</i> RG : Ain Fettouh	31.97	/	[113]
<i>Origanum vulgare L</i> RG : Guelma	1.28	4.113	[114]
<i>Ocimum basilicum</i> Burkina Faso	/	0.69	[110]
<i>Hyptis spicigera</i> RG : Burkina Faso	/	0.52	[110]

Tableau 22 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de famille lamiacées et leur activité antioxydant selon le teste DPPH.

les familles chimiques	DPPH
Monoterpène	$Y = -0,3785x + 23,166$ $R^2 = 0,1573$
Sesquiterpène	$Y = 0,0898x + 18,37$ $R^2 = 0,0002$
Cétone monoterpénique	$Y = -0,0164x + 19,239$ $R = 0,0025$
Cétone sesquiterpénique	$Y = -721x + 22,91$ $R^2 = 0,4114$
Alcool monoterpénique	$Y = -0,1346x + 21,73$ $R^2 = 0,048$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 2,773x + 13,981$ $R^2 = 0,3217$
Ether monoterpénique	$Y = -103,68x + 28,952$ $R^2 = 0,9451$
Ether sesquiterpénique	$Y = 2,4932x + 16,39$ $R^2 = 0,1058$
Aldéhyde monoterpénique	$Y = 5,7983x + 15,337$ $R^2 = 0,1468$
Aldéhyde sesquiterpénique	$Y = 12,189x + 16,39$ $R^2 = 0,1058$
Ester monoterpénique	$Y = 0,3524x + 16,35$ $R^2 = 0,108$
Composé non terpène	$Y = 4,9355x + 9,6704$ $R^2 = 0,2096$
Composé cycle furane	$Y = -5,8765x + 22,463$ $R^2 = 0,3307$

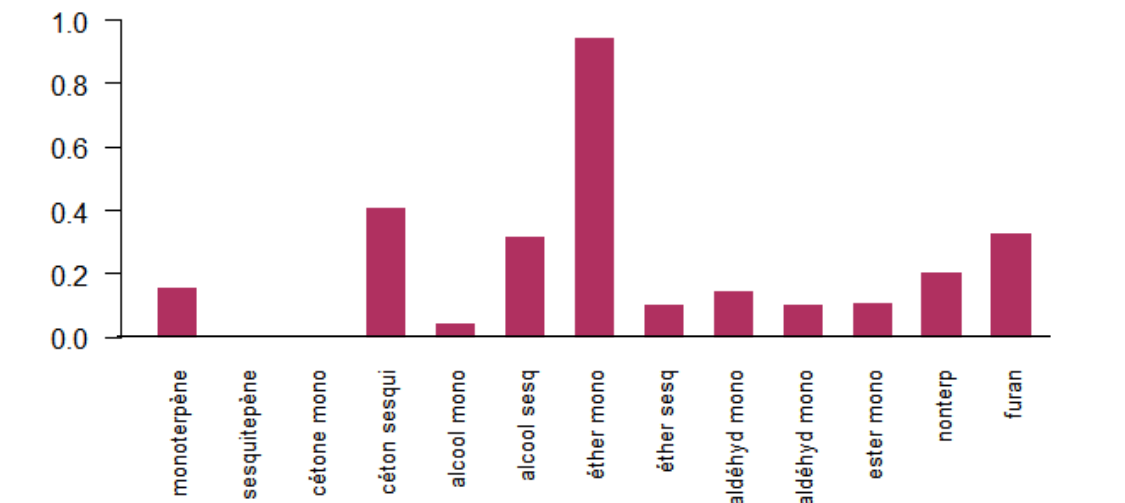


Figure 55 : Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Lamiacée sur l'activité anti oxydant de test DPPH.

Déduction :

Il existe une Forte corrélation entre les éthers monoterpénique et l'activité antioxydant.

D'après les remarque on a une Présence d'éther monoterpénique dans *Origanum vulgare L* (la plus forte activité antioxydant $IC_{50}=1.28\text{mg/ml}$) avec un pourcentage de 0.3%, présence d'éther monoterpénique dans *mentha pleugium* a une activité antioxydant Moins que le précédent avec $IC_{50}=3.07\text{ mg/ml}$ avec un pourcentage de 0.2%, Absence d'éther monoterpénique dans la plantes avec une faible activité antioxydant.

Tableau 23: La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles de famille lamiacée et leur activité antioxydant selon le teste ABTS de lamiacées.

les familles chimiques	ABTS
Monoterpène	$Y = -0,0435x + 3,8911$ $R^2 = 0,3162$
Sesquiterpène	$Y = -0,1879x + 4,6058$ $R^2 = 0,8879$
Cétone monoterpénique	$Y = 0,0376x + 2,1258$ $R^2 = 0,4552$
Cétone sesquiterpénique	$Y = 53,1x + 2,52$ $R^2 = 0,1113$
Alcool monoterpénique	$Y = -0,0075x + 3,0784$ $R^2 = 0,0103$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 0,7515x + 2,6583$ $R^2 = 0,0357$
Ether monoterpénique	$Y = -1,4195x + 3,4944$ $R^2 = 0,2583$
Ether sesquiterpénique	$Y = -0,1429x + 3,0292$ $R^2 = 0,0146$
Aldéhyde monoterpénique	$Y = 6,1785x + 2,2208$ $R^2 = 0,4185$
Aldéhyde sesquiterpénique	$Y = 1,0019x + 2,6583$ $R^2 = 0,0357$
Ester monoterpénique	$Y = 0,0286x + 2,6583$ $R^2 = 0,0357$
Composé non terpène	$Y = 0,4702x + 2,2715$ $R^2 = 0,1489$
Composé cycle furane	$Y = 0,9361x + 2,2208$ $R^2 = 0,4185$

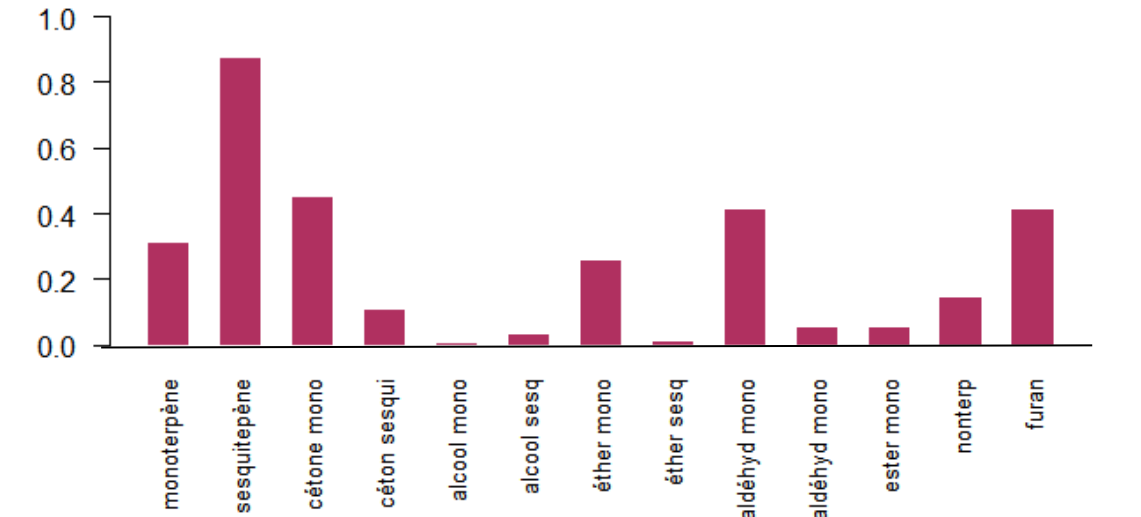


Figure 56: Histogramme d'influence de la composition chimique des HE de la famille Lamiacée sur l'activité anti oxydant de test ABTS.

On déduire :

Il existe une forte corrélation entre les sesquiterpène et l'activité antioxydant.

Et une moyenne entre les composés (cétone et aldéhyde monoterpénique et composé à cycle furane) et l'activité antioxydant.

Remarque :

- Corrélation forte des hydrocarbures sesquiterpénique et après le calcul de racine de R^2 on trouve que $R = -0.941$ alors leur effet est négative .

On Remarque que Lorsque le pourcentage d'hydrocarbures sesquiterpène augmente l'activité antioxydant diminue.

On peut conclure que l'augmentation de l'activité antioxydant de la famille Lamiacée est liée à la présence de :

- Composé éther monoterpénique.

VI.2. L'influence des familles chimique sur l'activité antioxydant de toutes les plantes étudiée :

Tableau 24 : La corrélation entre les familles chimiques des huiles essentielles et leur activité antioxydant selon le teste DPPH et ABTS.

Les familles chimiques	DPPH	ABTS
Monoterpène	$Y = -0,1229x + 17,578$ $R^2 = 0,031$	$Y = -0,6401x + 36,845$ $R^2 = 0,128$
Sesquiterpène	$Y = -0,646x + 17,451$ $R^2 = 0,0201$	$Y = 0,9328x + 15,913$ $R^2 = 0,2482$
Cétone monoterpénique	$Y = 0,0678x + 13,559$ $R^2 = 0,0357$	$Y = -0,2699x + 29,734$ $R^2 = 0,0289$
Cétone sesquiterpénique	$Y = -0,9275x + 17,087$ $R^2 = 0,0782$	$Y = 2,2658x + 22,695$ $R^2 = 0,0529$
Alcool monoterpénique	/	$Y = -0,5982x + 36,396$ $R^2 = 0,1223$
Alcool sesquiterpénique	$Y = 0,7542x + 11,976$ $R^2 = 0,1499$	$Y = 1,365x + 18,573$ $R^2 = 0,1119$
Ether monoterpénique	$Y = -2,9017x + 17,194$ $R^2 = 0,0599$	$Y = 0,9135x + 24,369$ $R^2 = 0,01$
Ether sesquiterpénique	$Y = -0,2801x + 16,867$ $R^2 = 0,0619$	$Y = -0,4505x + 27,331$ $R^2 = 0,0174$
aldéhyde monoterpénique	$Y = -0,1037x + 16,5$ $R^2 = 0,0295$	$Y = -43,631x + 27,125$ $R^2 = 0,0168$
Aldéhyde sesquiterpénique	/	$Y = 41,801x + 17,974$ $R^2 = 0,2026$
Composé non terpène	$Y = -0,0462x + 16,086$ $R^2 = 0,0014$	$Y = -0,1839x + 26,684$ $R^2 = 0,0024$
Cycle furane	$Y = -0,0964x + 15,971$ $R^2 = 0,0001$	$Y = 2,1836x + 16,69$ $R^2 = 0,4951$
Ester monoterpénique	$Y = -5,4836x + 17,456$ $R^2 = 0,1107$	$Y = 1,7644x + 9,9621$ $R^2 = 0,0475$

On déduire que :

Malgré les corrélations des familles chimiques sur l'activité antioxydant de chaque famille est important, mais la corrélation entre tous les familles est très faible.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Les résultats obtenus de cette étude, prouvent que les plantes aromatiques sont différentes d'une plante à l'autre et d'une région à l'autre et d'une même plante de différentes régions, cette diversité des espèces végétales donne une grande diversité des compositions chimiques, ce qui donne une caractéristique spécifique aux huiles essentielles qui a pour rôle d'influer sur l'activité antioxydante.

Les résultats obtenus sont :

- Pour la famille astéracée l'influence de la région sur la plante *Artemisia herba alba* des trois régions (Ghardaïa, Illizi, Tunisie) une forte composition de cétone monoterpénique dans *Artemisia herba alba* de Ghardaïa et d'Illizi avec un pourcentage de (91.28%, 38.2%) respectivement, puis la région de Tunisie la famille majeure est les alcools monoterpéniques. Une forte composition de cétone monoterpénique dans *Artemisia judaica* d'Illizi avec 79.04% et *Artemisia judaica* de Jordanie les esters monoterpéniques représentent la famille majeure avec 40.22%. Pour *Artemisia campestris* une forte teneur sur la famille chimique monoterpène avec un pourcentage de 75.7%. Les plantes *Tussilago farfara L* et *Calendula arvensis* de la même région la France on trouve la valeur des composés non terpènes est la plus grande avec un pourcentage égal à 54.8 % dans la plante *Tussilago farfara L* mais dans *Calendula arvensis* la valeur des alcools sesquiterpéniques est la plus grande avec un pourcentage égal à 36.7 %.
- Pour la famille poacée l'influence de la région sur la *Cymbopogon schoenanthus* a été remarquée dans les 4 différentes régions (Illizi, Ghardaïa, Ghardaïa Sebsab et Bechar) les familles chimiques majeures sont : Dans la région d'Illizi cétone monoterpénique 63.388% Dans la région de Ghardaïa alcool monoterpénique 52.35% Dans la région de Ghardaïa Sebsab alcool monoterpénique avec un teneur de 50.4% Dans la région de Bechar la même famille est majeure mais avec un pourcentage de 60.5% , pour la plante la *Cymbopogon citratus* des deux différentes régions ont la même famille chimique majeure l'aldéhyde monoterpénique avec 91.79% d'Illizi et 83.74% de Burkina Faso, la troisième plante *Cymbopogon giganteus* dans la même région Burkina Faso la famille de composition chimique majeure c'est l'alcool monoterpénique avec 55.85%.
 - Pour la famille lamiacée l'influence de la région sur la *Mentha pulegium* dans les régions de Laghouat et Ain Boufatteh maquée que les cétones monoterpéniques est la famille chimique majeure avec 87.2% et 93.1 % respectivement. Pour la plante

Lavandula officinalis des mêmes régions que la plante président à marquer que *Lavandula officinalis* de Laghouat la famille chimique major est l'alcool monoterpénique (45.2%) et dans la région d'Ain Fettoh on trouve hydrocarbure monoterpène avec 17.9% .dans l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* de Guelma la famille chimique major alcool monoterpénique avec 53.74%. dans la région de Burkina Faso on a deux plante *Ocimum basilicum* et *Hyptis spicigera* la premier marque alcool monoterpénique et la deuxième les hydrocarbure monoterpène comme des familles chimiques major.

Alors, l'activité antioxydant variés avec le changement des compositions chimique on peut voir que :

- Dans la famille des astéracées L'augmentation de l'activité antioxydant est liée à la présence des Composés phénylopropane et les Composés non terpène qui marque une corrélation moyenne que les autres familles.
- Pour la famille Poacées l'augmentation de l'activité antioxydant reliés à la présence des d'alcool sesquiterpénique qui marque une forte corrélation $R^2=0.813$ entre cette dernière et l'activité antioxydant. Cétone monoterpénique et des hydrocarbures sesquiterpène qui marque aussi une forte corrélation $R^2= 0.8601$ et $R^2=0.851$ mais la racine de ces derniers $R= - 0.9274$ et $R= - 0.922$ alors l'effet et inverse (négatif), alors la diminution de l'activité antioxydant effectué par la présence des Cétones monoterpénique et des hydrocarbures sesquiterpène.
- L'augmentation de l'activité antioxydant de la famille Lamiacée est liée à la présence des Composé éther monoterpénique aussi la forte corrélation entre les sesquiterpène et l'activité anti oxydant remarquable avec $R^2=0.887$ mais la racine $R= - 0.941$ mais avec un effet négative.

D'après les statistiques faites des trois familles toute ensemble ont permis de déduire que chaque familles à part les familles chimique peut participer à l'augmentation de l'activité antioxydant alors que la corrélation des trois familles n'a donné aucun résultat clair.

En définitive que la composition chimique des huiles essentielles des plante aromatiques sont d'une importance bien marqué sur l'activité antioxydant des plante.

Nous souhaitons que cette étude ouvert une porte pour l'application pratique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

[1]- Gaborieau Benoit, Etat des lieux sur l'aromathérapie dans les officines : enquête sectorielle dans le département de la Vienne, thèse de doctorat, Université de POITIERS, 10 juin 2015, page 13

[2]-Miora Ralambondrainy, Caractérisation chimique et biologique de trois huiles essentielles répulsives issues de la biodiversité régionale contre l'alphavirus Ross River, thèse de doctorat, 27 septembre 2017, page 44.

[3]-Jacob, Traité élémentaire de Chimie expérimentale et appliquée, 1ère édition, Éditeur Paris Chez L'auteur Editeur, 2eme édition, année de publication 1867, Page792.

[4]-Catherine Silvant, L'Aromathérapie : La nature au service de l'humanité, Éditeur PIBLIBOOK : 5 janv. 2015, page 25, 36.

[5]- Florence Mayer, utilisation thérapeutique des huiles essentielles : étude de cas en maison de retraite, thèse du doctorat, université de Lorraine publié le 30 Mars 2012, page 25.

[6]- Jean Bruneton , « Pharmacognosie », Plantes médicinales, 5 ème édition, Edition par Tec et Doc, année de publication 1999, page 567.

[7]- Ralf Günter Berger, Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability: chemistry of essential oil. Ed. Springer, Berlin, année de publication 2010.

[8] - Charles Sell, A Fragrant Introduction to Terpenoid Chemistry international, Ashford, Kent, Royaume-Uni, 1 er édition, année de publication 2007, page 2.

[9]- Ahmed Abdulwahid Ali Almarie, Essential Oils - Bioactive Compounds, New Perspectives and ApplicationsChapter of Terpenoids in Essential Oils and Its Potential as Natural Weed Killers: Recent Developments, 1er edition , publiée le 6/6/2020 page 9.

[10]- Shain-dow Kung, Shang-Fa Yang Discoveries in Plant Biology, 1er Edition, année de publication1998, Volume 1 Hong Kong University of science and technology, page 329.

[11]- Lamarti, Badoc, Deffieux, Carde ; Biogénèse des monoterpène II - La chaîne isoprénique, Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 1994, 133, 79 - 99

- [12]- Eberhard Breitmaier, Terpenes : Flavors, Fragrances, Pharmaca, Pheromones, edition par WILEY - VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, année de publication 2006, volume 2 page 3.
- [13]- Sumanta Mondal, UNIT – II Terpenes, publiée dans Conference: Lecturer Notes_Dr. S. Mondal_GITAM (Deemed to be University), May 2018.
- [14]- Scott Stout, Zhendi Wang · Standard Handbook Oil Spill Environmental Forensics (Second Edition) , Fingerprinting and Source Identification; 2 nd edition, année de publication 2016, Pages 131-254.
- [15]- Shirley Price, Len Price, Aromatherapy for Health Professionals, 4ème edition, edition par: E-Bookn, année de publication 2011, page 20.
- [16]- Bruneton Jean Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales ,4eme édition, Edition par Tec et Doc Lavoisier, année de publication 2009.
- [17]- Christelle Marlet, Georges Lognay, Les monoterpènes : sources et implications dans la qualité de l'air intérieur, Univ. Liège-Gembloux Agro-Bio Tech publier le 8 février 2011.
- [18]- Jean-François Cavalli, Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de Madagascar, thèse du doctorat de l'université de Corse Pascal Paoli, le 17-10-2002.
- [19]- Shirley Price, Len Price, Penny Price, Aromatherapy for Health Professionals Revised Reprint E-Book, Edition 5, année de publication 2011.
- [20]- Alexandre Baumann Science et huiles essentielles, édition par l'AHRMATTANE, l'année de publication 2015, Page 26.
- [21]- Marcel Lavabre, Aromatherapy Workbook, 1er édition, éditée par Healing arts pPress Rochester, l'année de publication 1996, page 33.
- [22]- Helena Larsdotter Mellström Kerstin Eriksson, Ilme Liblikas , Christer Wiklund, Borg-Karlson, Sören Nylin, Niklas Janz and Mikael Carlsson, Blend-Specific Behavioral Response to a Sexual Pheromone in a Butterfly , publiée on fevrier 2016.

[23]-Victoria Vangelder , l'aromathérapie dans la prise en charge des troubles de sante mineurs chez l'adulte a l'officine , Université de Lille 2, thèse du doctorat en pharmacie 30/10/2017.

[24]- Harold Hart, Leslie Craine, David Hart, Christopher Hadad , Organic Chemistry: A Short Course, 13-eme edition, éditée par Cengage Learning le 1/1/2011, page 157.

[25]-piperitone 95 ,HERBAL, MINTY, camphoraceous TAKASAGO PDF , <https://www.takasago.com/cgi-bin/pdf/piperitone95.pdf>.

[26]- Florine Boukhobza, Paul Goetz, Phytothérapie en odontologie - Editions CdP, l'année d'Édition 2014.

[27]- Zhengkai Wei, Ershun Zhou, Changming Guo, Thymol inhibits Staphylococcus aureus internalization into bovine mammary epithelial cells by inhibiting NF- B activation , 71(1) :15-19 (juin2014).

[28]- Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren, Chimie organique : une approche orbitélaire, 2ème édition, l'année d'Édition 2012, page 26.

[29]- Rabiai Mohammed, Étude physicochimique et évaluation de l'activité biologique d'une huile essentielle et l'extrait aqueux d'Eucalyptus globulus de la région M'SILA thèse du master 17/06/2014.

[30]- Erau Pauline L'eucalyptus : botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil à l'officine, Aix-Marseille Université - Faculté de pharmacie, thèse de doctorat le 25 /11/2019.

[31] -Rensheng Xu, Yang Ye, Weimin Zhao., Introduction to Natural Products Chemistry, 1er edition, publiée le 14/7/2011.

[32]- Radia Ayad, Salah Akkal, Bioactive Natural Products , in Studies in Natural Products Chemistry, 1^{er} edition, l'annés de publication 2001, Volume 25.

[33]- Victor Kuete , Medicinal Plant Research in Africa Pharmacology and Chemistry , 1er edition , l'année d'édition 2013, Pages 34.

[34]- Ernst Theimer, Fragrance Chemistry: The Science of the Sense of Smell, 1er edition, publiier par Academic Press 1982.

- [35]- Guy Paulin Pougoué Kamatou, Alvaro Viljoen, Journal of the American Oil Chemists' Society volume 87, pages1–7(2010) A Review of the Application and Pharmacological Properties of α -Bisabolol and α -Bisabolol-Rich Oils, Publié le 29/10/2009.
- [36]- André São Pedro, Cássia Detoni, Domingos Ferreira, John Wiley & Sons, Ltd. Validation of a high-performance liquid chromatography method for the determination of (-)- α -bisabolol from particulate systems, 23(9):966-72 ,7 April 2009.
- [37]- Ralf Günter Berger Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability, Ed. Springer, Berlin, année de publication 2010, page155.
- [38]- Abid Hussain, Muhammad Rizwan-ul-haq, Ahmed Mohammed AlJabr and Hassan Al-Ayedh , Lethality of Sesquiterpenes Reprogramming Red Palm Weevil Detoxification Mechanism for Natural Novel Biopesticide Development ,publié dans Molecules 26;24(9):1648 le 26 April 2019.
- [39]-Light Miller, Bryan Miller Ayurveda and Aromatherapy: The Earth Essential Guide to Ancient Wisdom and modern healing, 1er édition, extrait1998, page 90.
- [40]- Cynthia Girardi, Recherche d'accepteurs de Michael à visées antiparasitaires à partir d'une Asteraceae : Pseudelephantopus spiralis (Less.) Cronquist, université de Toulouse thèse du doctorat 30 juin 2015, page72.
- [41]- Dima Mnayer, Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, thèse de doctorat, 9 Décembre 2014.
- [42]-Miloud Seddik, Analyse physico chimique, chromatographique et spectroscopique des huiles essentielles d'Ammodendron verticillata de la région d'ADRAR étude de son activité biologique et son activité anti oxydant, Mémoire de Magister, Université d'ORAN, 2010.
- [43]- Naouel Ouis, étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil, thèse de Doctorat ,28/4/2015.
- [44]- Pingxi Xu, Fen Zhu, Garrison K. Buss, Walter S. Leal , 1-Octen-3-ol – the attractant that repels Department of Molecular and Cellular Biology Article in F1000 Research , 18;4:156 · June 2015.

- [45]- Lamamra Mebarka, Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarra sicula* (L.) Parl. et de *Filipendula hexapetala* Gibb, université de Ferhat Abbas-Setif, thèse de magister.
- [46]- Guillouty Amandine, Plantes médicinales et antioxydants, université de Toulouse 3, thèse du doctorat, 9 décembre 2016.
- [47]- Marie Ficelle, Huiles essentielles au quotidien, publiées par Sylvaine Varlaz, 1^{er} édition, extrait 2019.
- [48]- Robin Deschepper, Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion chémotype en aromathérapie, Aix-Marseille Université - Faculté de pharmacie, thèse de doctorat, 26 AVRIL 2017, page 11.
- [49]- Noel Cano, Didier Barnoud, Stéphane M. Schneider, Marie-Paule Vasson, Michel Hasselmann, Xavier Leverve *Traité de nutrition artificielle de l'adulte*, 3^{ème} Edition, page 252.
- [50]- Djamila Azouzi, Leila Laksaci Effet d'un traitement thermique sur les polyphénols du millet et leur pouvoir antioxydant, mémoire de master, 2014 universités d'Adrar .page28.
- [51]- anthony. Diplock, ,Martyn Christian Raymond Symons, catherine Rice-Evans., *Techniques in Free Radical Research*, 1st edition, volume 22, extrait1999, page3.
- [52]- Rubalya Valantina, , Periasamy Neelamegam, Selective ABTS and DPPH- radical scavenging activity of peroxide from vegetable oils; *International Food Research Journal* 22(1): 289-294, 29 July 2014, page2.
- [53]- Khalid Hamid Musa, Aminah Abdullah, Ahmed Al-Haiqi, Determination of DPPH free radical scavenging activity: Application of artificial neural networks, *University Kebangsaan Malaysia*, 1;194:705 11 August 2015.
- [54]-Marinova, Batchvarov, Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. *Bulgarian Journal of agricultural Science*, 17:11-24, year of publication 2011
- [55]- Leon Terry, *Health-promoting properties of Fruits & Vegetables*, Cranfield University Uk, 1^{er} edition, year of publication 2011, p 376.

- [56]- Rubalya Valantina, Neelamegam, Selective ABTS and DPPH- radical scavenging activity of peroxide from vegetable oils; International Food Research Journal 22(1): 289-294 (2015) , page2.
- [57]- Khalid Hamid Musa, Aminah Abdullah, Ahmed Al-Haiqi, Determination of DPPH free radical scavenging activity: Application of artificial neural networks, University Kebangsaan Malaysia 11 August 2015.
- [58]- Cody Mingle Anthony Newsome, Amended ABTS antioxidant assay revealed variation in medicinal plant extracts, Middle Tennessee State University, Murfreesboro, TN. USA 37132.
- [59]- Jian-Wei Dong, Le Cai, Yun Xing, Re-evaluation of ABTS•+ Assay for Total Antioxidant Capacity of Natural Products, journal Natural Product Communications, 10(12):2169-72., publier en 2015.
- [60]- Victor Preedy, Ronald Ross Watson, Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention, 1st edition mars 2011, page 122.
- [61]- Irisf Benzie, WaiY Chung, Strain, antioxidant? (reducing) efficiency of ascorbate in plasma is not affected by concentration, The Journal of Nutritional Biochemistry ,10(3):146-150 ,March 1999.
- [62]- Ronald Prior, Xianli ,Wu Karen Schaich, Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements, Journal of Agricultural and Food Chemistry , 53(10):4290-302, Jun 2005.
- [63]- Bernaoui Yazza, Louetri Khadidja, Caractérisation phytochimique du Genre Origanum et leur bioactivités, université d'El Oued, thèse de master, page 15.
- [64]- Meryem Echchaoui, le pouvoir antibactérien des huiles essentielles, Université Felix Houphouet Boigny , thèse de doctorat on pharmacie , page 41.
- [65]- Faber Nicolas, Conseille et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine, 15 décembre 2017, page 18.
- [66]- Baby Skaria, aromatic plants, editor: K.V.PETER, 2007, page 1.

- [67]-Elisa Filleul, Les Astéracées : description botanique, biologique et étude de plantes médicinales et toxiques, Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Pharmacie le 24 septembre 2019.
- [68]- Colinw.wright, medicinal and aromatic plants _ industrial profiles, Page 8.
- [69]- Colinw. Wright, Artemisia medicinal and aromatic plants _ industrial profiles, Page 8.
- [70]- Messai Laid, étude photochimique d'une plante médicinale de l'est algérien (*Artemisia herba alba*), thèse de doctorat 27/01/2011.
- [71]- Abu-Darwish , Chemical composition and biological activities of *Artemisia judaica* essential oil from southern desert of Jordan, *Journal of Ethnopharmacology* , 191:161-168, 15 September 2016.
- [72]- Mahmoud A. Al-Qudah, Mohammad A. Onizat, Asma K. Alshamari, Hala I. Al-Jaber, Chemical composition and antioxidant activity of Jordanian *Artemisia judaica* L. as affected by different drying methods,24(1):482-492, 25 Mar 2021.
- [73]- Benchelah A. C., Bouziane H., & Maka M. Fleurs du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. *Phytothérapie* 2(6) : 191, (2004) .
- [74]- Tela Botanica, *Artemisia judaica* L. eFlore, la flore électronique ISFAN v.2013.
- [75]- Gherib Mohamed , Etude des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles et des flavonoides d'*Artemisia herba alba* Asso ; *Artemisia judaica* .L. ssp. *sahariensis*; *Artemisia campestris* L; *Herniaria mauritanica* Murb et *Warionia saharae* Benth. ET Cou, page 8.
- [76]- Miglena Stoyanova, Mariana Perifanova-Nemska, Biologically active compounds from *Tussilago farfara* L, IOP Conference Series Materials Science and Engineering 1031(1):012103, January 2021.
- [77]- Alison Denham , Graeme Toby, *Tussilago farfara*, coltsfoot, December 2011, in book: *Medical Herbs* (pp.317-326).
- [78]- Kamel Ghedira, P. Goetz , *Tussilage: Tussilago farfara* L. (Asteraceae), University of Monastir, November 2015.

- [79]- Bennia Khadidja Bouzidi Ghozlane, Propriétés de la plante *Calendula arvensis*, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A., thèse de master 2020.
- [80] - Didier Raymond, Botanique-Flore des vignes Le Souci des Vignes « *Calendula arvensis* » dernière observation de la plante dans le Verteuillacois (Dordogne) France.
- [81]- Rania Belabbes, Enquête ethnobotanique, caractérisation chimique et activités biologiques des volatils de deux plantes médicinales de l'ouest Algérien : *Calendula arvensis* L et *Carthamus* sp L, Le 17 sptomber 2014, page 25.
- [82]- Jana Ščevková , Zuzana Vašková, Regina Sepšiová ,Jozef Dušička , Jozef Kováč, Relationship between Poaceae pollen and Phl p 5 allergen concentrations and the impact of weather variables and air pollutants on their levels in the atmosphere , 6(7): e04421 8 July 2020.
- [83]- Mohamed Neffati, Hanen Najjaa, Ákos Máthé Medicinal and Aromatic Plants of the World - Africa Volume 3, 1st edition, January 2017, page 194.
- [84]- 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) », University of Belkaïd Abou Bekr [Tlemcen], Soutenue le : 04 / 09 / 2019 ; p 38.
- [85]- Guerrah Mounira, Segueni Meriem, Contribution à l'étude biochimique de quelques plantes médicinales dans le Sahara Septentrional algérien, e l'obtention du diplôme de Master Académique Soutenue le : 18 Octobre 2015, page 20.
- [86]- Yassine ez ,zoubis. Lairin,i Abdellah Farah Antioxidant and Antibacterial Activities of *Artemisia herba-alba* Asso Essential Oil from Middle Atlas, Morocco , December 2018.
- [87]- Kouame Mathieu, Mamadou Kamagate, Koffi Camille , *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: ethnopharmacology, phytochemical, pharmacological activities and toxicology, , Vol. 13:(3). 380-386 December 2015.
- [88]- Gagan Shah, Richa Shri, Vivek Panchal, Narender Sharma, Bharpur Singh, Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass) 2(1):3-8 2011 Jan.

[89]- Meryem Echchaoui, Le pouvoir antibactérien des huiles essentielles, université Mohammed V- Rabat thèse de doctorat.

[90]- Rabehaja R. Delphin J, Contribution à la valorisation de *Cymbopogon giganteus* (Chiov.) madagascariensis (A. Camus), mémoire D'étude approfondies, Soutenu le 24 décembre 2007, page 3.

[91]- Milan Stankovic, Lamiaceae Species: Biology, Ecology and Practical Uses, page ix.

[92]- Umar Yusuf, Musa Muhammad, Antibacterial Properties of *Mentha pulegium*, publiée par MDPI, l'année de publication 2020.

[93] - Attou Amina, Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l'Ouest Algérien (Région d'Ain Témouchent) Etude de Leurs Activités Antioxydante et Antimicrobienne Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, thèse de doctorat, page 29.

[94]- Kadour Cheraif , Boulanouar Bakchiche , Abdelaziz Gherib, Sanaa K. Bardaweel, Chemical Composition, Antioxydant, Anti-Tyrosinase, Anti-Cholinestérase and Cytotoxic Activities of Essential Oils of Six Algerian Plants, Academic Editors: Gianni Sacchetti and Vincenzo De Feo, 25(7):1710, 8 April 2020.

[95]- Musa Karadağ , Mubin Koyuncu, Mehmet Nuri Atalar, Abdülmelik Aras , SPME/GC-MS analysis of *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*, *Lavandula angustifolia* Mill., and *Zingiber officinale* volatiles , March 2021 *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 14(1):41-49.

[96]- Aichaoui Samia, Abeoube Hanane, Etude phytochimique et activité biologique des extraits de l'espèce *Lavandula angustifolia* Mill. Dans la région Est d'Algérie (Batna), mémoire de Master Académique 2018/2019, page : 9.

[97]- Bernaoui Yazza, Louetri Khadidja ; Caractérisation phytochimique du Genre *Origanum* et leur bioactivités, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, mémoire de master, page 5.

[98]- Raffaele Pezzani, Sara Vitalini, Marcello Iriti, Bioactivities of *Origanum vulgare* L, *journal phytochemistry*, **16** : 1253–1268 December 2017.

- [99]- Salmi Radja, Ghadbane Asma, Etude phytochimique et biologique de l'espèce *Ocimum basilicum* dans la région de M'sila, Université Mohamed Boudiaf De M'sila, thèse de master.
- [100]- Khoualdi imen et Boughrara naïla, L'effet de l'extrait d'*Ocimum basilicum* sur quelques paramètres biochimiques et reproductifs chez les rats intoxiqués par le mercure, Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi, mémoire de master.
- [101]- Purushothaman Balakrishnan , Prasanna srinivasan Ramalingam , Sugandhi Nagarasan ,Balu Ranganathan, A Comprehensive Review on *Ocimum basilicum* , Journal of Natural Remedies 18(3):71-85, July 2018.
- [102]- Gabi Baba, A.O. Lawal and Hauwa B. Shariff , Mosquito Repellent Activity and Phytochemical Characterization of Essential Oils From *Striga hermonthica*, *Hyptis spicigera* and *Ocimum basilicum* Leaf Extracts , British Journal of Pharmacology and Toxicology, 3(10):43-48 April 25, 2012.
- [103]- Kabera J, Koumaglo K. H, Ntezurubanza L, Ingabire MG, Kamagaju L, Caractérisation des huiles essentielles d'*Hyptis spicigera* Lam., *Pluchea ovalis* (Pers.) DC. Et *Laggera aurita* (L.F.) Benth. Ex. C.B. Clarke, plantes aromatiques tropicales, université de Lomé.
- [104]- Anne-Laure Jaffrelo, Alina Moyon, Aromathérapie pour les soignants, Collection : Les nouveaux chemins de la santé, 1^{er} édition, publier par : Dunod Parution, date de publication : octobre 2019.
- [105]- Chouitah Ourida ; composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuille de *Glycyrrhiza glabra*, université d'Oran, thèse du doctorat, 2012.
- [106]- Naima Hellali caractérisation physico-chimique et photochimique des huiles essentielles de quelque plantes des familles de Poacées Lamiacée et Astéracées ; utilisées en médecine traditionnelle dans la région d'Illizi, thèse de doctorat 2017, université de Ouargla.
- [107]- Amitouche Dahbia. Chemloul Lamia, Contribution à l'évaluation de l'huile essentielle et des extraits d'*Artemisia herba-alba* algérienne Soutenue publiquement le : 15/ 07 / 2012, page 48-49.

- [108] Hedi Mighri , Hafedh Hajlaoui , Ahmed Akrouf , Hanen Najjaa , Mohamed Neffati, Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone, C. R. Chimie 13:(2010) 380–386.
- [109]- Mahmoud Al-Qudah, Mohammad Onizat, Asma Alshamari, Hala Al-Jaber, Chemical composition and antioxidant activity of Jordanian *Artemisia judaica* L. as affected by different drying methods,24(1):482-492, 25 Mar 2021.
- [110]- Tianming Zhao , Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques et médicinales oubliées ou sous-utilisées de Midi-Pyrénées (France) et Chongqing (chine), lundi 12 mai 2014 , université de Toulouse , thèse de doctorat.
- [111]- 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) ».Soutenue le : 04 / 09 / 2019 ; p 156.
- [112]- Bayala Bagora, Etude des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, anti-prolifératives et anti-migratoires des huiles essentielles de quelques plantes médicinales du Burkina Faso sur des lignées cellulaires du cancer de la prostate et de glioblastomes, thèse de doctorat le 17/10/2014, page 79.
- [113]- Achri Radja, Etude chimique et activité antioxydante des huiles essentielles de *Mentha pulegium*, *Lavandula angustifolia* et *Verbena officinalis* au niveau de la pépinière de Ain Fettouh, Université Chadli Bendjdid – EL TARF, mémoire de master, 21 Juin 2018.
- [114]- Mahfouf Nora, Étude de l'espèce *Origanum vulgare* L, 19 Juillet 2018.
- [115]- Sneha Sehwaig, Madhusweta Das, Antioxidant Activity: An Overview, journal of food science & technology 2(3): 2278 – 2249, January 2013.
- [116]- Rachid Ismaili, Sara Houbairi, Etude De L'Activité Antioxydante Des Huiles Essentielles De Plantes Aromatiques Et Médicinales Marocaines, European Scientific Journal 13(12) :323, April 2017.

