UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Présenté par :

Benkhettou Safa et Guezize Hanane

Activité biologique des huiles essentielles extraites à partir la plante aromatique *Deverra scoparia* Coss. & Dur. (Apiaceae) de la région du Ghardaia.

Soutenu publiquement

Le : **28/06/2021**

Devant le jury :

Président	**HENNI Abdallah**	**MCA**	**Univ. Ouargla**
Encadreur	**HAMMOUDI Roukia**	**MCA**	**Univ. Ouargla**
Examinatrice	**TELLI Alia**	**MCB**	**Univ. Ouargla**

Année Universitaire: 2020/2021

Remerciements

Nous tenons avant tout, à remercier ALLAH le miséricordieux, le tout puissant, car sans son aide et sa bienveillance, rien de cela n'aura pu être possible.

Nous tenons aussi, à exprimer notre gratitude, à Melle HAMMOUDI Roukia, maitre de conférences A, faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université KASDI MERBAH-Ouargla, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour ses précieux conseils, et surtout pour son soutien tout le long de notre travail, ce qui, sans ses incitations précieuses nous n'aurons pas réalisé cela.

Nos remerciements vont à Monsieur HENNI A., Maître de conférences A, faculté des sciences de la nature et de la vie à l'Université KASDI MERBAH-Ouargla, qui nous fait l'honneur de présider ce jury.

Nous présentons nos remerciements les plus sincères à Madame TELLI A, Maître de conférences B, faculté des sciences de la nature et de la vie, à l'Université KASDI MERBAH-Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous exprimons notre gratitude au Pr HADJ MAHAMMED M, Professeur à la faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla et Pr HAMDI AISSA B, le directeur de laboratoire Biogéochimie des Milieux Désertiques de l'université KASDI MERBAH, Ouargla de nous avoir accueilli au laboratoire..

Un grand merci A Melle Amina Benras, Mr Telili, ainsi que tous les membres de ce laboratoire et à toutes personnes qui ont bien voulu répondre à nos questions dans le cadre de notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

À mes très chers parents, qui ont tout sacrifié pour moi et m'ont donné toute la liberté pour mes choix dans la vie et qui seraient très fiers et heureux de me voir réussir, je leur demande de la santé et du pardon de dieu et d'atteindre le grade le plus élevé dans le paradis, A travers ce travail je vous témoigne mon amour et ma gratitude.

À la mémoire de mes grands-parents qui ont m'élevé durant m'enfance et je leur demande de la miséricorde et du pardon de Dieu.
A ma chère sœur Meriem et mes frères Mohammed Salah Eddine, Ahmed et Abdallah, je leur souhaite tout le bonheur, la santé et la réussite à leur vie.

A toute ma grande famille, mes cousins et mes cousines et spécialement à ma tante Khadra, oncle Ahmed, pour leur soutien inestimable. « J'apprécié beaucoup leur faveur »

A toi Hanane la lumière et l'âme de ce travail, pour tous les efforts fournis à la bonne réalisation de ce travail « Mon partenaire de travail j'apprécie beaucoup ton aide si précieuse ».

A toutes celles et à tous ceux qui m'aiment ;
« Je réitère la protection de DIEU pour que je puisse poursuivre la mission qui m'a été confié ».

A vous Dr. Hammoudi Roukia de bien apprécier mon parcours d'étude d'une façon formidable et de m'avoir donné encore de la volonté pour continuer mes études pour des fins honnêtes et sincères, je la remercier infiniment.

A tout le personnel de département de sciences biologiques surtout notre promotion de Master (Biochimie Appliquée), nos enseignants et enseignantes.

Safa

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu le tout puissant, ce travail est enfin achevé, lequel je le dédie à toutes les personnes qui me sont chères :

A ma mère pour leur sacrifice et leur encouragement durant toutes mes étude que Dieu la protège.

En témoignage de ma profonde affection, qu'elle sache que ce travail est en partie le fruit de leur soutien, je leur suis très reconnaissante. Leur fierté à mon égard, aujourd'hui, est pour moi la meilleure des récompenses. A ceux qui a donné un sens à mon existence, en m'offrant une éducation digne de confiance, à ceux qui m'a soutenu nuit et jour durant tout mon parcours, qui a beaucoup rêvé de mon avenir et qui m'a donné tout, pour être à la hauteur. Maman, je suis fière d'être votre fille.

A mes chères sœurs, mon aide dans le parcoure de ma vie Ihsene et Asma, à mon cher frère Moataz ma force dans cette vie, que Dieu les garde et les protège.

Et avec qui, j'ai partagé les meilleurs moments de ma vie, à vous toutes mes amies, que dieu vous protège.

Hanane

Liste des abréviations

Abs	Absorbance
ACP	Analyse en composantes principales
AFNOR	Association Française de Normalisation
ANOVA	Analyse de la variance
CG/SM	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse
Da	Dalton
DNSA	3,5-dinitrosalicylique acide.
DPPH	1, 1-diphenyl-2- picrylhydrazyl
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
HE	Huile Essentielle
HEs	Huiles Essentielles
I%	Pourcentage d'inhibition.
IC50	Concentration Inhibitrice à 50 %.
pH	Potentiel en Hydrogène
TPTZ	Tripyridyltriazine
tR	Temps de retention
UI/mg	Unité internationale / milligramme
UI/ml	Unité internationale/ millilitre
W	Watt

Liste des figures

		Page
Figure 1	*Deverra scoparia* Coss. & Dur.	4
Figure 2	Carte de répartition géographique mondiale des Apiaceae.	6
Figure 3	Une carte montrant l'emplacement de la wilaya de Ghardaïa en Algérie	13
Figure 4	Montage d'hydrodistillation de type Clevenger.	16
Figure 5	Identification de l'HE par GC-SM.	18
Figure 6	Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (AH)	19
Figure 7	Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP entre le complexe tripyridyltriazine ferrique Fe(III)-TPTZ et un antioxydant (AH)	20
Figure 8	Evolution de la perte de masse de *Deverra scoparia* Coss. & Dur en fonction du temps de séchage.	26
Figure 9	Evolution de taux d'humidité de l'échantillon de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. en fonction du temps.	26
Figure 10	Evolution de la masse des différents échantillons de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. séchées par micro-onde aux différentes puissances en fonction du temps.	27
Figure 11	Evolution de taux d'humidité des différents échantillons de *Deverra scoparia* Coss & Dur séchées à la micro-onde aux puissances différentes en fonction du temps.	27
Figure 12	Rendements des cinq extraits de *Deverra scoparia* Coss.& Dur.	28
Figure 13	Chromatogrammes des HEs des plantes séchées par différents modes : **(a)** Air Libre, **(b)** Soleil, **(c)** M.O 264W, **(d)** M.O 440W, **(e)** M.O800W	31
Figure 14	Structure chimique de quelques composés majoritaires des huiles essentielles de plantes *Deverra scoparia* Coss. & Dur.	34
Figure 15	Activité antioxydant des différents échantillons pour HE pur par test DPPH	35
Figure 16	Variation de pourcentage d'inhibition (%) en fonction des différentes concentrations d'HE de *Deverrascoparia*Coss, &Dur. et l'acide ascorbique.	36
Figure 17	Courbe d'étalonnage de la solution de $FeSO_4$.	38
Figure 18	Courbe représentant le pourcentage d'inhibition des huiles essentielles et des standards par le test FRAP	38
Figure 19	Variation de pourcentage d'inhibition (%) en fonction d'une seule concentration (mg/ml) d'HE de *Deverrascoparia*Coss, &Dur. des différents échantillons et l'Acarbose.	41

Liste des tableaux

		PAGE
Tableau 1	Pourcentages des composés majoritaires des huiles essentielles de *Deverra scoparia* issues par différentes modes de séchage.	32
Tableau 2	Valeurs des IC_{50} (mg/ml) des échantillons d'huiles essentielles de *Deverra scoparia* dilués et l'acide ascorbique testés par DPPH.	36
Tableau 3	Valeurs des IC_{50} (mg/ml) des échantillons d'huiles essentielles de *Deverra scoparia* et l'Acarbose.	40

Table de matière

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Remerciements

INTRODUCTION……..... 1

Chapitre I Synthèse bibliographique

I.1 *Deverra scoparia* Coss. &Dur……..…….. 4

I.1.1. Présentation de la plante……..... 4

I.1.2. Répartition géographique…….. 4

I.1.3. Usages……... 4

I.1.4. Position systématique……... 5

I.1.5. Famille des Apiaceaes « Ombellifères »……... 5

I.1.6. Genre *Deverra*……...……..... 6

I.1.7. Espèce *Deverra scoparia* Coss. & Dur……. 7

I.1.8. Composition chimique……..... 7

I.1.9. Toxicité……..... 7

I.1.10 Activités biologiques……... 8

I.2. Huiles essentielles ……..…… 8

I.2.1. Définition des huiles essentielles…….. 8

I.2.2. Répartition et localisation des HE…….……... 9

I.2.3. Propriétés physico-chimiques……... 9

I.2.4. Composition chimique des huiles essentielles……..... 9

I.2.5. Rôle des HEs……..... 10

Chapitre II Matériels et Méthodes

II.1. Matériel végétal……..... 13

II.1.1. Choix du matériel…….....…… 13

II.2. Méthode……..……..... 13

II.2.1. Récolte de la plante……..... 13

II.2.2 Séchage de la plante……..... 14

II.2.2.1. Séchage par micro-ondes……..…..... 14

II.2.2.2. Séchage au soleil……. 14

II.2.2.3.Séchage à l'air libre…….. 15

II.2.3. Détermination de taux d'humidité……... 15

II.2.4. Extraction d'huile essentielle…….. 15

II.2.4.1. Détermination de rendement d'extraction……..... 16

II.2.5. Analyse des huiles essentielles par CG/SM……..... 17

II.3. Évolution des Activités biologiques…… 19

II.3.1. Évolution de l'activité antioxydante…… 19

II.3.1.1. Mesure du pouvoir anti-radicalaire par le test DPPH• (2,2-diphenyle-1-picrylhydrazyle) …… 19

II.3.1.2. Évolution de l'activité antioxydante par le test de FRAP *(Ferric ReducingAntioxidantPower)* 20

II.3.2. Action des huiles essentielles sur l'enzyme α-amylase…….. 21

II.3.2.1. Réactif d'acide 3,5-dinitrosalicylique (DNSA)……..……. 22

II.3.2.2. Solution de l'α-amylase……..... 22

II.3.2.3. Solutions de substrat…… 22

II.3.2.4. Solutions d'acarbose…… 22

II.4. Analyse statistique ……..……. 22

Chapitre III Résultats & Discussions

III.1.Résultats…….……... 25

III.1.1. Taux d'humidité…….. 25

III.1.1.1. Séchage conventionnel…….. 25

III.1.1.2.Séchage innovant……..…..…….. 26

III.1.2. Extraction d'HE…….……... 28

III.1.3. Rendement d'HE……..... 28

III.1.4. Résultats d'analyse de l'HE par GC/SM…….…….. 29

III.1.5. Activités biologiques……..……..... 35

III.1.5.1. Résultats de l'activité antioxydante……..... 35

III.1.5.1.1. Test de DPPH•…… 35

III.1.5.1.2. Test du FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power)..... 38

III.1.5.2. Action d'HE de *Deverra scoparia* Coss.& Dur. sur l'α amylase…..……..... 39

CONCLUSION…….…… 44

Liste des références

Résumé

INTRODUCTION

L'utilisation des plantes, à des fins thérapeutiques, est rapportée dans les littératures antiques arabe, chinoise, égyptienne, hindou, grecque, romaine **(Anonyme, 1974).** En Afrique, le pouvoir thérapeutique des plantes était connu par nos ancêtres et nos parents de façon empirique **(Nacoulma, 1996).** Ainsi on ignorait tout de la composition chimique des médicaments utilisés tous les jours par de plusieurs populations, pour les soins de santé. Pour parvenir à une amélioration de cette médecine africaine, multiples investigations photochimiques ont été faites, afin d'apporter une justification scientifique quant à l'utilisation traditionnelle des plantes médicinales (**Koffi *et al.*, 2009).**

Les plantes médicinales et aromatiques sont considérées comme une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent parmi lesquels les huiles essentielles. En effet, ces dernières issues du métabolisme secondaire des plantes médicinales, ont été utilisées depuis l'Antiquité et sont largement employées de nos jours, pour leurs propriétés biologiques (antioxydante, antidiabétique, antimicrobienne, Insecticide ...) et leurs applications dans de multiples et diverses industries : alimentaire, cosmétique, parfumerie et pharmacie **(Chenni, 2016).**

Parallèlement à l'aromathérapie populaire, l'application des huiles essentielles se développe aussi dans le cosmétique, la conservation des aliments, la santé des animaux d'élevage et l'agriculture **(Tisserand et Young, 2014).**

Le Sahara algérien se caractérise par une topographie variée et des conditions climatiques variées qui permettent la croissance de près de 3000 espèces de plantes différentes dont 168 espèces endémiques, lui conférant l'une des flores les plus riches et diversifiées au monde **(Cheriti *et al.*, 2006 ; Malti, 2019).**

Grâce à l'évolution au niveau des domaines scientifiques, le séchage devient un procédé très utile qui concerne les produits agroalimentaires et les plantes aromatiques et médicinales. Ces plantes ont été touchées par plusieurs travaux de recherche **(Soltani *et al.*, 2015).**Le séchage est l'opération dont l'objectif est d'éliminer par évaporation l'eau d'un corps humide (solide ou liquide), le produit final obtenu étant toujours un solide. Cette définition peut être généralisée à l'élimination par évaporation de toute substance volatile d'un mélange **(Kisselmina, 2011**).Le séchage de la plante, avant sa mise en distillation, est un traitement qui a des effets très nets sur le rendement en huile essentielle. Plusieurs travaux ont été menés sur cette question et ils ont confirmé un phénomène général **(Benchikh *et al.*, 2015).**

Notre travail est intéressé à l'étude d'une espèce spontanée du Sahara algérien de la famille des Apiaceae : *Deverra scoparia* Coss. & Dur. connue sous le nom local «Guezzah».Cette plante joue d'une grande réputation en médecine traditionnelle pour ses vertus thérapeutiques cequi nous a encouragées à déterminer leurs compositions chimiques et voir l'effet de déférentes méthodes de séchage sur eux. Ainsi d'étudier le pouvoir antioxydant et anti enzymatique des HEssur l'enzyme α-amylase qui est recherché dans la thérapie de la maladie de diabète.Afin d'enrichir les connaissances sur les activités biologiques de cette plante. La valorisation des HE passe par une indispensable étape d'analyse qui nécessite l'utilisation du couplage CPG/SM, permettant l'identification de leurs constituants.

Dans ce contexte, nous avons structuré le présent travail en trois chapitres : Dans le premier nous aborderons des généralités concernant la plante *Deverra scoparia* Coss.& Dur.et les HE. Dans le deuxième chapitre nous détaillerons les différentes méthodes du travail expérimental ainsi que le matériel utilisé. Dans le troisième chapitre nous présenterons tous les résultats obtenus dans notre étude. Enfin, à l'issue de ce manuscrit, une conclusion générale sera présentée avec les perspectives à envisager dans des investigations ultérieures.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I.1. *Deverra scoparia* Coss. & Dur.

I.1.1. Présentation de la plante

Deverra scoparia (*Pituranthos scoparius*) est une plante aromatique de la famille des Apiaceae représentée par 12 espèces développées spontanément beaucoupplus dans l'Afrique du Nord **(Ozenda, 1991, Dobignard et Chatelain, 2011).** Elle est localisée dans les pâturages rocailleux dans les hauts plateaux et dans tout le Sahara. Cette espèce végétale est une plante aphylle en forme des touffes dressées à tiges non dévraquées avec des fleurs blanches et fruit est plus long que large **(Quézel et Santa, 1963).**

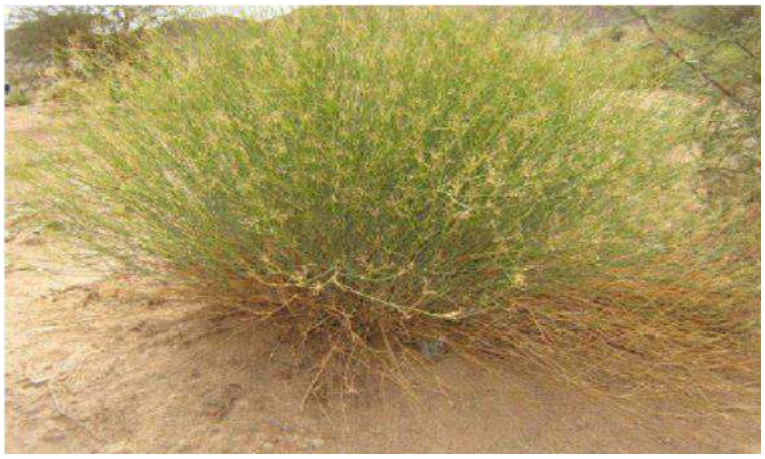

Figure 1 : *Deverra scoparia* Coss. & Dur.**(Hammoudi, 2015).**

I.1.2. Répartition géographique

D'après **Ozenda (1958)** *Deverra scoparia* Coss.& Dur est endémique au nord-africain réparties dans les régions arides désertiques et prés désertiques.

En Algérie, on la trouve très fréquemment dans la région du Tassili N'Ajjers et dans le Hoggar,mais largement dans les lis d'oueds caillouteux (**Hammoudi, 2015).**

I.1.3. Usages

Traditionnellement *Deverra scoparia* Coss. & Dur. a été utilisée pour le traitement du diabète, spasmes et douleurs,ainsi que pour les troubles digestifs et des infections urinaires (**Hammiche et Maiza, 2006).**

Elle est aussi utilisée pour soulager les douleurs liées aux rhumatismes **(Hammiche et Maiza, 2006)**, dans le traitement de l'asthme, et conseillée pour soulager les indigestions, les maux de l'estomac comme elle est utilisée dans le traitement de la diarrhée (**Iucn, 2005)**,l'eczéma,l'hépatite, les troubles digestifs, les infections urinaires et aussi elle est utilisée pour aromatiser les préparations culinaires ainsi que le pain **(Malti, 2019)**.

Deverra scoparia Coss. & Dur.est utilisée comme aromatisant dans la viande et la galette, dans la préparation de poudre contre les morsures de reptiles et pour égoutter le fromage par Les Touaregs et comme paille par les agriculteurs pour sécher les figues et les raisins à l'aide de ses tiges.

Dans le sud tunisien cette espèce est utilisée pour désinfecter des citernes de stockage de l'eau de pluie utilisée pour les boissons **(Brahimi, 2019).**

I.1.4. Position systématique

Règne : Plantae

Phylum : Trachéophyte

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre : *Deverra*

Espèce : *Deverra scoparia* Coss. & Dur. **(Catalogue of life)**

I.1.5. Famille des Apiaceaes « Ombellifères »

Les Apiaceae ou les Ombellifères sont des plantes vivaces, sous-frutescentes ou herbacées, annuelles, bisannuelles, réparties dans toutes les régions tempérées mais surtout dans l'Hémisphère Nord. Cette famille regroupe 300 genres et 3000 espèces mais seules 55 genres, 130 espèces (dont 24 endémiques) et 26 sous espèces qui se trouvent en Algérie **(Quezel et Santa, 1963).**

Les Apiaceae ont des caractères homogènes et constants, elles se caractérisent par ses inflorescences en forme d'ombelle munie. Elle se caractérise aussi par des fleurs régulières,

alternantes ; pentamères et à 4 verticilles avec des pétales libres, égaux ou parfois rayonnants, plus grands à la périphérie des ombellules et des sépales très petits ou nuls (**Kiram, 2011).**

Cette famille est pourvue des feuilles alternes et composées, ses pétioles sont élargis à leur base. Les fleurs sont réunies en ombelles simples ou composées. Elle est constituée de cinq sépales (5S) dans son calice et de cinq pétales libres (5P) du type actinomorphe dans sa corolle. Androcée est composé de cinq étamines (5E), gynécée ou pistil est composé de deux carpelles (2C).Androcée est composé de cinq étamines (5E), gynécée ou pistil est composé de deux carpelles (2C).2 méricarpes accolés à un axe central caractérisé les fleurs des Apiaceae, Les racines, tiges et feuilles sont parcourues par des canaux sécréteurs contenants un mélange d'essences et de résines qui dégage une odeur forte spécifique lorsqu'on écrase les Apiaceae (**Brahimi, 2019).**

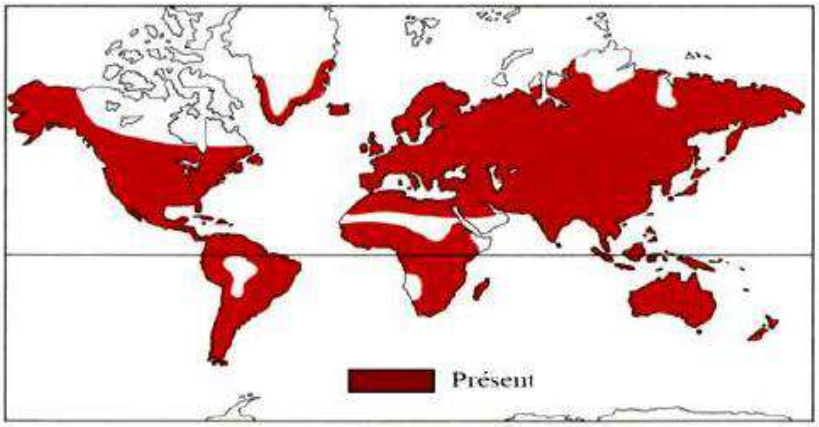

Figure 2 : Carte de répartition géographique mondiale des Apiaceae (**Brahimi, 2019).**

I.1.6. Genre *Deverra*

Le genre *Deverra* ou *Pituranthos* est parmi les plantes vivaces et aphylle caractérisé par son tige rameuses jaunâtres de 40 à 80 cm très ramifiées, portant des ombelles à involucre et involucelles polyphylles et des péricarpes ovoïdes à six bandelettes et ses Feuilles réduites à des écailles **(Ozenda, 1977).**

En Algérie, ce genre dénommé « Guezzah » comporte cinq espèces endémiques de l'Afrique du Nord. Il s'agit de :

• *Deverra battandieri* (Maire) Chrtek

• *Deverra denudata* (Viv.) Pfisterer&Podlech •*Deverra reboudii*Coss. &Durieu

• *Deverra scoparia* Coss. &Durieu

• *Deverra triradiata*Hochst. exBoiss (**Hammoudi *et al.*, 2015)**.

I.1.7. Espèce *Deverra scoparia* Coss. & Dur.

Deverra scoparia Coss.& Dur. est une espèce vivace à tige vert jaunâtre, en forme de joncs, ramifiées dans le haut seulement (de 0.5 à 1 mètre de haut) (**Chehma, 2006)**. Elle est aphylle, avec des feuilles caulinaires, supérieures, linéaires , basales ,rapidement caduques et Ombelles terminales et latérales courtement pédonculées**(Dridi,2018).**

Nom Tamahaq : Tattayet

Nom vernaculaire (arabe) : Guezzah, Ghezzaha.

Nom vernaculaire (Français) : Fenouil sauvage.

I.1.8. Composition chimique

Deverra scoparia Coss. & Dur regroupe un nombre important de métabolites secondaires validés par des tests biologiques responsables aux nombreuses investigations phytochimiques et pharmacologiques. Elle est constituée de cinq flavonoïdes : L'apigenine-7-O-glycoside, l'apigenine 7-O-rhamnoside, l'isorhamnetine-3-Orutinoside, l'isorhamnetine-3-O-glycoside et l'apigenine-6,8di C-glycoside. Elle possède un acide gras (acide oléique) et deux nouveaux composés isocoumariniques : hydroxy-6methoxy-5propyl-3isocoumarine et dimethoxy-5,7hydroxy6propyl-3 isocoumarine dans ses racines et des hydrocarbures monoterpéniques et certains composés oxygénés dans leur huile essentielle et des composants principaux sont : l'α-pinène (4.4 à 35.8 %), le limonène (0.8 à 66.5 %), l'acétate de bornyle (tr-9.6 %), myristicine (tr-31.1 %) et l'aneth apiole (0.4 à 47.3 %) **(Brahimi, 2019)**.

I.1.9. Toxicité

Quand *Deverra scoparia* Coss. & Dur. pénètre dans les yeux des animaux, son pollen provoque des ophtalmies graves. En période de leur floraison, elle connut un grand pouvoir allergisant pour les animaux. En particulier le dromadaire y est très sensible. **(Bellakhdar, 1997).**

Pendant la floraison, Cette plante toxique est évitée par les moutons à cause de la présence d'alcaloïdes comme elle rend les animaux aveugles pendant plusieurs jours **(Haba *et al.*, 2004).**

I.1.10 Activités biologiques

Comme toute plante aromatique et médicinale, *Deverra scoparia* Coss.& Dur. a des activités biologiques intéressantes pour l'homme et pour son environnement. Elle a aussi beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules bioactives **(Brahimi, 2019)**.

I.2. Huiles essentielles

I.2.1. Définition des huiles essentielles

Le terme « huile essentielle » est défini comme suit : «Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation, 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» **(Bruneton, 2016 ; Esseid, 2018).**

Selon **Bouyahya *et al.* (2018)**, les huiles essentielles sont des complexes naturels de molécules volatiles et odorantes synthétisées par les plantes aromatiques comme métabolites secondaires. Elles possèdent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, et anticancéreuses.

Selon l'AFNOR (l'Association Française de Normalisation), ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certaines citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction **(Paris et Hurabielle, 1981)**.

Les huiles essentielles sont des mélanges de nombreux composés qui sont des molécules peu complexes comme les terpènes, les phénols, les méthyle-éthers, les oxydes, les esters, et les cétones… **(Isman, 2002).**

Elles ont des applications importantes en médecine soit par leur qualité odorante soit pour soulager la douleur ou pour leur efficacité physiologique **(Valnet, 2003).**

Connues aussi sous le nom d'essences ou d'huiles éthérées, les huiles essentielles désignent un ensemble de substances volatiles d'odeur tout à fait caractéristique que l'on extrait de certains végétaux, dits aromatiques, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par expression, par incision de la plante, ou bien parfois par séparation à l'aide de solvants, soit encore par adsorption sur des graisses (enfleurage) **(Marouf et Tremblin, 2015).**

I.2.2. Répartition et localisation des HE

Les huiles essentielles sont présentes en quantité appréciable chez environ 2000 espèces de plantes supérieures, réparties dans 60 familles **(Marouf et Tremblin, 2015).**

Les huiles essentielles se trouvent en général dans les fleurs et les feuilles, mais on les trouve également dans les fruits, le bois, l'écorce, les racines ou les rhizomes et les grains. Toutefois, leur composition varie dans une plante suivant l'organe utilisé. Cette large distribution des huiles essentielles dans le règne végétal est associée à des structures cellulaires épidermiques spécialisées dans la production de ces substances et/ou leur accumulation cellules sécrétrices des Lauraceae, des Piperaceae ou des Zingiberaceae, poils sécréteurs externes des Lamiaceae et des Geraniaceae, poches sécrétrices des Myrtaceae ou des Rutaceae, canaux sécréteurs des Apiaceae, des Asteraceae ou des Conifères. Dans le cas le plus simple, les huiles essentielles se forment dans le cytosol des cellules où elles vont, soit se rassembler en gouttelettes lipophiles, soit s'accumuler dans les vacuoles des cellules épidermiques ou des cellules du parenchyme de nombreux pétales, de même que dans les cellules oléifères**(Marouf et Tremblin, 2015 ; Bencheikh, 2017).**

I.2.3. Propriétés physico-chimiques

Ce sont des liquides rarement visqueux ou cristallisés à température ambiante. Elles sont volatiles, ce qui les oppose aux huiles grasses (huile de noisette, huile d'avocat, huile d'olive, etc…). Cette volatilité leur confère leur caractère odorant et est à la base d'un de leur mode d'obtention à partir du végétal (l'entraînement à la vapeur d'eau). Elles sont pour la plupart, plus légères que l'eau, non miscibles, très peu solubles et pour la plupart insolubles dans l'eau. Elles sont actives sur la lumière polarisée et ont un indice de réfraction élevé. Elles sont totalement solubles dans les huiles grasses, particulièrement solubles dans les alcools à titres élevés et les solvants organiques. Elles ne sont que très rarement colorées **(Esseid, 2018).**

I.2.4. Composition chimique des huiles essentielles

Des nombreuses investigations photochimiques et pharmacologiques par ont permis l'identification d'un nombre important de métabolites secondaires dans les plantes du genre *Deverra*. Ces études ont été validées par des tests biologiques *in vivo* et *in vitro*. Une étude sur les huiles essentielles obtenues par hydrodistillation des parties aériennes de *Pituranthos scoparius* récoltée de différentes régions d'Algérie a été réalisée par **Gourine *et al.* (2011)**. Ces HEs ont été analysés par GC et GC-MS. Elles ont révélé la présence d'hydrocarbures monoterpéniques et certains composés oxygénés. Les composants principaux sont l'α-pinène, le limonène, l'acétate de bornyle, myristicine et l'apiole. Les parties aériennes de *P. scoparius* pourraient être soit très riche ou très pauvre en limonène, myristicine ou aneth apiole.

Une autre étude chimique a permis de mettre en évidence, dans les huiles essentielles des graines et des tiges de *Pituranthos scoparius*, des monoterpènes, des dérivés phénoliques et des sesquiterpènes. Les principaux constituants de l'huile des graines étaient l'apiole (52%), de l'acétate de bornyle (21%) et l'α-pinène (11%) **(Vernin *et al.*, 1999).**

L'huile essentielle de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. a été étudiée par **Attia *et al.* (2011)**. Elle a montré que l'α-pinène est le constituant le plus abondant (31,95%), suivi par le sabinène (17,24%) et le δ-3-carène (16,85%), qui a été analysé par GC et GC-MS**.**

Vérité *et al.* (2003) ont déterminé la composition des huiles essentielles des tiges et des graines de *Pituranthos scoparius*, pour chaque HE, ils ont trouvé les principaux composés en quantités similaires : Les principaux composés des tiges, étaient l'α-pinène, l'α-phellandrene, le limonène, le méthyleugénol, germacrène D, myristicine, spathulenol et β-eudesmol.Dans l'huile de semence, les principaux composés étaient l'α-pinène, la β-pinène, la p-cyméne, le limonène, le thymol, la myristicine et l'apiole.

I.2.5. Rôle des HEs

Ces plantes sont utilisées pour la protection contre les virus et tous pensent qu'il s'agit d'hormones végétales. D'autres considèrent que les huiles sont des messagers entre sortes de parasites et de microbes **(Willem, 2009)** ; des travaux ont montré que les monoterpènes et les sesquiterpènes peuvent jouer des rôles importants dans la relation des plantes avec leur environnement. Par exemple, le 1,8-cinéole et le camphre inhibent la germination des organes infectés ou la croissance des agents pathogènes issus de ces organes **(Holley, 1999 ; Nicholas, 1973)**.

Les huiles essentielles sont utilisées par les plantes de la même manière que les humains :

- Elles combattent les infections ;
- constituent des composés hormonaux ;
- déclenchent la régénération cellulaire ;
- agissent comme défense chimique contre les ennemis fongiques, viraux et animaux.

Les huiles essentielles ont une structure identique à certains composés trouvés dans le sang et les tissus, malgré leurs origines foliaires, ce qui leur permet d'être compatibles avec notre propre physiologie **(Rao et Pandey, 2006).**

Chapitre II

Matériels et Méthodes

II.1. Matériel végétal

II.1.1. Choix du matériel

Notre travail concerne la plante *Deverra scorparia* Coss. & Dur. qui est une plante aromatique de la région de Ghardaïa séchée par trois méthodes de séchage : par micro-onde, soleil et par l'air libre.

On a choisi cette plante selon les critères suivants :

- L'origine saharienne et aromatique. **(Souri, 2003 ; Zhou, 2010)**
- Les résultats des autres études qui montrent que cette plante est riche en métabolites secondaires de types furanocoumarine, flavonoïde et saponine. **(Souri, 2003 ; Zhou, 2010)**
- Sa richesse en huiles essentielles.
- Leurs différentes activités biologiques **(Esseid, 2018).**

II.2. Méthode

II.2.1. Récolte de la plante

Le matériel végétal est constitué des parties aériennes de *Deverra scorparia* Coss. & Dur. qui ont récolté dans la région d'Oued Metlili (wilaya de Ghardaïa) au mois de février 2021 pendant la phase de floraison.

Figure 3 : Une carte montrant l'emplacement de la wilaya de Ghardaïa en Algérie

(Marefa.org)

II.2.2 Séchage de la plante

Après l'élimination des tiges ou feuilles endommagées, la plante a été séchée par trois méthodes de séchage : séchage conventionnel (à l'air libre et au soleil) et séchage innovant par microonde (800 W, 440 W et 264 W). Puis elle est finement coupée et stockée dans des boites en papier jusqu'à leur utilisation.

II.2.2.1. Séchage par micro-ondes

Dans le processus de séchage par micro-ondes, les molécules d'eau sont polarisées, qui changent rapidement d'orientation dipolaire dans un champ électromagnétique qui change avec la fréquence de milliards de fois dans une seconde. La chaleur est produite dans les matériaux traités à raison du frottement des molécules d'eau en mouvement rapide ce qu'entraine une augmentation de la température à l'intérieur du matériau traité et évaporation de l'humidité. L'absorption rapide de l'énergie micro-ondes par les molécules d'eau provoque leur évaporation rapide, entraînant ses caractéristiques uniques de transmission de chaleur élevée, de rendement élevé et de haute qualité du matériau traité et une vitesse de séchage élevée **(Dong *et al.*, 2011).** Le séchage par micro-ondes est très efficace pour les produits ayant une faible teneur en eau. Il représente une alternative pour améliorer la qualité des produits déshydratés **(Nieto *et al.*, 2015).** Ce mode de séchage peut être appliqué seul ou alors combiné avec d'autres procédés de séchage qui peuvent améliorer l'efficacité de séchage et la qualité organoleptique des produits alimentaires **(Chandrasekaran *et al.*, 2013).**

II.2.2.2. Séchage au soleil

Le séchage par soleil se fait dans les zones arides ou semi-arides qui présentent des conditions climatiques optimales séchage des conditions climatiques optimales : une saison sèche avec un fort ensoleillement, une faible pluviométrie, une hygrométrie peu élevée. Le séchage s'effectue à même le sol, sur des nattes, sur des rochers plats, ou bien sur les toits des maisons. Ce système ne demande pas beaucoup de travail et d'investissement. Mais, très souvent, les matières à séchées peuvent avoir un risque d'attaques des animaux, des insectes et des micro-organismes comme elles souillés de sable et de poussière. De plus, le séchage sera fort ou pas assez ce que dégrade fortement leur qualité dégrade. En raison des inconvénients décrits ci-dessus, le séchage par soleil sera remplacé par l'utilisation des séchoirs solaires **(Thu Ha, 2016).**

II.2.2.3.Séchage à l'air libre

Le séchage à l'air libre est réalisé grâce à une circulation naturelle de l'air dans l'ombre **(Lahmari *et al.*, 2012).** Ce système présente deux principaux inconvénients tels que : les changements inappropriés de couleur, de texture, de saveur et de valeur nutritive et les mauvaises caractéristiques de réhydratation **(Bozkir *et al.*, 2018).**

II.2.3. Détermination de taux d'humidité

Le taux d'humidité consiste en la détermination de la perte de poids par dessiccation. Le taux d'humidité est déterminé selon l'équation suivante : **(Makhloufi, 2009)**

$$\boldsymbol{H}\% = \frac{(poidsA - poidsB)}{poidsA} x100$$

A: Poids de l'échantillon « plante fraîche »;
B: poids de l'échantillon « plante sèche »;
H%: taux d'humidité exprimé en pourcentage.

II.2.4. Extraction d'huile essentielle

L'extraction d'HE de la plante *Deverra scorparia* Coss. & Dur. a été réalisée à l'aide d'un dispositif d'extraction par hydrodistillation de type Clevenger au niveau de laboratoire de Biogéochimie des milieux à l'université KASDI MERBEH Ouargla.

La matière première (la plante) a immergé dans un bain d'eau (eau distillée). Après une ébullition à pression atmosphérique, la chaleur provoque un éclatement de la paroi des cellules qui contient l'HE. Lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants d'HE est égale à la pression d'évaporation la température d'ébullition d'un mélange est atteinte et on obtient un mélange azéotropique «eau + huile essentielle». Ensuite,en traversant un système de refroidissement les molécules aromatiques d'HE et la vapeur d'eau sont condensées et ils se séparent en deux phases : phase aqueuse (hydrolat) et une phase organique (huile essentielle) **(Hammoudi, 2015)**.

Figure 4 : Montage d'hydrodistillation de type Clevenger

II.2.4.1. Détermination de rendement d'extraction

Nous pouvons déterminer le rendement en extrait sec par le rapport entre le poids de l'extrait sec, et le poids du matériel végétal en gramme utilisé pour l'extraction. Le rendement est calculé par la formule suivante **:** **(Esseid, 2018)**

$$R\% = (m/m_0) \times 100$$

R% : Rendement des huiles essentielles exprimé en pourcentage ;

m : Masse des huiles essentielles exprimée en (g) ;

$\mathbf{m_0}$: Masse de la matière végétale exprimée(g).

Après séparation de la phase aqueuse et HE, ce dernier a été conservé à température de 4°C. **(Rose de Lima *et al.*, 2014)**. A cause de l'instabilité de leurs constituants, les possibilités de dégradation et pour éviter l'altération on utilise des flacons propres, secs, sombres, en verre. Et pour éviter l'évaporation ces flacons sont presque entièrement remplis et scellés (**Elhouitif, 2018).**

II.2.5. Analyse des huiles essentielles par CG/SM

L'analyse et l'identification des différents constituants de l'huile essentielle ont été réalisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM). Le couplage CPG/SM est la technique la plus utilisée dans le domaine des huiles essentielles. Le couplage GC/MS réunit le meilleur de ces deux techniques. Ce couplage répond aux exigences de base de toute analyse et qui sont :

- La séparation.
- L'identification.
- La mesure quantitative.

Les conditions utilisées sont :

- ✓ Colonne :capillaireRxi®-5ms (crossbond® 5% dimetheyl 95% dimetheylpolysiloxane) (30 m 0.25mmID) avec une phase stationnaire apolaire à épaisseur 0.25 µm.
- ✓ Programme de la température du four : la température initiale 70 °C a été maintenue pendant 16 min puis, elle a été élevée jusqu'à 280 °C par une montée de 4 °C/min, cette température a été gardée fixe durant 10 min.
- ✓ Le gaz vecteur : l'hélium à un débit de 0.8 ml/min avec un rapport split de (10.0).
- ✓ T°C de l'injecteur : 280°C
- ✓ énergie d'ionisation : 70 eV
- ✓ Les résultats de fragmentations, ainsi obtenus, ont été enregistrés sur cet intervalle [29-550] de (m/z).

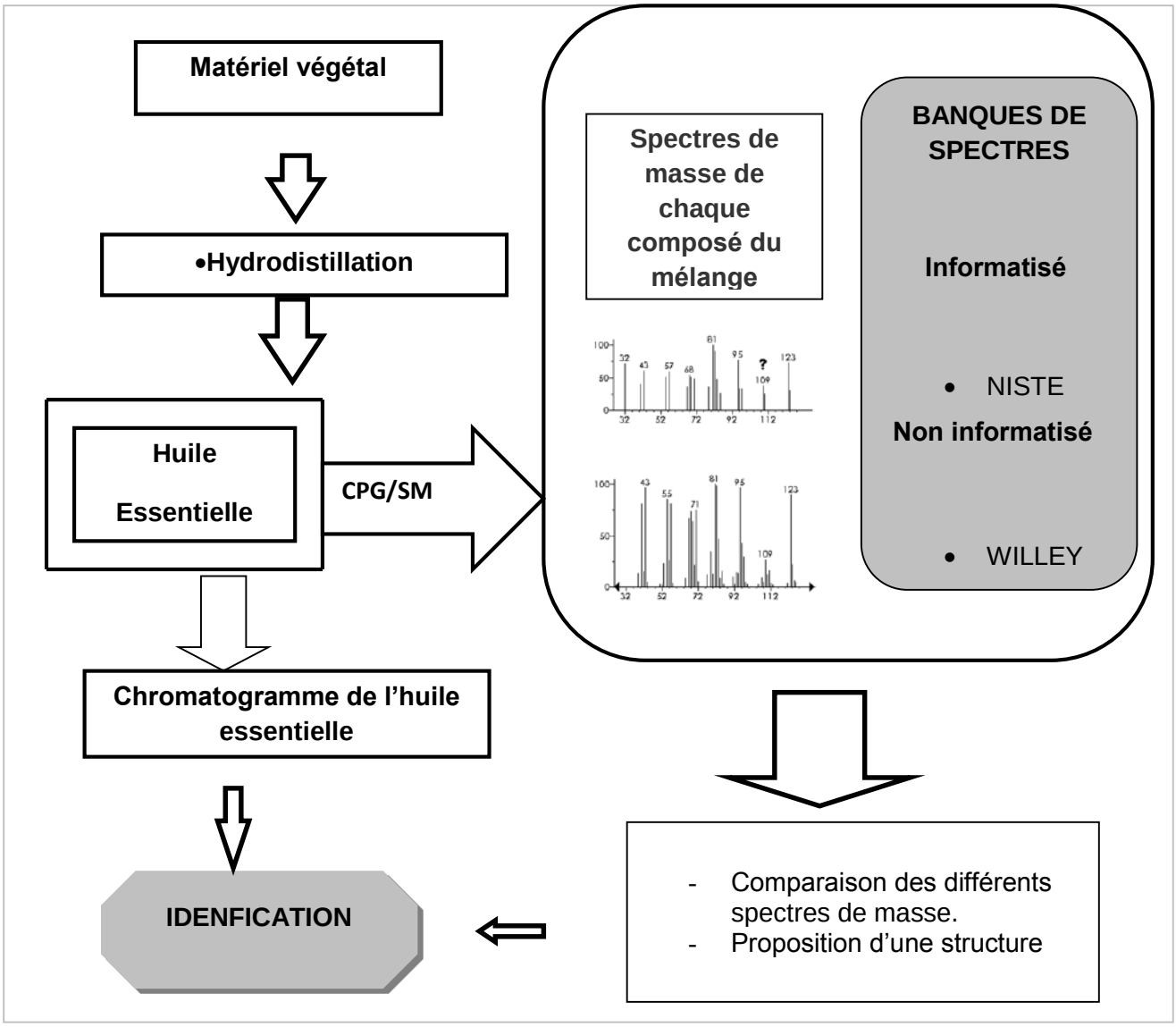

Figure 5 : Identification de l'HE par GC-SM

II.3. Évolution des activités biologiques

II.3.1. Évolution de l'activité antioxydante

II.3.1.1. Mesure du pouvoir anti-radicalaire par le test DPPH• (2,2-diphenyle-1-picrylhydrazyle)

La méthode du DPPH• introduite par BLOIS (1958) est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de l'espèce radicalaire stable DPPH• en présence d'un antioxydant donneur d'hydrogène (AH), qui aboutit à la formation d'une forme non-radicalaire, le DPPHH (Fig. 6). La réduction du DPPH• en DPPH-H induit une perte de sa couleur violette qui peut être suivie à 517 nm.

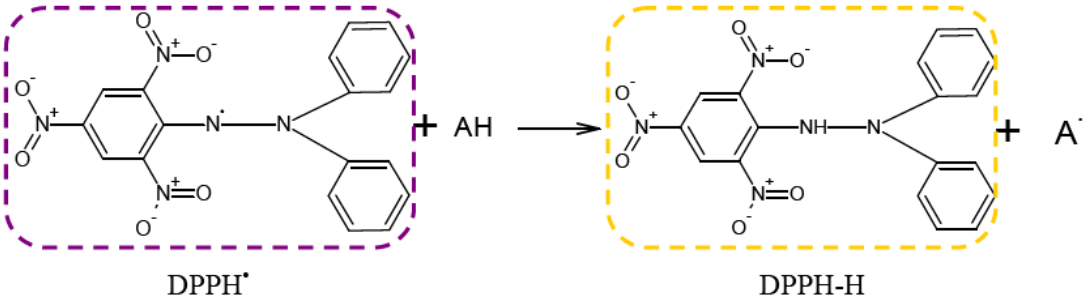

Figure 6 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (AH) **(Michel, 2011).**

Dans ce test, les antioxydants réduisent le diphénylpicryl-hydrayl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphénylpicryl-hydrazine, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons. Ainsi plus la perte de couleur est rapide plus le donneur d'hydrogène est considéré comme un antioxydant fort **(Mansouri *et al.*, 2005).**

Le DPPH est caractérisé par son adaptation à plusieurs échantillons dans une courte durée, aussi il est assez sensible pour détecter les ingrédients actifs à des basses concentrations, à cet effet, il a été employé pour le criblage des activités anti-radicalaire des extraits végétaux **(Yi *et al.*, 2008)**.

100 µL d'extrait sont ajoutés à 3 mL de la solution du DPPH (6.10^{-6} mol.L^{-1}) préparée fraîchement dans le méthanol. Laisser 30 minutes à l'obscurité.

L'absorbance est mesurée à 517nm contre le blanc. L'activité anti-radicalaire des extraits a été exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH• suivant l'équation **(Asadi *et al.*, 2010)**:

$$\% \text{ Inhibition} = ((Abs_{\text{contrôle}} - Abs_{\text{échantillon}}) / Abs_{\text{contrôle}}) \times 100$$

Comme il n'existe pas de mesure absolue de la capacité antioxydante d'un composé, les résultats sont souvent portés par rapport à un antioxydant de référence, comme l'acide ascorbique (vitamine C), Quercétine ou le Trolox (acide-6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylique) **(Molyneux, 2004).**

Pour s'affranchir de l'influence de la concentration, la concentration effective EC_{50} de l'antioxydant est déterminée, qui correspond à une réduction de 50% de l'activité du DPPH• dans le milieu réactionnel. La capacité antioxydant d'un composé est d'autant plus élevée que son IC_{50} est petite.

II.3.1.2. Évolution de l'activité antioxydante par le test de FRAP *(Ferric Reducing Antioxidant Power)*

La méthode FRAP développée par Benzie et Strain (1996) correspond à la réduction d'un complexe tripyridyltriazine ferrique [(Fe(III)-TPTZ)$_2$] en un complexe tripyridyltriazine ferreux [(Fe(II)-TPTZ)$_2$] par un antioxydant (AH), à un pH de 3,6 pour maintenir la solubilité du fer (Fig.7).

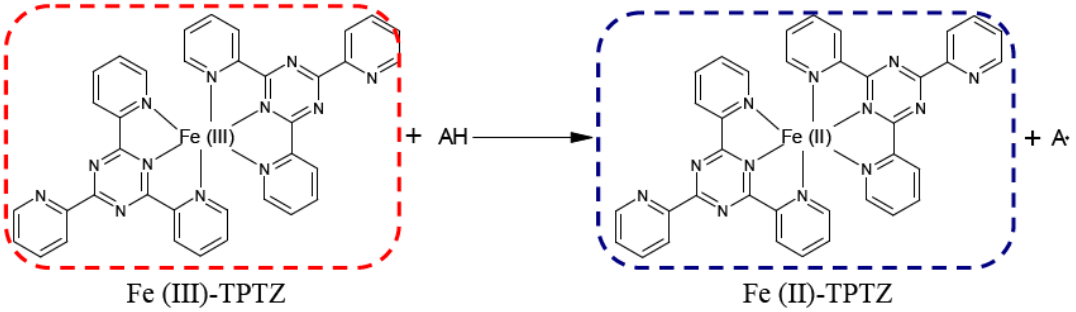

Figure 7 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP entre le complexe tripyridyltriazine ferrique Fe(III)-TPTZ et un antioxidant (AH)**(Michel, 2011)**.

Lors de la réduction du complexe ferrique en complexe ferreux une coloration bleue intense apparaît, ce qui permet de la quantifier par spectrophotométrie UV-Vis.

On prépare le réactif de FRAP par les mélanges suivants : 25 mL de tampon acétate (PH 3.6), 2.5 mL TPTZ (10 mmol) et 2.5 mL $FeCl_3$- $3H_2O$ (20 mmol) à 37°C.

150 µL d'extrait de différentes concentrations et 2850 µL de la solution du FRAP sont ajoutés. La lecture est réalisée après 30 min à 593 nm contre le blanc. La courbe d'étalonnage d'acide ascorbique à partir différentes concentrations (10-100 µmol/L) est utilisée pour calculer le potentiel d'antioxydant **(Hammoudi, 2015).**

II.3.2. Action des huiles essentielles sur l'enzyme α-amylase

Les enzymes sont largement utilisés dans l'industrie et ont des applications médicales importantes. Parmi les enzymes les plus largement utilisés sont les amylases **(Liu, 2020).** Cette enzyme est trouvée dans le jus pancréatique et la salive qui décompose les molécules d'amidon insolubles en molécules absorbables **(Kazeem, 2013).**

La plupart des α-amylases sont des métallo-enzymes, qui nécessitent des ions calcium (Ca2+) comme cofacteur de leur activité, de leur intégrité structurelle et de leur stabilité **(Karim et Husaini ,2018).**

La famille α-amylases est connue sous le nom de famille 13 des hydrolases de glycoside (GH). Tous les membres de la famille partagent une structure similaire composée de deux domaines principaux : I (C-terminus) et II (N-terminus).Ils sont des endo-hydrolases qui produisent de grands oligosaccharides comme produits de la dégradation de l'amidon due à la scission des liaisons α (1-4) internes **(Profiri *et al.*, 2020) ; (Karim et Husaini, 2018).**

Le présent travail consiste à étudier l'effet inhibiteur d'huile essentielle à partir de la partie aérienne de *Deverra scoparia* sur l'activité de 1'α-amylase d'*Aspergillus oryzae*, qui a été estimée d'après la méthode de Benfeld (1955).Dans cette expérience on utilise l'amidon comme substrat pour l'enzyme. L'acarbose est utilisé comme contrôle positif (référence) afin de comparer son activité vis-à-vis de l'α-amylase.

II.3.2.1. Réactif d'acide 3,5-dinitrosalicylique (DNSA)

Dans un Erlen Meyer, 1 g de DNSA est dispersé dans 40 ml d'eau distillée. A cette solution on ajoute 30 g de tartrate double de sodium et de potassium sous agitation. La solution obtenue est de couleur jaune opaque. L'addition de 20 ml d'une solution de NaOH 2N rend le réactif limpide avec une couleur orange. Le volume obtenu est ajusté à 100 ml avec de l'eau distillée. Le réactif obtenu est conservé à l'abri de la lumière et à +4°C.

II.3.2.2.Solution de l'α-amylase

L'enzyme utilisée est l'a-amylase d'*Aspergillus oryzae*(E.C.3.2.1.1) sous forme lyophilisée (Fluka), son activité spécifique est de 260 UI/mg avec un poids moléculaire de 51000 Da, conservée à +4°C. Un gramme (1 g) d'α-amylase est solubilisé dans 100 ml de solution tampon phosphate (0.02 M, pH 6). La solution obtenue contient une activité a-amylasique de 260 UI/ml.

II.3.2.3.Solutions de substrat

Le substrat utilisé est l'amidon. Une concentration d'amidon est préparée dans la solution tampon phosphate (0.02 M, pH 6) afin de réaliser les tests sur l'a-amylase. La concentration finale utilisée dans le milieu réactionnel est de 0.4 mg/ml.

II.3.2.4.Solutions d'acarbose

L'acarbose «Glucobay®50» fabriqué par Bayer est un pseudo-tétrasaccharide d'origine microbienne *(Actinoplanacea).*L'acarbose exerce ses effets au niveau de l'intestin, en inhibant certaines enzymes (α-glucosidase) impliquées dans la biodégradation des disaccharides, des oligosaccharides et des polysaccharides. Il en résulte un retard dose dépondant de la digestion de ces glucides. Par conséquent un ralentissement de la libération de glucose dans la circulation sanguine, ainsi l'acarbose diminue les fluctuations et surtout les pics postprandiaux de la glycémie **(Hermans, 1981 ; Wens *et al,* 2007).**

Les concentrations finales utilisées dans le milieu réactionnel sont : 0,062 ; 0.125 *;* 0,25 ; *0,5* et 1 mg/ml.

II.4. Analyse statistique

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne ± écartype. La méthode de régression linéaire à partir de la courbe [% inhibition = f (concentrations)] permet de calculer

les valeurs de IC50. Le test ACP permet de déterminer la matrice de corrélation entre les différents paramètres utilisés.

Le test ANOVA permet de faire des comparaisons et de la détermination des taux de signification. Les différences sont considérées statistiquement significatives au seuil de 0,05.

*$P \leq 0.05$ différence significative.

**$P \leq 0.01$ hautement significative.

***$P \leq 0.001$ très hautement significative.

$P \geq 0.05$ non significative.

Chapitre III

Résultats & Discussions

Dans cette étude, nous avons voulu voir l'activité biologique anti-amylasique et antioxydante des huiles essentielles de la partie aérienne de la plante *Deverra scoparia* Coss & Dur séchée par trois modes de séchage et l'effet de ce dernier sur la composition chimique de ces HEs. Puisque nous n'avons pas mené la première partie de récolte et séchage qui a été déjà réalisée en Février 2021, nous avons continué le travail de la deuxième partie de l'extraction d'HE pour les échantillons séchés par les méthodes conventionnelle et innovant, calculés leurs rendements, analyse de la composition chimique par GC/SM et étude de l'activité biologique.

III.1.Résultats

III.1.1. Taux d'humidité

Les méthodes adoptées dans notre processus de séchage sont le séchage conventionnel (air libre, au soleil) et innovant (micro-onde avec différentes puissances 264, 440 et 800 W), pour but de comparer les performances des deux procédures.

III.1.1.1. Séchage conventionnel

La figure 8, , montre l'évolution de la perte de masse en fonction du temps pour la méthode de séchage à l'air libre qu'elle a une forme décroissante.la vitesse de la perte de masse est caractérisé par une diminution progressive avec le temps, suivi par la suite d'une stabilisation, pour atteindre une valeur constante.

La courbe de l'évolution de taux d'humidité a une forme croissante en fonction du temps, La vitesse de la perte en eau est plus faible dans le début du processus et s'augmente progressivement et suivi par la suite d'une stabilisation. D'après les résultats obtenus :

Les deux courbes (Figures 8 et 9) de la méthode de séchage à l'air libre, montrent que dans la première heure de séchage, la masse reste la même qu'à celle de la plante fraiche, et 6,13% avec une perte de 19 g après 48 h. On a laissé la plante plus de temps pour mieux séché, alors qu'après 96 heures que la plante été mieux séchée avec une masse constante de 22 g et un taux d'humidité égale à 7,10% ce résultat dépend de la température ambiante, dans la première heure était 14°C et 21°C après 84h.

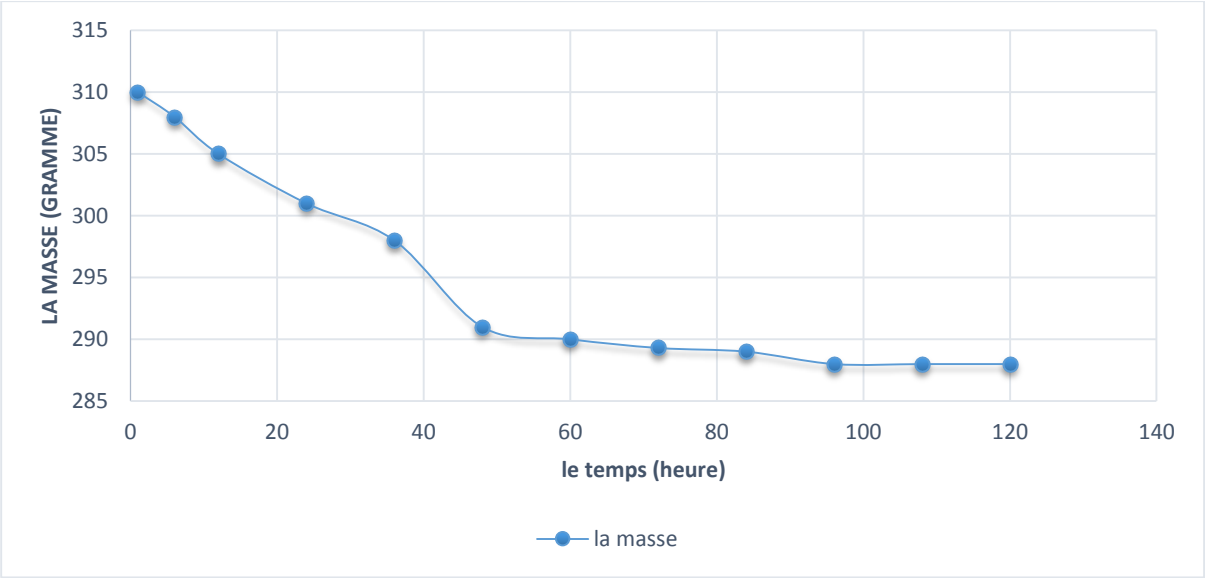

Figure 8 : Evolution de la perte de masse de *Deverra scoparia* Coss. & Dur en fonction du temps de séchage.

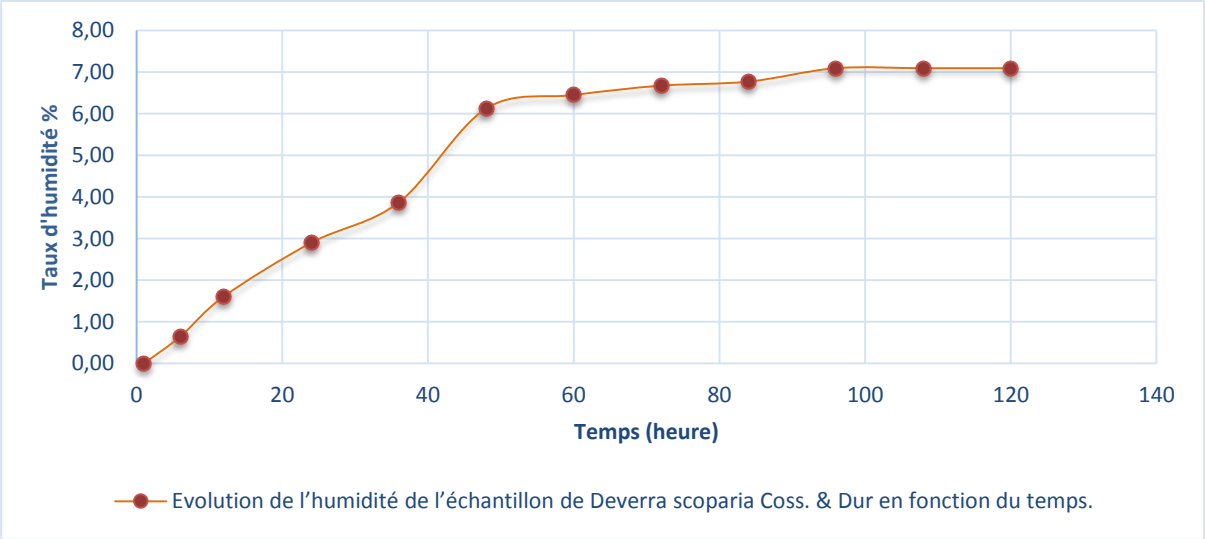

Figure 9 : Evolution de taux d'humidité de l'échantillon *de Deverra scoparia* Coss. & Dur. en fonction du temps.

III.1.1.2. Séchage innovant

Les cinétiques de séchage de la partie aérienne de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. par micro-onde, montrent que les pertes de poids sont en fonction des puissances de traitement. On a remarqué une diminution rapide jusqu'à 40 secondes suivi par une stabilisation du poids à la

puissance 800 W alors qu'une diminution lente à 264 W après 90 secondes suivi par une stabilisation du poids, les résultats obtenus sont représentés dans **la figure10.**

L'évolution du taux d'humidité est évoluée proportionnellement au temps du séchage selon la puissance utilisée. Pour la puissance 800W les pertes d'eau sont plus rapides que les autres puissances. Cette dernière donne un taux d'humidité égal à 19,85% avec perte de 26 g du poids, alors qu'une perte de 24 g à 17,02% pour 440W, et un taux d'humidité de 16,06% pour la puissance 264 W avec une perte du poids de 18 g.

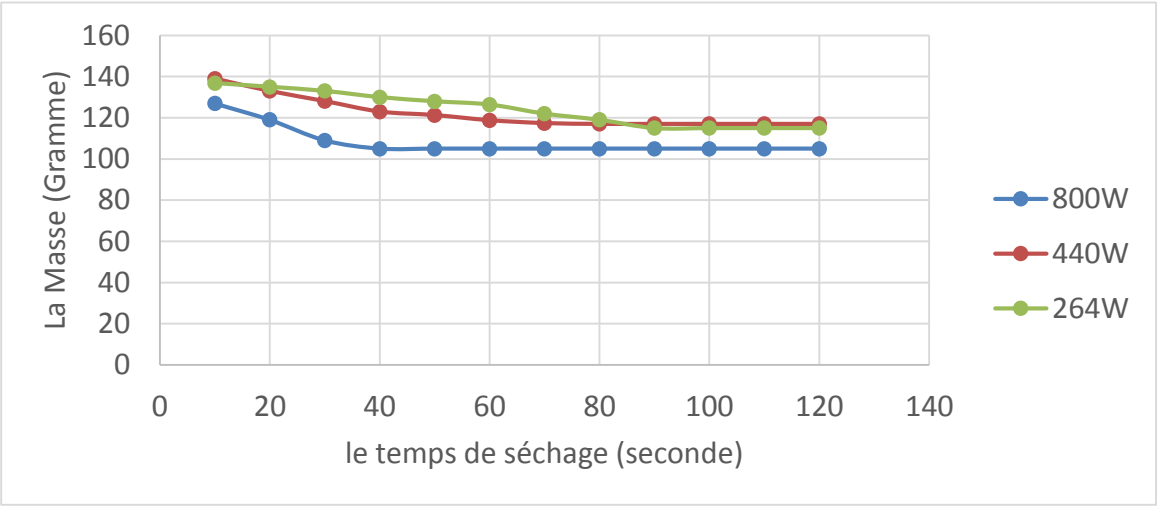

Figure 10 : Evolution de la masse des différents échantillons de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. séchées par micro-onde aux différentes puissances en fonction du temps.

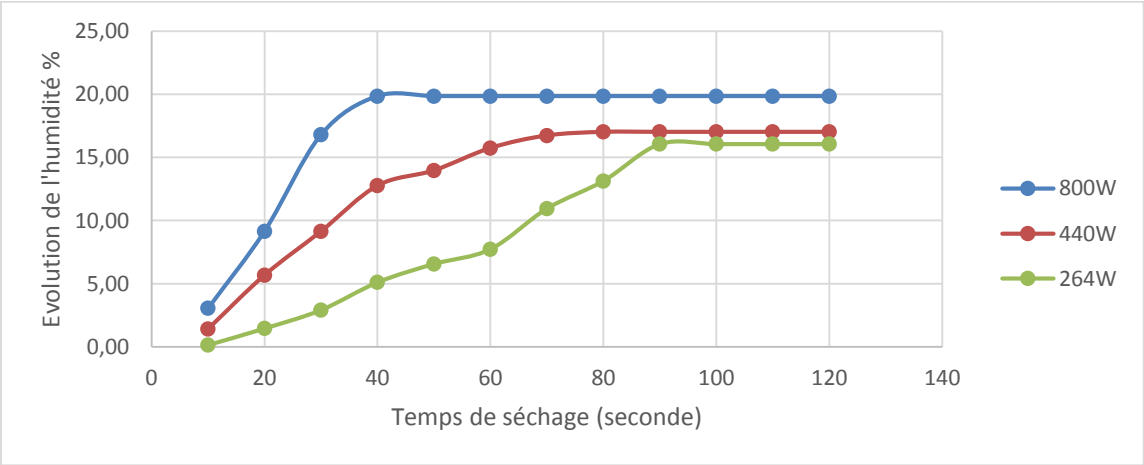

Figure 11 : Evolution de taux d'humidité des différents échantillons de *Deverra scoparia* Coss & Dur. séchées à la micro-onde aux puissances différentes en fonction du temps.

III.1.2. Extraction d'HE

L'huile essentielle a été extraite de la partie aérienne de *Deverra scoparia* Coss & Dur par hydrodistillation de type Clevenger. L'extraction par ce procédé a donné une huile de couleur jaune foncée avec une forte odeur caractéristique à un aspect visqueux pour l'HE extrait à partir la plante séchée au soleil. Les échantillons des micro-ondes sont de couleur jaune clair à un aspect liquide. On a remarqué que quelque gouttelette flottait sur la phase aqueuse, au même temps qu'une mince phase huileuse en bas de la phase aqueuse. Ceci peut s'expliquer par le fait que cette huile contient certains composés plus denses que l'eau et d'autres moins denses.

III.1.3. Rendement d'HE

Après séparation d'hydrolat, on a obtenu une huile nette, ce qui permet de calculer le rendement de l'extraction de *Deverra scoparia Coss.* & Dur., pour les cinq échantillons séchés. Les résultats sont illustrés dans l'histogramme ci-dessous **(Figure 12)** :

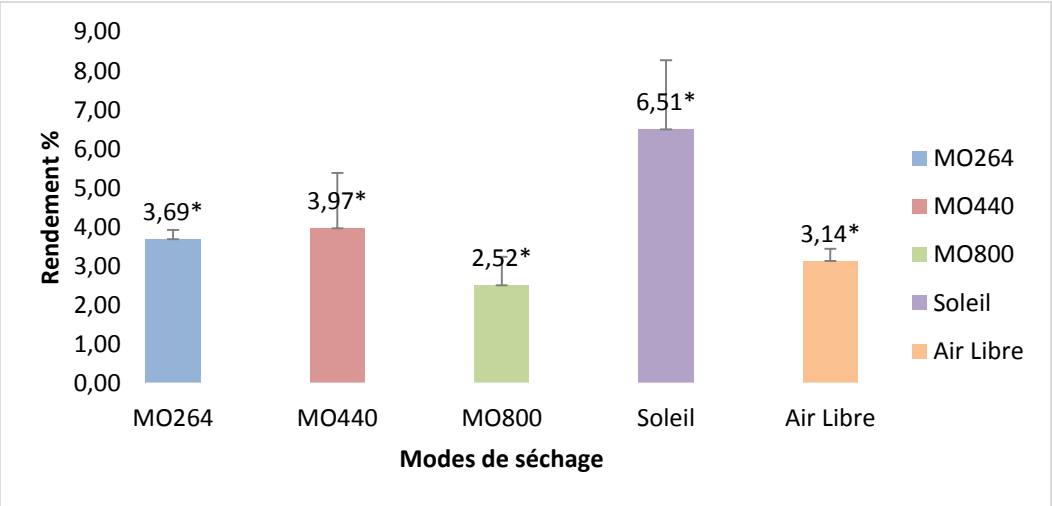

Figure 12 : Rendements des cinq extraits de *Deverra scoparia* Coss.& Dur.

Le rendement obtenu est exprimé en moyenne et en écart type des échantillons, pour chaque mode de séchage. Les valeurs des teneurs en huiles essentielles sont : 3,69 ± 0,24%, 3,97 ± 1,41%, 2,52 ± 0,73%, 6,51 ± 1,76% et 3,14 ± 0,31% pour les modes de séchage : Micro-ondes à 264W, 440W, 800W, Soleil et l'Air libre, respectivement. L'HE de l'échantillon séché au soleil est caractérisé par un rendement d'extraction plus élevé qu'à celle des autres échantillons.

Plusieurs études ont montré que la variabilité du rendement en huile essentielle est due à des facteurs intrinsèques (génétique, sous-espèces et âge de la plantation) ou à des facteurs extrinsèques comme le climat et les conditions de culture (origine géographique), ainsi que le mode, la durée de séchage et la méthode d'extraction **(Bousbia, 2011 ; Bourkhiss *et al.*, 2009).**

Le rendement en HE obtenue à partir de la partie aérienne de *Deverra scoparia* Coss. &Dur de la présente étude est relativement supérieur à ceux obtenus par **Malti *et al.*, (2018)** (0.68±0.24) qui a été récolté en mois de septembre et celle du rendement en HE de la plante récoltée de la même région en mois de mars 0.4% **(Ksouri *et al.*, 2017)**. **Hammoudi, 2015** a trouvée un rendement 0.55% de la même plante de la région de Tamanrasset récoltée au printemps.

D'autre étude a été mentionnée des rendements en huiles essentielles des parties aériennes de *Pituranthos tortuosus* Benth. (Egypte) obtenues par différentes méthodes d'extraction. Les valeurs obtenues en fonction du mode d'extraction étaient de 0,8% pour l'hydrodistillation, 0,6% par Lickens –Nickerson et 1,5% par l'extraction classique au n-pentane **(Abdallah et Ezzat, 2011)**.

L'augmentation de la concentration en huiles essentielles exprimée en poids de matière sèche pendant les premiers jours de séchage s'expliquerait par une activité physiologique (réactions enzymatiques) importante. La biosynthèse des huiles essentielles continue et s'accélère après la récolte du matériel végétal en réponse au stress hydrique. Sa diminution après sept et neuf jours respectivement de séchage solaire et à l'ombre serait due à la réduction ou l'arrêt de l'activité enzymatique causant la mort des cellules suite à une forte déshydratation **(Zrira, 1992 ; Elamrani *et al.*, 1997 ; Fedol *et al.*, 2015).**

Ces résultats indiquent que le type de séchage a un effet sur le rendement d'extraction qui peut s'expliquer par une variation dans la composition chimique d'HE.

III.1.4.Résultats d'analyse de l'HE par Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse (GC/SM)

Des injections des huiles essentielles de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur en chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CPG/SM) sont réalisées afin d'identifier les constituants des huiles, aussi bien les composés majoritaires que les minoritaires. Les chromatogrammes obtenus sont illustrés dans la **figure 13**. La composition chimique des différentes huiles essentielles montre sa richesse et variabilité selon le mode de

séchage utilisé. Certains composés sont apparus avec des pourcentages variés et d'autre sont disparus.

Tableau 1 représente lespourcentages des composés majoritaires identifiés de ces huiles essentielles extraites à partir des plantes séchées par différentes modes de séchage.13 composés majoritaires ont été identifiés dans le **Tableau 1**. Le D-Limonène et lemyristicine sont présents dans tous les échantillons des différents modes de séchage avec des pourcentages élevés. L'α-Pinène représente des pourcentages importants dans l'HE de l'échantillon séché par micro-onde à 800W (12,63%), soleil (11,98%) et l'air libre (12,83%) et des faibles pourcentages dans l'HE de l'échantillon séchée par micro-onde à 440W (8,36%) et 264W (9,10%). le 3-n-Butylphthalide est trouvé dans l'HE des échantillons séchés par micro-onde à 440W, 264W et l'air libre mais il est presque absent dans l'HE des échantillons séchés par micro-onde à 800W et au soleil. L'o-Cymene est présent avec des pourcentages moyens dans les échantillons séchés par : soleil, M.O à 264W, 440W, et l'air libre (6,77%, 6.89%,6.62%,7.06%) respectivement ; alors qu'il est présent avec des faibles pourcentages dans l'échontillon séché par M.O à 800W (1.44%).

Le D-Limonène (28.55%) est le composé majoritaire de HE obtenue de l'échantillon séché par micro-onde à 800W, le myristicine (19.21%) est le composé majoritaire pour l'HE de l'échantillon séché par micro-onde à 440 W et aussi pour l'HE de l'échantillon séché par micro-onde à 264 W (20.69%), soleil (19.49%) et air libre (18.82%).

D'après ces résultats on peut confirmer l'effet de séchage de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur.par soleil, l'air libre et par micro-onde à différentes puissances 264W, 440W, 800W, sur la composition chimique des HEs.

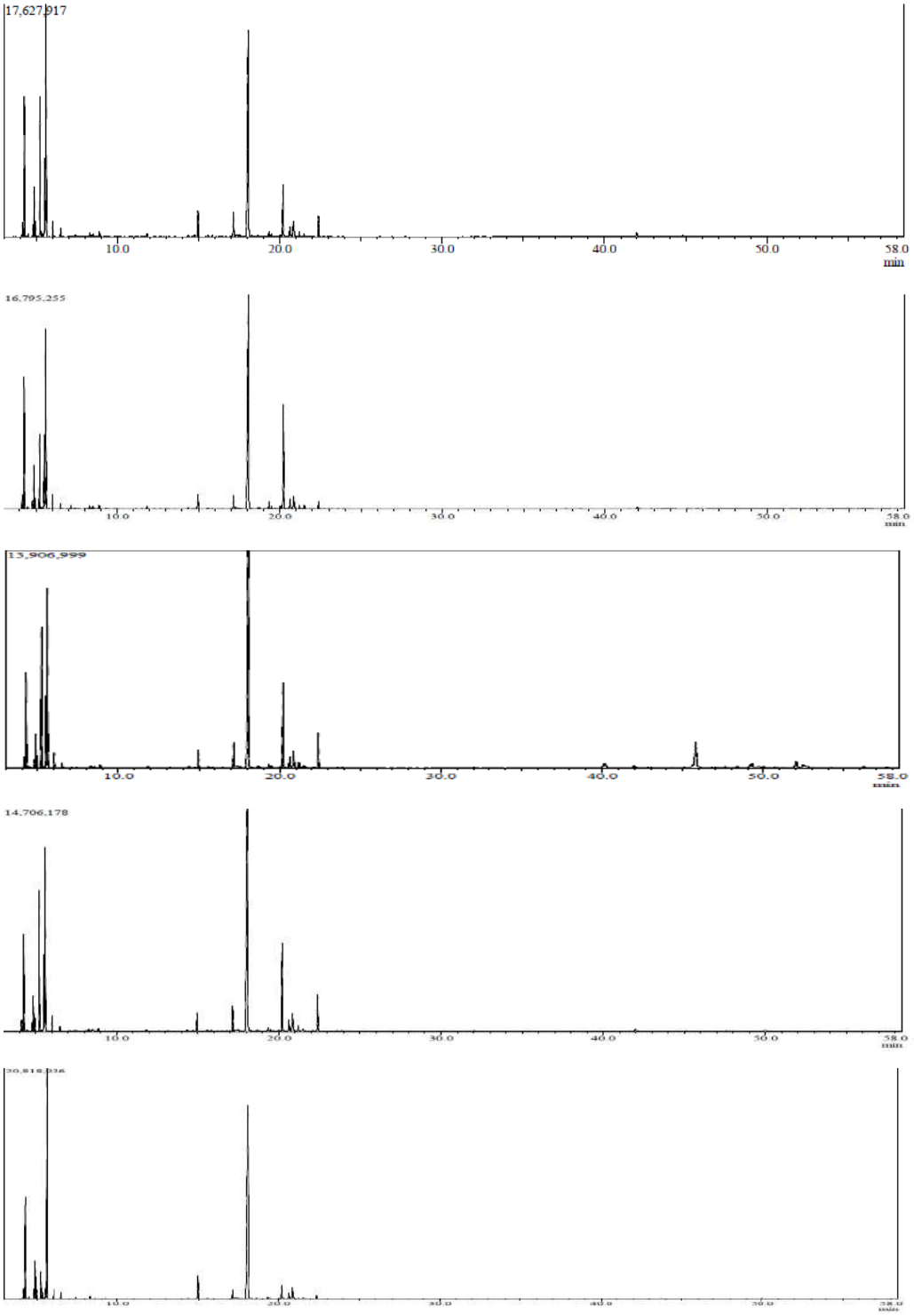

Figure 13 : Chromatogrammes des HEs des plantes séchées par différents modes :

(a) Air Libre, **(b)** Soleil, **(c)** M.O 264W, **(d)** M.O 440W, **(e)** M.O800W

Tableau 1 : Pourcentages des composés majoritaires des huiles essentielles issues par différentes modes de séchage.

Classe	**Nomenclature**	**Tr**	**Modes de séchage**				
			M.O 800W (%)	**M.O 440W(%)**	**M.O 264W (%)**	**Soleil (%)**	**Air libre (%)**
Monoterpène hydrocarboné	**α-Thujène**	4,15	1,26	1,03	1,08	1,32	1,32
	α-Pinène	4,27-4,28	**12,63**	8,36	9,1	**11,98**	**12,83**
	β-Thujène	4,79	1,21	0,80	0,83	0,80	1,05
	β-Pinène	4,87-4,88	4,71	3,11	3,24	3,98	4,58
	β-Myrcène	4,96	1,06	1,15	1,22	1,03	1,39
	α-phellandrene	5,23	3,37	**12,20**	**13,42**	6,79	**12,79**
	o-Cymene	5,51	1,44	6,62	6,89	6,77	7,06
	D-Limonène	5,59	**28,55**	**15,86**	**17,17**	**16,38**	**21,27**
	γ-Terpinène	6,02	1,10	1,39	1,46	1,36	1,38
Monoterpène oxygéné	**Methyleugenol**	14,96	2,83	1,59	1,70	1,34	2,33
	Myristicine	18,04-18,07	**23,98**	**19,21**	**20,69**	**19,49**	**18,82**
	Apiol	20,19-20,2	1,68	7,66	8,12	9,45	4,64
	3-n-Butylphthalide	22,3	0,38	3,21	3,33	0,70	1,84

Plusieurs études ont été réalisées sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Deverra scorparia* obtenue par hydrodistillation des parties aériennes (tiges, fleurs et graines) récoltées en Algérie (**Vérité *et al.*, 2004** ; **Hammoudi, 2015** ; **Malti, 2019**).

Vérité *et al.*, (2004) trouvent que la plante de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. récoltée en Avril 2001 de région de Ghardaia et séchée uniquement à l'ombre contient les composés

d'HE, qui représentent respectivement 89,7 % et 95,7 % de l'huile totale pour les graines et les tiges. La composition de chaque huile est dominée par les monoterpènes (44,9% et 40,5% pour les huiles de graines et de tiges, respectivement). Parmi les monoterpènes, les hydrocarbures sont principalement représentés (89,9 % (graines) et 93,1 % (tiges) des monoterpènes totaux). Le limonène des HEs des gaines est 11,2 % et des tiges est 9,8 % et le α-pinène (8,2 % (gaines) et 6,8 %(tiges)) étaient les principaux hydrocarbures monoterpènes. Les dérivés aromatiques des monoterpènes sont beaucoup plus importants dans l'huile de semence (6,6 %) que dans l'huile de tige (0,9 %). Pour l'huile de graines, le thymol représente 89,5 % de cette famille chimique.Ces résultats confirment que le séchage à l'air libre que nous avons réalisée a le même effet que le séchage à l'ombre sur la composition chimique d'HE de de *Deverra scoparia* Coss. & Dur.

Selon **Hammoudi (2015**), l'huile essentielle obtenue à partir des parties aériennes de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur.,de la région de Tamanrasset, 22 produits ont pu être identifiés qui sont constituées principalement de : L-α-bornyl acétate (31.99%), l'α-pinène (12.05%), le (+)-Epi-bicyclosesquiphellandrène (8.41%) et l'eremophelène (8.15%). Notons que les principaux composés observés dans cette essence sont les monoterpènes oxygénés (32.52%) suivis par les sesquiterpènes hydrocarbonés (29.25%), les monoterpènes hydrocarbonés (18.11%) et enfin les sesquiterpènes oxygénés (7.19%). Ce qui explique que la composition de l'huile essentielle de *Deverra scoparia* Coss. & Dur., est dépend également de son stade de croissance ainsi que la nature du sol, des conditions de culture et des facteurs bioclimatiques et édaphiques.

Dans une autre étude du même genre et autre espèce, quarante-quatre constituants ont été identifiés dans l'HE de *P. chloranthus*. Les principaux constituants sont : 1-R-α-pinène (18.63%), p-Cymène (14.69), α-Thujène (9.77%), 3-carène (8.83%),β-Thujène (5,95%), cis-4-Thujanol (5,71%), trans-3-Caren-2-ol (3,70%) **(Dridi, 2018).**

Ce dernier résultat montre que la variabilité de la composition chimique des huiles essentielles dépend de la biodiversité des espèces.

Zrira *et al,*. (1991) ont trouvé que le séchage à l'air libre et au soleil n'affecte pas significativement la composition chimique des huiles essentielles de la planted'*Eucalyptus camaldulensis* du Maroc. Par contre, **Silou *et al.*, (2002) et Roger *et al.*, (2007)**, ont rapporté que le séchage a nettement influencé la composition chimique des huiles essentielles des feuilles d'*Eucalyptus citriodora* et les feuilles d'*Ocimum* basilicum L. surtout les composés majoritaires.

D'après les résultats de **Mechlouch *et al.*, 2013,** qui a remarqué une légère augmentation de la teneur en composés phénoliques au cours du séchage solaire à l'air libre.

La figure 14 suivante présente quelques composés majoritaires des huiles essentielles de plante *Deverra scoparia* sont : des monoterpènes hydrocarbonés, des composés dérivés de phénylpropane et autres composés oxygénés.

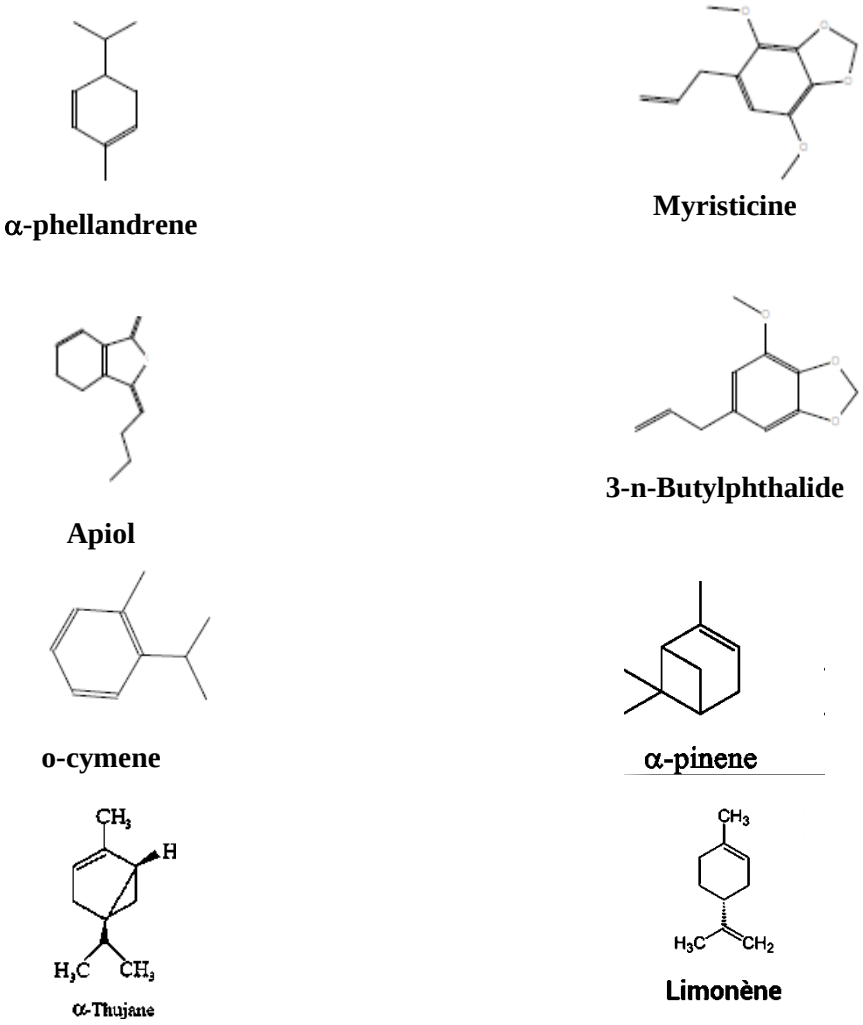

Figure 14 : Structure chimique de quelques composés majoritaires des huiles essentielles de plantes *Deverra scoparia* Coss. & Dur.

La composition chimique des huiles essentielles est influencée par plusieurs facteurs de variabilité, facteurs externes et internes à la plante. Elle peut être variée suivant l'origine géographique, les conditions de croissance (climatique), l'organe utilisé, le stade de croissance, la saison et le temps de la récolte, l'état de la plante (sèche ou fraiche), les particularités génétiques, … etc **(Masotti *et al.*, 2003; Hashemabadi *et al.*, 2010; Ben Marzoug *et al.*, 2011; Mileski *et al.*, 2014).**

III.1.5. Activités biologiques

III.1.5.1. Résultats de l'activité antioxydante

La mise en évidence du pouvoir antioxydant des huiles essentielles de *Deverra scoparia* Coss. &Dur. a été réalisée par le biais de deux méthodes chimiques (le piégeage du radical libre DPPH•, et la réduction de FRAP).

III.1.5.1.1. Test de DPPH•

Les profils d'activité anti-radicalaire obtenus révèlent que les HEs de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. possèdent une activité anti radicalaire.

D'après les résultats de pourcentage d'inhibition d'HE pure (**Figure 15**), on a trouvé que les échantillons de l'air libre, soleil et micro-onde à 264 W ont une capacité inhibitrice plus élevée que les deux échantillons séchés par micro-onde à 440 W et à 800 W. Les valeurs de moyenne de pourcentage d'inhibition des échantillons d'HE pure sont : 51,72 ± 0,04 ; 50,49 ± 0,21 ; 49,55 ± 0,03 ; 25,14 ± 0,01 ; 9,71± 0,08 ; pour les modes de séchage : l'Air libre ; Micro-ondes à 264W ; Soleil ; 440W ; 800W ; respectivement. Ce qui nous avons permis de diluer les trois premiers échantillons.

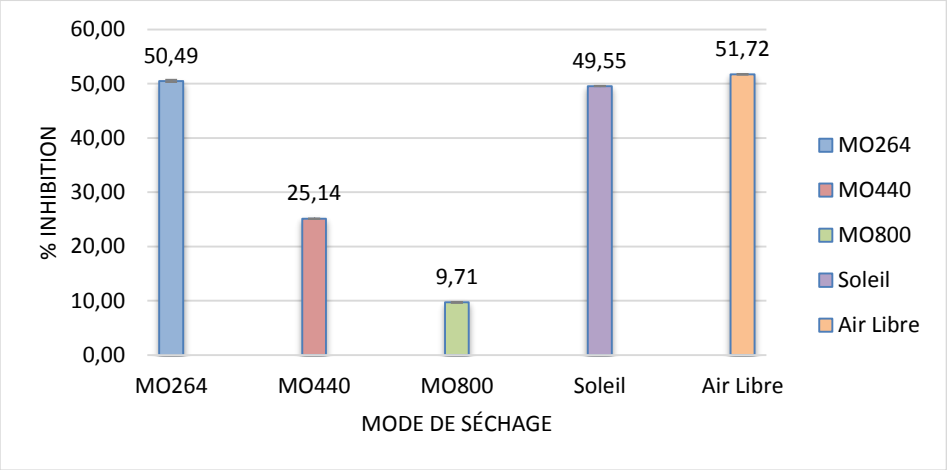

Figure 15 : Activité antioxydant des différents échantillons pour HE pur par test DPPH

L'augmentation de la concentration des HEs a fait augmenter le pourcentage d'inhibition. Les résultats sont montrés dans la figure 16.

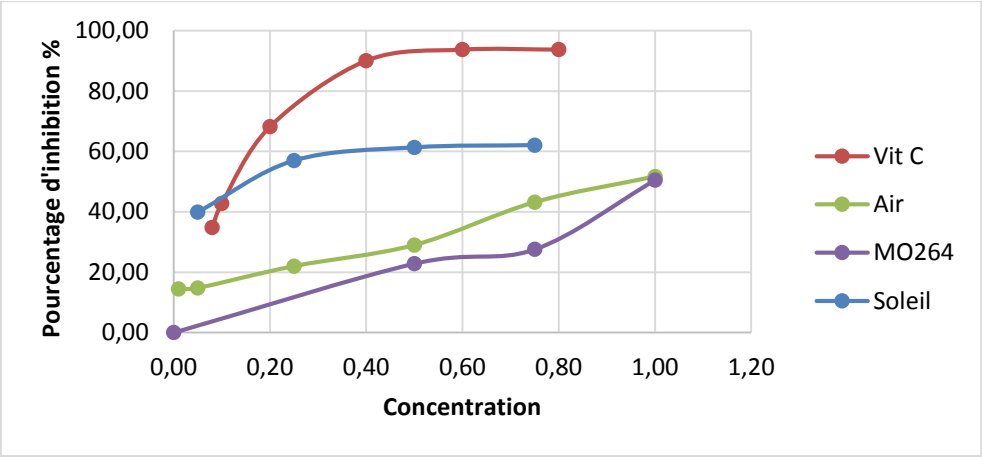

Figure 16 : Variation de pourcentage d'inhibition (%) en fonction des différentes concentrations d'HE de *Deverrascoparia* Coss. & Dur. et l'acide ascorbique.

Les valeurs d'IC_{50} (mg/ml) des échantillons d'huile essentielle ont été déterminées à partir d'un modèle de régression linéaire, et l'acide ascorbique a été utilisé comme standard. Les résultats sont illustrés dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Valeurs des IC50 (mg/ml) des échantillons d'huiles essentielles dilués et l'acide ascorbique testés par DPPH.

Mode De Séchage	M.O 264 W	Soleil	Air Libre	Acide Ascorbique
Valeurs d'IC50 (mg/ml)* **	0,76 ± 0.14	0.21 ± 0.14	0,97 ± 0.04	0,11 ± 0.02

La capacité antioxydant des huiles essentielles des plantes étudiées a été déterminée puis comparée à l'activité d'un composé de référence, l'acide ascorbique (Vitamine C). Les résultats obtenus, exprimés en termes de concentration inhibitrice de 50% des radicaux (IC_{50}), ont montré que l'HE de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. est dotée d'un pouvoir antioxydant plus faible **(**0,76±0.14mg/ml ; 0.21±0.14mg/ml ; 0,97±0.04mg/ml) que celui de l'acide ascorbique dont l'IC_{50} est en moyenne de 0,11±0.02 mg/ml **(Figure 16).**

Comme prévu, plus l'IC50 est faible, plus le pourcentage d'inhibition des radicaux DPPH des échantillons est élevé. On a également signalé que l'activité antioxydante était concomitante au développement du pouvoir réducteur **(Wong *et al.*, 2006).** La capacité de réduction des échantillons, comme l'activité de balayage de DPPH, la puissance de réduction a augmenté de manière dose-dépendante **(Fabri *et al.*, 2009).**

Les résultats semblent que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour l'acide ascorbique ou pour l'huile essentielle de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. L'effet d'inhibition du radical libre pour l'huile essentielle est inférieur avec un IC50 de 0.21±4,7911 mg/ml (échantillon au soleil) à celui de l'acide ascorbique (0.11 ±1 mg/ml) et pour toutes les concentrations utilisées. L'IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande. Ceci est confirmé également par rapport aux résultats cités dans les travaux sur le même genre et d'autres espèces, indiquent que l'activité antioxydante et l'activité de piégeage du radical DPPH de l'huile essentielle de *P. chloranthus* peuvent être attribuées à la présence de quelques composés qui sont responsables de l'activité antioxydante**.** Ces composés sont considérés comme étant les composants majoritaires de l'huile essentielle de *P. chloranthus* et la plupart appartiennent au groupe des monoterpènes **(Ricci *et al.*, 2005 ; Yangui *et al.*, 2009** ; **Neffati *et al.*, 2009).**

D'une part, l'activité antioxydante des essences de la famille Apiaceae étudiées par la méthode de piégeage des radicaux libres (DPPH) a montré que l'HE des graines de coriandre a un effet antioxydant important par rapport à celles du fenouil et du persil, et comparable à celui obtenu par l'acide ascorbique avec un pourcentage d'inhibition de l'ordre de 85% pour les fortes doses **(Ouis, 2015).**

D'autre part, plusieurs travaux sur l'activité ant-iradicalaire des HEs des plantes aromatiques et médicinales ont montré que ces propriétés ont une relation direct avec leur composition chimique **(Bouzouita *et al.*, 2008)**.

En effet, l'activité antioxydante des huiles essentielles testées peut être liée aux composants prédominants, principalement les monoterpènes. Ces derniers ont des propriétés antioxydantes importantes. En général, les huiles essentielles riches en composés oxygénés ont une activité anti-radicalaire plus prononcée que celles à terpènes **(Hammoudi, 2015).**

La différence entre l'activité des HEs est très hautement significatives ($P < 0.0001$).

III.1.5.1.2. Test du FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power)

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. Le pouvoir réducteur des échantillons d'huiles essentielles a été mesuré par la méthode FRAP, en utilisant du tripyridyltriazine (TPTZ), tel que décrit par **Benzie et Strain (1996) ; (Sifi, 2016)**

Dans ce présent travail, nous avons testé le pouvoir réducteur des ions FeIII/TPTZ en FeII/TPTZ par les HEs de la partie aérienne de *Deverra scoparia Coss & Dur*. La droite d'étalonnage du $FeSO_4$ effectuée pour cette méthode est représentée dans la **figure 17**. Cette dernière exprime le pourcentage d'inhibition du $FeSO_4$ en fonction des différentes concentrations. Les valeurs enregistrées par les HEs ont été comparées avec l'équation linéaire du $FeSO_4$ (2 mM).

La figure 18 montre que l'huile essentielle de l'échantillon séchée par le soleil est plus efficace que celle des autres échantillons et de l'acide ascorbique.

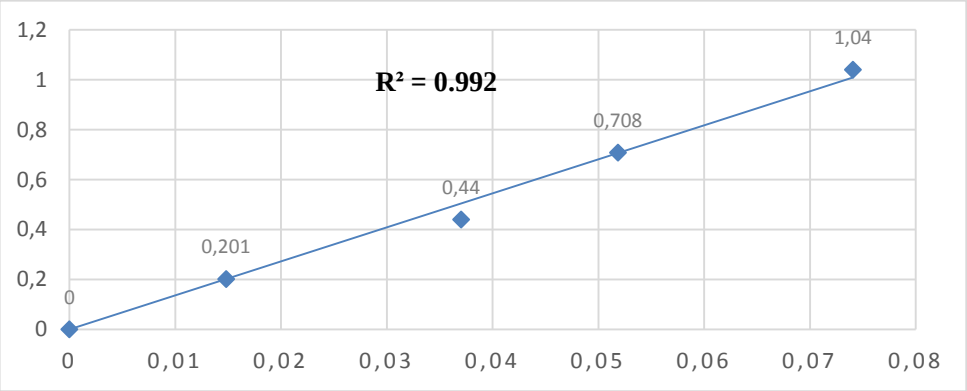

Figure 17 : Courbe d'étalonnage de la solution de $FeSO_4$

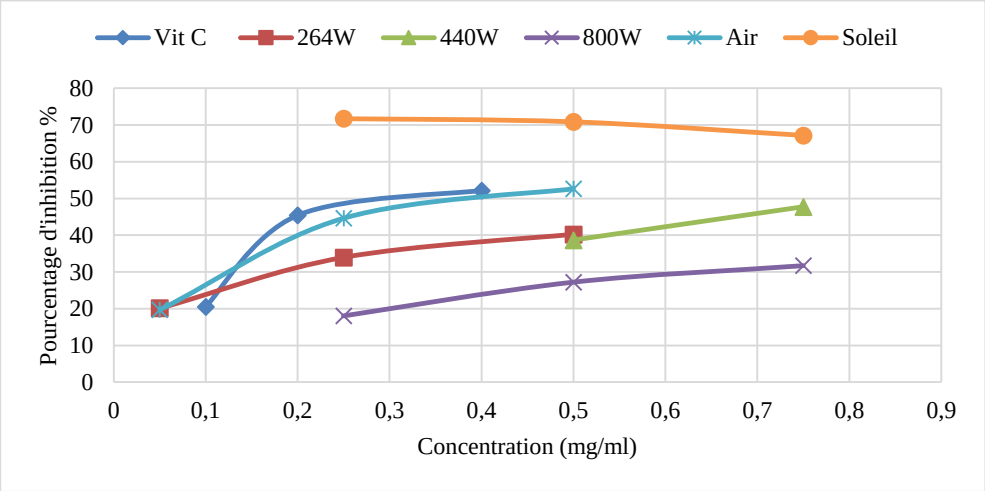

Figure 18 : Courbe représentant le pourcentage d'inhibition des huiles essentielles et des standards par le test FRAP

D'après **Noui (2018)**, l'analyse de l'activité antioxydante des extraits de la plante *Daucus muricatus* appartient de la famille des Apiaceae récoltée de la région djbel el Meghres (Wilaya de Setif) montre que notre HE de *Deverra scoparia* Coss & Dur est plus efficace dans la réduction que celui de *Daucus muricatus* qui n'a aucun effet chélateur du Fer ferreux avec les concentrations utilisées.

Hamia *et al.* (2013) ont étudié le pouvoir réducteur de l'huile essentielle des fleurs de *Rhanterium adpressum* (Asteraceae) récoltée de Zelfana (Ghardaïa, Algérie). Ils ont montré que la capacité antioxydante exprimée en Trolox équivalant (TEAC mg/ml) est de 0.5 ± 0.01mg/mL qui est très faible que celle de *Deverra scoparia* Coss. & Dur.

Autre étude a été réalisée par **Peerakam *et al.* (2014)** sur les HEs de la partie aérienne d'*Anethumgraveolens* L. et *Trachyspermum roxburghianum* (DC.) Craib proviennent de la famille des Apiaceae de la Thaïlande, indique que l'HE de *T. roxburghinum* a donné un pouvoir réducteur inférieur à celui de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. Cette variation en activité antioxydante est due principalement à la variabilité phytochimique des espèces végétales (**Oyedeji *et al.*, 2011).**

Les composés oxygénées comme le cymène agissent également comme des antioxydants (piégeur de radicaux libres, agent peroxydant anti-lipide, etc.).

Par ailleurs, ce n'est pas uniquement les composés majoritaires des huiles essentielles qui sont responsables de cette activité antioxydante, mais il peut y avoir aussi d'autres composés minoritaires qui peuvent interagir d'une façon synergique ou antagoniste pour créer un système efficace vis-à-vis des radicaux libres **(Miguel, 2010).**

Les résultats statistiques ont été exprimés en moyenne ± écartype des pourcentages d'inhibition ont montré que la corrélation entre les deux tests de l'activité antioxydant (DPPH et FRAP) pour les différentes échantillons est négative (Annexe). La différence entre l'activité des HEs est très hautement significatives ($P < 0.0001$).

III.1.5.2. Action d'HE de *Deverra scoparia* Coss. & Dur sur l'α amylase

Cinq extraits préparés à partir de la plante *Deverra scoparia* Coss. &Dur. ont été testés dans le test d'inhibition de l'amylase pour détecter l'activité, qui pourrait être extrapolée pour détecter un effet antidiabétique potentiel.

Les résultats obtenus montrent que l'HE a des pourcentages d'inhibition à concentration 0.06 mg/ml des extraits des échantillons (Micro-ondes à 264W ,440W, 800W, Soleil et l'air libre), sont 62,8%, 75,04%, 82,62%, 47,78% et 58,93% respectivement. Ces résultats affichés par chaque extrait d'HE de différentes modes de séchage en comparaison d'un témoin positif (Acarbose) montrent que notre HE a un effet inhibiteur plus efficace que l'Acarbose qui inhibe l'enzyme avec un pourcentage égal à 43.96%. (**Figure 19)**.

D'après ces résultats, l'HE de *Deverra scoparia* Coss. & Dur a un effet inhibiteur sur l'α-amylase avec une inhibition de 82.62% qui correspond à l'HE de l'échantillon de 800W. L'essai a montré que l'extrait contient les composés inhibiteurs de l'amylase étant donné que moins d'amidon a été converti en maltose.

Le tableau 3 indique les valeurs d'IC50 (mg/ml) des échantillons d'huile essentielle été déterminées à partir d'un modèle de régression linéaire, et l'acarbose a été utilisé comme standard. D'après le tableau les HEs de la plante étudiée possèdent un effet inhibiteur plus efficace que l'Acarbose, en exception l'HE de l'échantillon séché par micro-onde 800 W. Plus l'IC50 est faible, plus le pourcentage d'inhibition de α-amylase est élevé. Donc l'HE de l'échantillon séché par micro-onde 264 W possède l'activité la plus puissante avec IC50 de 0.007±0,14 mg/ml.

Tableau 3 : Valeurs des IC50 (mg/ml) des échantillons d'huiles essentielles et l'acarbose.

Modes de séchage	M.O 264W	M.O 440W	M.O 800W	Soleil	Air libre	Acarbose
Valeurs d'IC50±ecartype (mg/ml)* **	0.007±0,14	0.032±0,13	0.179±0,06	0,06±0,007	0,05±0	0.088±0,01

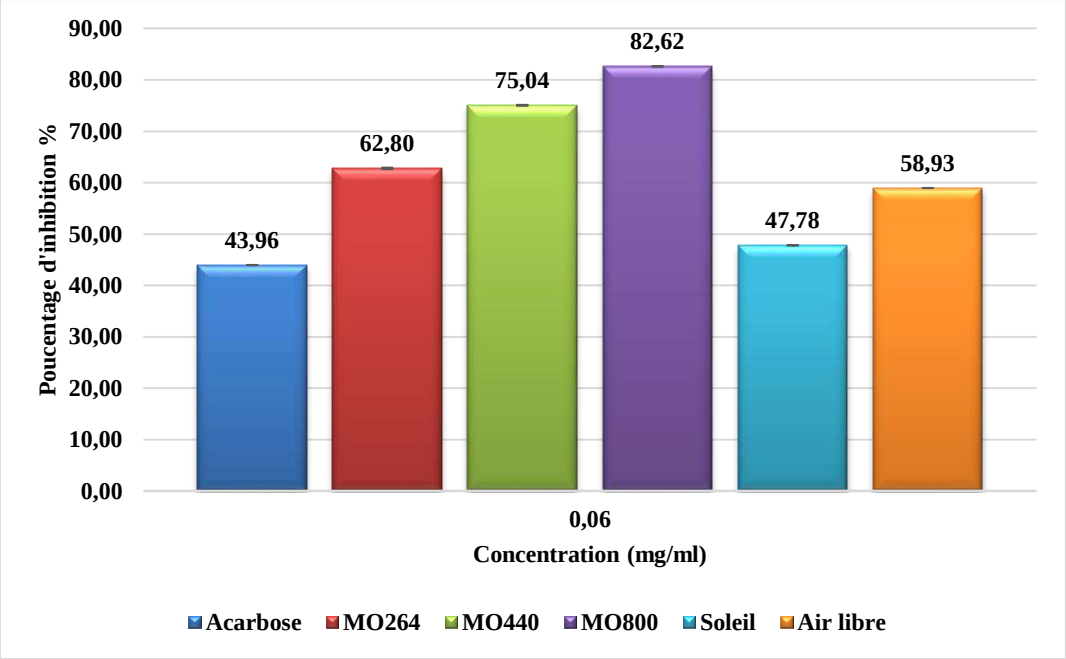

Figure 19 : Variation de pourcentage d'inhibition (%) en fonction d'une seule concentration (mg/ml) d'HE de *Deverrascoparia*Coss, &Dur. des différents échantillons et l'acarbose.

La phytothérapie antidiabétique connait à ce jour un développement important du fait de la découverte de plus en plus d'extraits de plantes efficaces dont un effet antidiabétique. De nombreuses familles des plantes ont démontré leur efficacité hypoglycémiante, les plus importantes parmi les elles la famille des Apiaceae, les extraits des plantes sont une pratique courante en médecine traductionnelle africaine **(Jaykar *et al.*, 2003).**

A cause du manque des études sur l'activité antidiabétique des HEs nous allons citer quelques extraits ayant cette activité :

Par comparaison avec les résultats obtenus par **Telli, 2017,** l'extrait aqueux (4000 µg/ml) d'*Amodaucusleucotrichus* de la famille des Apiaceae obtenu par infusion a un pouvoir inhibiteur (80.80±7.90%) de α-amylase plus élevé à celui de l'activité de toutes les échontillons d'HE de *Deverra scoparia* Coss.& Dur. utilisés (micro-onde à 2664Wet à 440W, au soleil et l'air libre) sauf que l'échantillon séché par micro-onde à 800W qui possède un pouvoire d'ihibition égal à **(**82.62±0.09%). Par contre, le mème extrait obtenu par décoction et par maceration acide ont des pouvoirs inhibiteurs (68.87 ± 6.87%) et (58.89 ± 5.59%) respectivemment inferieurs à celui de *Deverra scoparia* Coss.& Dur**.** L'action inhibitrice des differents extraits d' *Anvillea radiata*, apparait que les extraits aqueux préparés par décoction et infusion présentent les effets inhibiteurs plus important que celui de*Deverra scoparia* Coss.&

Dur.avec des pourcentages d'inhibition (88.89 ± 9.06) et (76.98 ± 7.23) . D'autres extraits (maceration acide et maceration d'hexane) inhibe l'α-amylase avec des pourcentages inférieurs à ceux de notre HE. Ces pourcentages sont (50.33 ±4.69, 56.67± 4.28 et 53.33± 5.4) respectivement. L'acarbose utilisé comme un standard inhibe 100% l'α-amylase donc elle est efficace plus que l'extrait alors que l'HE de *Deverrascoparia*Coss.& Dur. à concentratuion (0.06mg/ml) inhibe plus que la molécule de l'acarbose, ce qui montre notre HE est plus efficace pour l'inhibition de l'enzyme α-amylase.

Cette activité inhibitrice de l'HE de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. pourrait être due à la présence des terpènoïdestel que les monoterpènes. Ces composés sont considérés comme des produits bioactifs contre l'hyperglycémie **(Sales *et al.*, 2012).**

Les inhibiteurs d'enzyme peuvent agir selon des mécanismes varies, soit avec l'enzyme (compétitive avec le substrat ou incompétitive), soit avec le complexe enzyme-substrat (non compétitive), soit avec le substrat lui-même **(Weinman *et al.*, 2004).**

L'activité enzymatique peut être affectée de façon spécifique par de nombreux agents chimiques et les drogues tels que l'acarbose qu'il peut ainsi se lier aux sites de l'α-amylase, inhiber puissamment, de façon compétitive et dose-dépendante **(Scheen *et al.*, 2002).** Certains plantes ont une activité inhibitrice enzymatique inclue les composés polyphénoliques **(Tundis *et al.*, 2010),** α-pinène**(Sahin et Candan, 2010)**.

La nature du sol et les rayons solaires exercent une influence directe sur l'activation ou l'inactivation de certains enzymes, entrainant à la prédominance d'une voie particulière de la biosynthèse **(Bouchekrit, 2018).**

Les résultats statistiques à un seul facteur (ANOVA). La valeur du P <0.0001 a été considérée comme statistiquement hautement significative. Ces résultats montrent aussi que la corrélation entre le test FRAP et α-amylase est positive, par contre, entre le test DPPH et α-amylase la corrélation est négative (Annexe).

En effet, la grande variabilité du mode de séchage, le temps et la région de récolte et la partie de la plante utilisée sont des paramètres affectant la composition chimique et donc l'activité des HEs.

CONCLUSION

Le présent travail a visé l'extraction et l'évaluation de l'activité antioxydante et antidiabétique, ainsi que l'influence du séchage sur la composition chimique des huiles essentielles de l'espèce *Deverra scoparia* (Apiaceae) du Sahara algérien.

Nos travaux expérimentaux nous ont permis tout d'abord de déterminer la variation du taux d'humidité en fonction du temps, l'effet de séchage sur le rendement, la composition chimique et l'action d'HE sur l'enzyme α-amylase et sur les radicaux libres (activité antioxydante). Ce travail a permis d'aboutir aux résultats suivants :

Les parties aériennes de *Deverra scoparia* Coss.& Dur**.** ont été récoltées à Ghardaïa (Oued Metlili) et séchées par différentes méthodes, conventionnel (à l'air libre et au soleil) et par micro-ondes, qui ont révélé un taux d'humidité égal à 7.10% pour la plante séchée à l'air libre. Pour les plantes séchées par micro-onde avec les puissances 264 W, 440 W et 800 W ont les taux d'humidités égaux à 16.06%, 17.02%, 19.85% respectivement.

L'extraction par hydrodistillation a permet de donner un rendement de 3,14 ± 0,31% pour l'échantillon séché à l'air libre, 6,51 ± 1,76% pour l'échantillon séché au soleil et de 3,69 ± 0,24%; 3,97 ± 1,41%; 2,52 ± 0,73%, pour les échantillons séchées par micro-ondes avec les puissances 264 W, 440 W et 800 W respectivement. Ces résultats indiquent que le type de séchage a un effet sur le rendement d'extraction qui peut s'expliquer par une variation dans la composition chimique d'HE.

La détermination de la composition chimique de l'huile essentielle a été étudiée par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/MS). On a remarqué que la composition de cette huile essentielle est dominée par les monoterpènes (α-pinène, limonène, α-phellendrene, Myristicine,…etc.) avec des pourcentages variés en fonction de la méthode de séchage utilisée. Cette variation en constituants majoritaires peut jouer un rôle dans les activités biologiques de ces HEs.

L'étude des activités biologiques, y compris l'activité antioxydante et antidiabétique a révélé que les différents échantillons d'HE de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur. ont un effet inhibiteur à la fois sur les radicaux libres et sur α-amylase.

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée *in vitro* via différents tests : le test de l'activité antiradicalaire (DPPH) et du pouvoir réducteur (FRAP). L'évaluation de l'activité antioxydante d'HE des différents échantillons a montré que l'HE de l'échantillon séché au soleil présent l'activité antioxydante la plus importante dans le test de piégeage du radical libre DPPH dont la concentration inhibitrice à 50% (IC_{50}) est de 0.21± 0.14 mg/ml, mais elle est faible par

rapport à standard utilisé (acide ascorbique). Contrairement dans le cas de test de FRAP, cette huile a une forte activité qui dépasse celle de l'acide ascorbique.

Les résultats de l'activité anti-enzymatique *in vitro* des HEs extraites montrent que l'HE de l'échantillon séché par micro-onde 264 W possède l'activité la plus puissante avec IC50 de 0.007±0,14 mg/ml. D'après les littératures, le α-pinène et les limonènes seraient des inhibiteurs modérés de la α-amylase.

Puisque, cette plante est traditionnellement connue par leur effet thérapeutique contre de nombreuses maladies, grâce à la présence des principes actifs, il est souhaitable pour augmenter la valeur de cette plante dans le domaine biomédical. Enfin, nos résultats indiquent que les HEs étudiées peuvent être considérées comme agents conservateurs promoteurs pour l'industrie agroalimentaire ou utilisées pour traiter des maladies.

Cette étude laisse entrevoir des perspectives d'application dans les domaines de l'industrie alimentaire, cosmétique et pharmaceutique. Les résultats obtenus pourraient contribuer à la valorisation de ces plantes aromatiques et médicinales algériennes.

En perspectives, il serait intéressant de compléter de nouvelles études sur :

- La variation de rendement d'huile essentielle en fonction du temps du séchage et d'autres modes du séchage.
- Identification de la composition chimique des HEs.
- La toxicité de ceux-ci sur différentes lignées cellulaires (*in vitro*) et sur des modèles utilisant les animaux (*in vivo*) afin de déterminer les doses thérapeutiques.

Liste des références

- Abdallah H.M., Ezzat S.M., 2011, Effect of the method of preparation on the composition and cytotoxic activity of the essential oil of *Pituranthos tortuosus*. *Z. Naturforsch. C.*, 66: 143-148.
- Amarti F., 2009, Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*14(1), 141-148
- Asadi S, Ahmadiani A, Esmaeili Ma, Sonboli A, Ansari N, Khodagholi F. 2010.- In vitro antioxidant activities and an investigation of neuroprotection by six *Salvia* species from Iran: a comparative study. Food Chem Toxicol. : 48(5):1341-9.
- Bellakhdar J., 1997, La pharmacopée marocaine traditionnelle : Médecine arabe ancienne et savoirs populaires, Ed, Ibis Press, Paris, 764p.
- Ben Marzoug H. N., Romdhane M., Lebrihi A., Mathieu F., Couderc F., Abderraba M., Khouja M. L. and Bouajila J., 2011, *Eucalyptus oleosa* Essential Oils: Chemical Composition, Antimicrobial, and Antioxidant Activities of the Oils from Different Plant Parts (Stems, Leaves, Flowers and Fruits). *Molecules*, 16 (2); 1695-1709.
- Bonazzi C., Bimbenet J., 2003, Séchage des produits alimentaires principes, Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire 2.
- Bouchekrit M., 2018, Etude De La Composition Chimique Et De L'activite Biologique Des Huiles Essentielles De Deux Apiaceae Elaeoselinum asclepium (L.) Bertol. Et Margotia gummifera (Desf.) Lange, Thèse Doctorat, Université Ferhat Abbas-Sétif 1.
- Bourkhiss M. *et al.*, 2009, Effet de séchage sur le teneur et la composition chimique des huiles essentielles de Tetraclinis articulata (Vahl) Masters.Agrosolutions 20 (1) :44-48.
- Bouyahya A., Abrini J., Bakri Y., Dakka N, 2018, Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action. *Phytothérapie* 16(5): 254-267.
- Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M. et Chaabouni M. M, 2008, Composition Chimique et Activités Antioxydante, Antimicrobienne et Insecticide de l'Huile Essentielle de *Juniperus phoenicea*. *J Soc Chim Tunis*, 10: 119-125.
- Bozkir H., Rayman E., Tekgül Y. *et al*, 2019. Échographie comme prétraitement pour le séchage des tranches d'ail aux micro-ondes et au séchoir à convection. Food Sci Biotechnol 28, 347– 354.
- Brahimi S., 2019, Deverra reboudii Coss. Et Durieu : biologie, composition chimique et activités biologiques des extraits et des huiles essentielles, thèse de doctorat, universite ziane achour –Djelfa.
- Bruneton J., 2016, Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 5ème éd, Lavoisier.
- Chandrasekaran, Ramanathan, Tanmay Basak, 2013, Microwave food processing A review. Food Research International (52) 243-261.
- Cheftel C., Cuq J., Provansal M., Besancon P., 1976, Influence des procédés technologiques sur la composition et la valeur nutritionnelle d'aliments protéiques, Revue française des corps gras, 23 (1). 7-13.
- Chehma A., 2006, catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algerien, Ed, Dar El – Houda ,Ain M'lila, Algerie.
- Darvishi H., Asl R., Asghari A., Azadbakht M., Najafi G., Khodaei J., 2014,Study of the drying kinetics of pepper, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 13(2),130-138.
- Deysson G., 1979, Organisation et classification des plantes vasculaires, cours de botanique générale quatrième série, tome II, Paris, 529 pp.

- Dong J., Ma X., Fu Z., Guo Y., 2011, Effects of microwave drying on the contents of functional constituents of Eucommiaulmoides flower tea. Industrial Crops and Products, 34(1), 1102– 1110.
- Dridi A., 2018, Etude phytochimique et activité biologique des deux espèces : *Teucrium polium L.* et *Pituranthos chloranthus* Coss. et Dur., Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar – Annaba.
- Elamrani A., Zrira S., M.M. Ismaili-Alaoui,A. Belanger, M. Berrada et B. Benjilali 1997, Effet du séchage sur le rendement et la composition chimique de l'huile essentielle de romarin du Maroc (*Rosmarinus officinalis L.*). In Actes du colloque « Plantes aromatiques et médicinales et leurs huiles essentielles ».Eds. Benjillali B., Ettalibi M., Ismaili-Alaoui M. M., et Zrira S., 161-168.
- Elhouiti F., 2018, Valorisation des huiles essentielles de Rhanterium adpressum Goss. & Dur. par analyse chimique et étude de leurs bioactivités, Thèse doctorat Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Esseid C., 2018, Isolement et determination structurale de metabolites secondaires de plantes sahariennes - activites biologiques, thèse Doctorat Université Frères Mentouri - Constantine.
- Fedol A., Cheriti A., 2015, Effet de mode de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de Launeae arborescence ; Laboratoire de phytochimie et de synthèse organique (LPSO).
- Ghanem N., Mihoubi D., Kechaou N., Mihoubi B., 2012, Microwave dehydration of three citrus peel cultivars: Effect on water and oil retention capacities, color, shrinkage and total phenols content. Industrial Crops and Products, 40, 167-177.
- Haba H., Benkhaled M., Georges M., Christophe L., Catherine L., 2004, Alkylated Isocoumarins from Pituranthos Scoparius. Natural Product Letters 18(5): 409-413.
- Hammiche V., Maiza K., 2006, Traditional Medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer, Journal of Ethnopharmacology, 105, 358-367.
- Hammoudi R., 2015, Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien, thèse Doctorat Université kasdi Merbah –Ouargla.
- Hammoudi R., Dehak K., Hadj Mahammed M. et Ouldelhadj M.D., 2015, Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles de Deverra scoparia Coss. & Dur. (Apiaceae), Lebanese Science Journal, 16(2): 27-36.
- Harchaoui L., 2019, Etude biotechnologique, biochimique de *Deverra scoparia*, plante endémique de Tamanrasset. Recherche de quelques activités biologiques, thése doctorat, université USTHB.
- Hasenah A., Houghton P., Sounyanath A., 2006, α-amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes with particular reference to *Phyllanthus amarus*.Journal of Ethnopharmacology, volume 107, p 449 – 455.
- Hashemabadi D., Kaviani B., Erfatpour M., Larijani K. 2010, Comparison of Essential Oils Compositions of Eryngo (*Eryngium caucasicum* Trautv.) at Different Growth Phases by Hydrodistillation Method. *Plant Omics Journal (POJ).* 3 (4): 135-139.
- Holley A., *Eloge de l'odorat*. 1999 : Odile Jacob.
- https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/355W4
- Iserin P., Masson M. et Restellini J .P, 2007, Larousse des plantes médicinales. Identification, préparation, Soins, ed, Larousse, pp14.
- Isman, M., 2002, *Problème et perspectives de commercialisation des insecticides d'origine botanique.* Biopesticides d'origine végétales, CBJR Renault-Roger, and CV Phylogène (Eds), Tec and Doc Editions, Lavoisier, Paris, France, 300-311.

- IUCN International Union for Conservation of Nature, 2005, A Guide to Medicinal Plants in North Africa, Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga (Spain), 183.
- Jayakar B, Suresh B, 2003, Antihyperglycaemic effect of Aporosa lindleyana in normal and alloxan induced diabetic rats, Journal of Ethnopharmacology, 84 (2):247-249.
- Karim, K. M. R., Husaini, A., Sing, N. N., Sinang, F. M., Roslan, H. A., & Hussain, H., 2018. Purification of an alpha amylase from *Aspergillus flavus* NSH9 and molecular characterization of its nucleotide gene sequence. 3 Biotech, 8(4), 1-14.
- Kazeem ML, Adamson J.O., Ogunwande L.A., 2013, Modes of Inhibition of a-Amylase and a Glucosidase by Aqueous Extract of Morinda lucida Benth.Leaf. BioMed Research International, 527570:6.
- Kiram A., 2011, Etude phytochimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de Pituranthos scoparius (Coss. et Dur.) Benth et Hook de l'Est algérien, MEMOIRE Magister, Universite mohamed kheider- biskra.
- Ksouri A., Dob T., Belkebir A., Dahmane D., Nouasri A. , 2017, Volatile Compounds and Biological Activities of Aerial Parts of *Piturantho sscoparius* (COSS. & DURIEU) SCHINZ(Apiaceae) from Hoggar, Southern Algeria,Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 16,51-58.
- Lahmari N., Fahloul D. et Azani I., 2012, Influence des méthodes de séchage sur la qualité des tomates séchées (variété Zahra), Revue des Energies Renouvelables, 15 N°2 ,285 – 295.
- Malti C., 2019, 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) », thèse de doctorat, université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.
- Malti C., Maghnia B., Larbi B., Mathieu P., Marc G., Félix T., Bekkara F., Bekhechia Ch., 2018. , Chemical Variability of the Essential Oil of *Pituranthos scoparius* from Algeria, Chemistry & Biodiversity, 15(7).
- Mansouri A., Embarekg., Kokkalou E., Kefalas P., 2005, Phenolic profile and antioxydant activity of the Algerian ripe date fruit (*Phonix dactylifera*), Food Chemestry, 89: 411-420.
- Masotti V., Juteau F., Bessière J. M., Viano J., 2003, Seasonal and Phenological Variations of the Essential Oil from the Narrow Endemic Species *Artemisia molinieri* and its Biological Activities. *J Agric Food Chem.* 51 (24): 7115-7121.
- Mechlouch, R. F., Kurrmagi, K. T., Mahdhaoui, B., Mahjoubia, A., & Brahima, A. B., 2013, Effet du séchage solaire sur la composition en sucres et en phénols de la datte variété Deglet Nour. Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès, Université de Gabès, Tunisia.
- Michel T., 2011, Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaë rhamnoides*). Thèse doctorat Université Orléans.
- Mileski K., Džamić A., Ćirić A., Grujić S., Ristić M., Matevski V. and Marin P. D., 2014, Radical Scavenging and Antimicrobial Activity of Essential Oil and Extracts of *Echinophora sibthorpiana* Guss. from Macedonia. *Arch Biol Sci*., Belgrade, 66(1): 401-413.
- Molyneux P. 2004.- The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, Songklanakarin J.Sci.Technol, 26 (2): 211-219.
- Nicholas, H.J., 1973, Phytochemistry Organic Metabolites, Yonkers, New York, 2.

- Nieto, C. J. E., Fissore, E. N., Latorre, M. E., Soria, M., De Escalada, P. M. F., & Gerschenson, L. N., 2015. Obtention of dietary fibre enriched frections from peach bagasse using ethanol pre-treatment and microwawe drying. LWT–Food Sci Technol, 62, 1169-1176.
- Noui A., 2018, Etude phytochimique et évaluation des activités biologiques de la plante Daucus muricatus (Apiaceae), thèse de Doctorat, universite des freres mentouri constantine.
- Oyedeji O., Oziegbe M. and Taiwo F. O., 2011, Antibacterial, Antifungal and Phytochemical Analysis of Crude Extracts from the Leaves of *Ludwigia abyssinica A. Rich.* And *Ludwigia decurrens* Walter. J Med Plants Res. 5 (7): 1192-1199.
- Ozenda P., 1977,- Flore du Sahara, 2em ED, CNRS, Paris.
- Ozenda. P, 1958, Flore du Sahara, Ed, CNRS Paris France.
- Paris M. and Hurabielle M., 1981, *Abrégés de matière médicale : Pharmacognosie (1) Généralités-Monographies*, Paris, Edition Masson.
- Peerakam N., Punjaisee S., Buamongkol S., Sirisa-ard P., Julsrigival J., Chansakaow S., 2014, Chemical Compositions, Antioxidant and Antibacterial Activities of Essential Oils from Anethum graveolens L. and Trachyspermum roxburghianum (DC.) Craib grown in Thailand. J Nat Sci Res. 4 (12): 62-70.
- Porfiri, M , Melnichuk N, Braia J, Brinatti C, Loh, W, Romanini D, 2020. -Analysis of the structure-function relationship of alpha amylase complexed with polyacrylic acid. Colloids and Surfaces B: Bio interfaces, 188p.
- Quézel P, Santa S., 1963 Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, tome II, CNRS, Paris, 600 p.
- Rao V .P., Pandey D., 2006, Extraction of essentiel oil and its applications. In partial fulfillment of the requirements of Bachelor of Technology (chemical Engineering) Rourkela University.
- Roger, H., Ch. Nebie A., Belanger et Sib S., Faustin S., 2007, Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle de Ocimum basilicum L., Science et technique, Sciences appliquées et technologies, 1(2).
- Rose de Lima, 2014, Caractéristiques biochimique et sensorielle du niébé (Vigna unguiculata) conservé au moyen des huiles essentielles extraites de plantes de la famille des Myrtaceae, International Journal of Innovation and Applied Studies, 9(1) :428-437.
- Sahin B. S., Candan, F., 2010, Chemical composition and *in vitro* antioxidant and antidiabetic activities of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. essential oil. Journal of the Iranian Chemical Society 7: 216-226.
- Scheen A.J, Letiexhe M.R., Geronooz I, Paquot, Jandrain N, B. 2002, L'Hyperglycémie Poste- Principale. Approches thérapeutiques médicamenteuses, Rev Med Liege; 57: 4: 196-201.
- Silou, T., Taty-Loumbou F. et Chalchat J., 2002, Etude de l'effet du séchage solaire sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles extraites des feuilles d'Eucalyptus citriodora. Ann. Fals. Exp. Chim., (960) : 287-301.
- Tahir H., Raja A., Aisha A., Shazia A., 2015, Chemical Composition and Anti-Diabetic Activity of Essential Oils Obtained from Two Spices (Syzygium aromaticum and Cuminum cyminum). International Journal of Food Properties. 19(10), 2156-216
- Telli A., 2017, Activités anti-oxydante, antimicrobienne et antidiabétique de deux espèces spontanées utilisées dans le traitement du diabète dans la région de Ouargla : Amodaucus leucotrichus et Anvillea radiata. Thèse Doctorat, Université Kasdi Merbah-Ouargla.

- Thu Ha N., 2016, Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux. Thése Doctorat, Université de Bretagne Sud.
- Tundis R., Loizzo M.R., Menichini F., 2010, Natural products as alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibitors and their hypoglycaemic potential in the treatment of diabetes: an update. Mini Rev Med Chem, 10:315-331.
- Valnet, , 2003, Les huiles essentielles, une santé toute naturelle. Phytothérapie de la recherche à la pratique, 1(1), 12.
- Vérité P., Nacer A., Kabouche Z., Seguin E., 2004, composition of seeds and stems essential oils of *Pithuranthos scoparius* (Coss.&Dur.) Schinz. Flavour and Fragrance Journal, 19(6), pp, 562-564.
- Villano D., Fernandez-Pachon M. S., Moya M. L., Troncoso A. M. and Garcia-Parrilla M. C, 2007, Radical Scavenging Ability of Polyphenolic Compounds Towards DPPH Free Radical., *Talanta*, 71 (1): 230-235.
- Weinman, Pierre M., 2004, Toute la Biochimie, Parie : Dunod.
- Willem J.P., 2009. 60 maux soignés par les huiles essentielles : l'aromathérapie au quotidien pour toute la famille, *Les minipockets de santé*.
- Yi M. L., Zhi P.R., Liang L.Z. 2008, Evaluation of the Antioxydant Activity of *Syzygium cumini* Leaves, Molecules, 13: 2545-255.
- Zrira S., 1992, Les huiles essentielles d'Eucalyptus du Maroc. Facteurs influençant la productivité et la qualité de ces essences, investigation sur les possibilités d'exploiter l'E camaldilensis pour la production d'huile essentielle d'Eucalyptus à cinéole. Thèse de doctorat ès sciences Agronomiques, Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
- Zrira S., Benjillali B., 1991, Effect of drying on leaf oil production of Morrocan Eucalyptus camaldulencis. J. Ess. Oil. Res, 3(2):117-11.

Annexe

Matrice de Corrélation (Pearson (n)):

Variables	rendement	DPPH	FRAP	AMYLASE
Rendement	**1**	-0,3077	-0,2066	-0,4360
DPPH	-0,3077	**1**	-0,7246	-0,5600
FRAP	-0,2066	-0,7246	**1**	0,5012
AMYLASE	-0,4360	-0,5600	0,5012	**1**

Résumé

L'objectif du présent travail est l'étude des activités antioxydante et antidiabétique ainsi que l'effet de séchage sur la composition chimique des huiles essentielles (HEs) des parties aériennes de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur. (Apiaceae). La plante est séchée par deux méthodes, conventionnelle (au soleil, à l'air libre) et innovante (micro-onde). Les HEs de la plante sont obtenues par hydrodistillation par un appareil de Clevenger. Les résultats des taux d'humidité donnent des valeurs variables de 7,10% à 19,8%, et des rendements d'extraction : 6,51% pour la plante séchée au soleil et 3,14% pour la plante séchée à l'air libre, 3,69%, 3,97% et 2,52% pour la plante séchée par M.O aux puissances : 264W, 440W, 800W respectivement. Les analyses de la composition chimique par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM) ont montré que les HEs de *Deverra scoparia* Coss & Dur contient des composés majoritaires (α-pinène, D-limonène, myristicine, α-phellandrene) avec des pourcentages variés en fonction de la méthode de séchage utilisée. Ces composés sont des puissants inhibiteurs pour l'α-amylase dont l'IC_{50} le plus faible est (0,007 ±0,14 mg/ml) pour la plante séchée par M.O à 264 W. L'activité antioxydante est étudiée par deux tests FRAP et DPPH$^{\bullet}$ dont l'IC_{50} le plus faible entre ces deux tests est 0,21±0,14 mg/ml pour l'échantillon séché par soleil. L'HE de la plante étudiée, on peut l'utilisé pour traiter la maladie du diabète et pour le piégeage des radicaux libres.

Mots clés : *Deverra scoparia* Coss & Dur, séchage, huile essentielle, α-amylase, antioxydant, antidiabétique.

Summary

The aim of the current work is the study of antioxidant and antidiabetic activities as well as the drying effect on the chemical composition of essential oils (EOs) of the aerial parts of the plant *Deverra scoparia* Coss. & Dur. (Apiaceae). The plant is dried by two methods, conventional (in the sun, in the open air) and innovative (in the microwave). EOs of the plant are obtained by hydrodistillation by Clevenger apparatus. The results of the moisture content give variable values of 7.10% to 19.8%, and extraction yields: 6.51% for the sun-dried plant and 3.14% for the air-dried plant, 3.69%, 3.97% and 2.52% for the M.O-dried plant at the powers: 264W, 440W, and 800W respectively. Analyses of chemical composition by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) showed that EOs of *Deverra scoparia* Coss. & Dur. contain majority compounds (α-pinene, D-limonene,myristicine, α-phellandrene) with varying percentages depending on the drying method used. These compounds are potent α-amylase inhibitors with the lowest IC_{50} (0,007± 0,14 mg/ml) for M.O-dried plant at 264 W. Antioxidant activity is investigated by two FRAP and DPPH• tests within the lowest IC_{50} between these two tests is 0,21±0,14mg/ml,for the sun-dried sample. The EO of the studied plant can be used to treat diabetes disease and to trap free radicals.

Keywords: *Deverra scoparia* Coss.& Dur., drying, essential oil, α-amylase, antioxidant, antidiabetic.

الملخص

يهدف العمل الحالي إلى دراسة الأنشطة المضادة لـمرض السكري ومضادات الأكسدة فضلاً عن تأثير التجفيف على التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية للأجزاء العلوية للنبات.*Deverra scoparia* Coss. & Dur(Apiaceae) . تم تجفيف النبتة بطريقة تقليدية (بالشمس، بالهواء الطلق) ومبتكرة (بالميكروويف). وتم الحصول على الزيوت العطرية بواسطة جهازClevenger . إن نتائج نسبة الرطوبة تعطي قيم متغيرة تتراوح بين 7.10% إلى 19.8% وحصيلة المردود الزيت المستخلص: 6.51% من النبتة المجففة بالشمس و3.14% من النبتة المجففة بالهواء و 3.69%، 3.97% و2.52% من النبتة المجففة بالميكروويف بالقوى: 264 W،440W، و800 Wعلى التوالي. وأظهرتتحاليلالتركيبالكيميائيبواسطةالكروماتوغرافياالغازيةمقترنةبالقياسالطيفيللكتلة (GC-MS) أن المركبات العضوية الأيونية في.*Deverra scoparia* Coss. & Dur تتمثل في-α-pinene, D-limonene, myristicine , phellandrene وهذه المركبات عبارة عن مثبطات قوية لـα-أميلاز حيث أن أدنى قيمة للـIC50 (0.007 ±0.14 ملغ/مل) للنبات المجفف في 264 W. وتم التحقيق في النشاط المضاد للأكسدة من خلال اختبارين FRAPوDPPH حيث أن أدنى قيمة للـIC50 بين الاختبارين المذكورين سابقا هي0.21± 0.14 ملغ/مل للعينة المجففة في الشمس. ويمكن استخدام الزيت المستخلص من النبات المدروس لعلاج مرض السكري ولتثبيط عمل الشوارد الأيونية الحرة.

الكلمات الرئيسية: *Deverra scoparia* Coss. & Dur. , التجفيف ،الزيت الأساسي،α-أميلاز،مضاد الأكسدة ،مضاد مرض السكري.