

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie Appliquée

THEME

Etude de l'activité antioxydantes extraits de trois plantes Aromatiques de la région de Tamanrasset

Présenté par :

M.DJEKHIOUA Tahar
M. MESSEK Idris
M.SARTAK Mebrouk

Devant le jury :

Président : M. BENACEUR Farouk

MCA, Université Amar Télidji-Laghouat

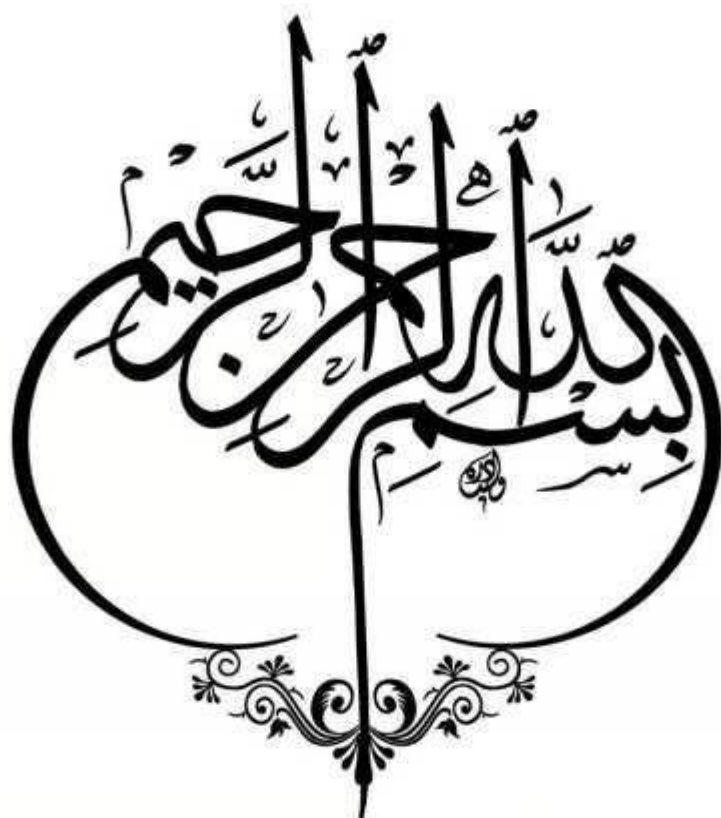
Rapporteur : M. GOUZI Hicham

Professeur, Université Amar Télidji-Laghouat

Examineur : M. SIFI Ibrahim

MCA, Université Amar Télidji-Laghouat

Année Universitaire : 2020 / 2021



Dédicace

Tout d'abord je tien remercions le Dieu de tout puissant de m'avoir

donné la santé, patience et la volonté

*Je tien dédie ce modeste travail de fin d'étude avec profonde gratitude
et sincère mots, À mes chers parents, qui ont sacrifié leur vie pour
notre réussite et nous éclairé le chemin par leur conseils judicieux « Que*

le dieu préserve »

À mes grands parent que dieu aie pitiés d'eux ;

*À mes frères Mohamed Et mes sœurs Fatna, Maizouna ,ikhlass
wafa, .qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotions de
réalisation de ce travail et pour leur soutien et encouragement en je
souhaitant un avenir plein de succès*

Aux chers petits-fils source de joie et de bonheur ; Ayoub, Asil,

Oussama et Anas ;

À toute la famille de Djekhioua et qui ont toujours m'accordé

Enfin je dédie à tous mes amis et collège de promotion

2020/2021

TAHAR

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à :

*Mes chers parents qui n'ont ménagé aucun effort pour me soutenir
tout au long de mon cheminement scolaire*

Mes frères et sœurs

Et à tous mes amis

*Pour votre soutien et votre compréhension, grâce auxquels j'ai pu
obtenir le fruit de toutes ces longues années sans perte, je souhaite un
instant vous dire merci mille et mille fois.*

Mebrouk

Dédicace

Ma mère chérie.

*À qui je préfère, pourquoi pas ? Tu as sacrifié pour moi.
Et j'ai toujours fait de mon mieux pour être heureux. que Dieu prolonge
ta vie*

Mon cher père

*Nous marchons sur les voies de la vie, et nous restons en position de
contrôler nos esprits dans tous les comportements que nous adoptons*

A mes chères sœurs

pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

.

Mon cousin "yousef".

*Nous vous remercions infiniment pour le soutien matériel et moral tout
au long de la période de recherche*

*À mes professeurs "gouzi hicham .krantar kamal .messoudi omar et sifi
ibrahim "et à mes amis et tous la famille*

Je vous présente ces recherches, et j'espère qu'elles vous satisferont.

Idriss



Remerciements

*Je remercie Allah, le Miséricordieux de m'avoir donné Foi,
volonté, et courage pour atteindre mon objectif.*

*Nombreux sont ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à
l'aboutissement de ce travail.*

*On tient également à exprimer notre profonde gratitude et
Sincères remerciements à notre promoteur Pr .GOUZI HICHAM
d'avoir proposé et dirigé ce travail ; on la remercie infiniment
pour ses importantes remarques, ses orientations et ses conseils, sa
patience, sa confiance, tout au long de ce travail.*

*Mes remerciements aux honorables membres du jury : Dr. Sifi
ibrahim , Dr. Hocine zerrouki et Dr .Benaceur farouk pour avoir
accepté d'examiner ce travail.*

*Je remercie Pr .Chaïbi Rachid, chef du Département de Biologie,
Université de Laghouat, pour m'avoir accordé l'accès aux
laboratoires du Département.*

*Un grand merci à toutes les personnes qui m'ont soutenu de près
ou de loin au cours de la réalisation de ce modeste travail.*

Sommaire

Liste des figures	I
Liste des tableaux	III
Abréviation	8
Introduction générale	
1ère Partie : synthèse bibliographique	
Chapitre I. Plantes aromatique et métabolite secondaire	
I. Aperçu sur les plantes aromatiques	
I.1. Définition.....	1
I.2. Principes actifs	1
I.3. Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie.....	1
I.4. Intérêt de l'étude des plantes aromatique et médicinales	2
II.1 Les composés phénoliques	
II.1.1. Définition	2
II.1.2 Propriétés physico-chimiques des composés phénoliques.....	3
II.1.4. Principales classes	3
II.1.5. Rôle et intérêt des composés phénoliques	5
II.2. Les huiles essentielles	
II.2.1. Définition	6
II.2.2.Répartition et localisation des huiles essentielles.....	6
II.2.3. Propriétés physico-chimiques	6
II.2.4. Composition chimique	8
II.2.5. Procédés d'extraction	8
II.2.5. L'intérêt biologique des huiles essentielles.....	10
Chapitre II : Présentation des plantes étudiées	
I.1 <i>Artemisia judaica</i>	
I.1.1. Description botanique	12
I.1.2. Position systématique	13
I.1.3. Propriétés et usages traditionnelle	13
I.2. <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	
I.2.1. Description botanique	14
I.2.2. Position systématique	14
I.2.3. Propriétés et usages traditionnelle	15
I.3. <i>Pituranthos scoparius</i>	
I.3.1. Description botanique	16
I.3.2. Position systématique	16
I.3.3. Propriétés et usages traditionnelle.....	16
Chapitre III : Généralités sur les activités biologiques étudiées	
I. 1. Définition.....	17
2. Les radicaux libres.....	17
3. Les antioxydants.....	19
3.1. Les antioxydants endogènes (enzymatiques).....	19

3.2. Les antioxydants exogènes.....	20
3.3. Antioxydants d'origine végétale.....	21
4. Les antioxydants synthétiques.....	22
5. Méthodes d'évaluation des activités antioxydants.....	22

Partie expérimentale

Chapitre 1: Matériel et méthodes

I. Matériel végétal et réactifs chimiques	23
1.1. Choix des plantes	23
1.1.2. Situation géographique de station d'étude.....	23
1.1.3. produits chimique	23
II.2. Méthodes expérimentales :	24
II.2.1. préparation des extraits HE	24
II.2.1. Procédé d'extraction des huiles essentielles	24
II.2.2. Rendement de l'extraction	24
II.3. Extraction des composés phénoliques	25
II.3.1. Détermination du rendement	25
II.3.1. Dosage des polyphénols	25
III.4. Evaluation de l'activité antioxydante	26
4.1. L'activité antioxydant des extraits phénoliques	26
4.1.1. Le test du DPPH	27
4.1.2. Méthode de piégeage du radical libre ABTS	27
4.1.3. Le test de FRAP (ferric reducing antioxidant power)	29
III. 4.2. Analyse des données	30

Chapitre II: Résultats et discussion

I. Les extraits phénoliques.....	31
1. Rendement d'extraction	32
2. Teneurs en polyphénols totaux	32
II. Huiles essentielle.....	33
1. Caractères Organoleptiques.....	34
2. Le Rendement en huiles essentielles	35
III. Pouvoir antioxydant des extraits et huiles essentielles	36

L'activité antioxydante des composés phénoliques

2. Test de piégeage du radical libre DPPH	36
3. Activité de piégeage du radical ABTS	38

4. Test FRAP (TPTZ)	40
---------------------------	----

L'activité antioxydante des Huile essentielle

2. Test de piégeage du radical libre DPPH	41
---	----

3. Activité de piégeage du radical ABTS	43
---	----

4. Test FRAP (TPTZ)	45
---------------------------	----

Chapitre VI : Conclusion et Perspective

Références Bibliographiques

Résumé

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Principales classes des flavonoïdes	04
02	Structures de quelques Mono-terpènes	07
03	Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle	09
04	Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger	09
05	Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne	11
06	photographie de l'espèce <i>Artemisia judaica</i> L	13
07	Photographie d'espèce <i>Cymbopogon schonenthus</i>	15
08	Photographie d'espèce <i>pituranthos scoparius</i> (Sahara d'Algérie)	16
09	Schématisation de la balance entre les espèces réactives oxygénées(ROS) et les antioxydants	17
10	Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène Impliqué en biologie	19
11	Structure de la vitamine C	20
12	Mécanismes d'action antioxydant des composés phénoliques	21
13	structures chimique de quelques antioxydants synthétiques	22
14	Carte géographique de la région de Tazrouk	23
15	Montage du dispositif d' hydrodistillation	24
16	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux	29
17	Mécanisme de piégeage du radical DPPH	30
18	Structure du L'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)	31
19	Réaction du radical ABTS•+en présence d'un antioxydant	31
20	La réaction FRAP et le complexe Fe3+-TPTZ	32
21	Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH' en fonction des concentrations des extraits méthanolique de trois plantes aromatique (A) et de l'acide ascorbique (B).	40
22	Courbes représentant la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extrais méthanoliques de trois plantes aromatique (A) et de la concentration d'acide ascorbique (B).	42
23	Résultats de la réduction du complexe fer ferrique tripyridyltétriazine (TPTZ-Fe3+) par les extraits méthanoliques de trois plantes aromatique (A) et de l'acide ascorbique (B).	43
24	Les résultats de l'activité antioxydante des quatre huiles essentielles étudiées mesurée par la méthode de DPPH	44
25	Courbes représentant la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extrais HE de trois plantes aromatique.	47
26	Résultats de la réduction du complexe fer ferrique tripyridyltétriazine (TPTZ-Fe3+) par les extraits HE d'A. <i>judaica</i>	48

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau01	les principales classes des polyphénols	3
Tableau02	Systématique d' <i>Artemisia judaica</i>	12
Tableau03	Les activités biologiques d'espèces d' <i>Artemisia judaica</i> L.	14
Tableau04	systématique de <i>Cymbopogon schonenthus</i>	14
Tableau05	systématique de <i>Pituranthos Scoparius</i>	15
Tableau06	Les antioxydants endogènes (enzymatiques).	20
Tableau07	Les rendements d'extraction des extraits méthanoliques de trois plantes étudiées	34
Tableau08	Les teneurs en polyphénols totaux des extraits méthanoliques de trois plantes	35
Tableau09	Caractéristiques organoleptiques des différentes espèces étudiées	37
Tableau09	Le rendement d'extraction des huiles essentielles des plantes aromatiques étudiées	38
Tableau10	Les valeurs d'EC ₅₀ des activités antioxydantes de l'extrait méthanolique de trois plantes aromatiques et de l'acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS, et FRAP(TPTZ).	41
Tableau11	Les valeurs d'IC ₅₀ des activités antioxydantes de l'extrait HE de trois plantes aromatique et de l'acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS, et FRAP(TPTZ).	45

Liste des abréviations

Abs :	Absorbance
ABTS:	2,2-Azinobis(3-Ethyl-Benzothiazoline-6-Sulphonate)
ADN:	Acide Désoxyribonucléique
AFNOR :	Association Française De Normalisation
SOD	Superoxyde dismutase
HE	Huile essentielle
IP	Pourcentage d'inhibition
ARP:	Puissance Anti Radicalaire
BHA:	Butylhydroxyanisol
BHT:	Butylhydroxytoluène
CMI:	Concentration Minimale Inhibitrice
PAM	Plante aromatique médicinale
DPPH+:	(2,2-Diphényl-1-Picrylhydrazyl)
ERO:	Espèces Réactives De L'oxygène
ERO:	Espèces réactives de l'oxygène
EAG:	Equivalent d'Acide Gallique
FRAP:	Ferric Reducing Antioxidant Power
ERN:	Espèces réactives de l'azote
IC50 :	La Concentration Inhibitrice Médiane
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice.
AA	Acide ascorbique
°C	Degrés Celsius.
O₂⁻:	Superoxyde
OMS :	Organisation Mondiale De La Santé
ORAC :	Oxygene Radical Absorbance Capacity
ROS:	Les Espèces Réactives De L'oxygène
SOD:	L'enzyme Superoxyde dismutase
TPTZ:	2, 4,6-Tris-2,4,6-Tripyridyl-2-Triazine
R °:	Alkyle
RLO:	Radicaux Libres Dérivés De L'oxygène
ROO•:	Le Radical Pyroxyde
TEAC:	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity

ملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة الكيمياء النباتية وتحديد الخصائص المضادة للأكسدة والمضادة للجذور الحرة في مستخلصات الميثانول، والزيوت الطيارة لثلاث نباتات صحراوية معروفة في الطب الشعبي *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* و *Pituranthos scoparius* تم الحصول على إنتاجية ومردود استخلاص متباين. ويظهر اختبار البوليفينول أن *Cymbopogon schoenanthus* و *Pituranthos scoparius* هما الأغنى ب البوليفينولات. وتبين إختبارات الكشف عن ال DPPH و ABTS أن *Artemisia judaica* و *Cymbopogon schoenanthus* تتمتع بقوة عالية مضادة للراديكالية والأكسدة. وتظهر النتائج أيضا أن النباتات لديها قدرات مختلفة لمكافحة الأكسدة. *Cymbopogon schoenanthus* والزيوت الطيار ل *Artemisia judaica* قادران على تقليل كفاءة تقنية Fe^{3+} إلى تقنية Fe^{2+} عند مقارنتهما بمستخلصات الأخرى. وترتبط الأنشطة المضادة للأكسدة والجذرية التي تقوم بها مختلف النباتات بمحتوى البوليفينول وأغلبية مركبات النشطة في الزيوت الطيارة . يمكن إستخدام النباتات العطرية كمصدر ممتاز لمضادات الأكسدة الطبيعية المفيدة جدا في صناعة الأغذية كمواد حافظة .

الكلمات المفتاحية : مستخلص الميثانولي , الزيت العطري , النباتات العطرية الراديكالية , المضاد للأكسدة

Abstract: The main objective of this work is the phytochemical study and the determination of the Antioxidant and antiradical properties of methanolic extracts and OE of three plants (*Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Pituranthos scoparius*). Varied extraction yields were obtained. The polyphenol assay shows that *Cymbopogon schoenanthus* and *Pituranthos scoparius* are the richest in polyphenols. The tests of scavenging of DPPH and ABTS radicals show that *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* have the high antiradical and antioxidant power. The results of this methods show that plants have different antioxidant capacities. *Cymbopogon schoenanthus* and OE *Artemisia judaica* are able to reduce efficiency Fe^{3+} to Fe^{2+} when compared by the others extract. The antioxidant and antiradical activities of the different plants are related to their polyphenol content and the majority compounds of OE. Aromatic plants can be used as an excellent source of natural antioxidants very useful in the food industry as conservators.

Keywords: methanolic extract, Aromatic plants, oil essential, Antioxidant power, antiradical activity.

Résumé : L'objectif principal de ce travail est l'étude phytochimique et la détermination du pouvoir antioxydant et antiradicalaire des extraits méthanoliques et des HE de trois plantes (*Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Pituranthos scoparius*). Des rendements d'extraction variée ont été obtenus. Le dosage des polyphénols montre que *Cymbopogon schoenanthus* et *Pituranthos scoparius* sont les plus riches en polyphénols.

Grâce Le test de piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS, les extraits méthanolique des deux plantes *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* et L'huile essentielle d'*Artemisia judaica* ont le pouvoir anti radicalaire et antioxydant les plus élevés. L'extrait méthanolique du *Cymbopogon schoenanthus* et l'HE d'*Artemisia judaica* sont capables de réduire fortement l'ion Fe^{3+} en Fe^{2+} par rapport aux autres extraits. Les activités antioxydante et antiradicalaire des différentes plantes sont liées à leur teneur en polyphénols et les composés majoritaires des HE.

Les Plantes aromatique peuvent être considérées comme étant une excellente source naturelle d'antioxydants très utiles dans le domaine agroalimentaire comme conservateurs.

Mots clés : plantes aromatique, huile essentielle, extrait méthanolique, pouvoir antioxydante, activité anti radicalaire.

Introduction

Le retour à la nature est plein de promesses, car cette nature qui nous fait vivre peut nous aider à mieux vivre. De tous les temps, les plantes ont occupé une place prépondérante dans la vie de l'homme.

Parmi les 300 000 plantes recensées sur terre, 200 000 espèces végétales vivent dans les pays africains la médecine et les pharmacopées traditionnelles viennent en tête avec ceux qui les pratiquent à savoir 70 % de la population du tiers monde. Dernièrement les pays développés ont tant enregistré de grands progrès dans leur utilisation car ils croient souvent que naturel est le synonyme d'inoffensif. Désormais, la plante peut être à la fois utile et toxique : "La potion et le poison partagent la même racine latine" **(Naouaoui, 2019)**.

L'Algérie est un pays riche en plantes médicinales dont l'exploitation est d'un grand intérêt pour une utilisation dans différents domaines tels que la thérapie par recommandation des organisations de la santé publique comme l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) **(chentouh et al. 2018)**.

L'Algérie, avec sa vaste gamme terrestre et climatique, possède une flore riche et variée dans laquelle il a été dénombré de nombreuses espèces aromatiques capables de fournir des composées bioactives.

Actuellement, il y a un regain d'intérêt pour la phytochimie comme source potentielle d'antioxydants naturels. L'objectif est de les utiliser dans les préparations alimentaires et pharmaceutiques pour remplacer les antioxydants synthétiques (BHA, BHT, etc.) qui sont utilisés depuis de nombreuses années. Utilisés dans l'industrie alimentaire, comme, par exemple, le butylhydroxytolène (BHT), l'hydroxyanisole butyle (BHA), le tert-butylhydroquinone (TBHQ) Mais, présentent plusieurs inconvénients tels que, la toxicité, le changement des propriétés organoleptiques des produits alimentaires, coût élevé et l'efficacité faible. La plupart des antioxydants isolés des plantes. Celles-ci produisent un large éventail de substances chimiques de structures variées comme les métabolites primaires et secondaires **(Chaouche., 2020)**.

Un grand nombre d'espèces végétales représentent une source d'une grande variété de métabolites secondaires, tels que les huiles essentielles, les composés phénoliques. Ces composés sont largement reconnus pour leurs activités biologiques, et ont récemment été exploités dans d'autres secteurs importants comme les industries cosmétiques, alimentaires.

Ces molécules constituent des ingrédients prometteurs pour développer de nouveaux médicaments via leurs activités biologiques diverses (antioxydants, anticancéreux, anti-inflammatoire...etc.).

Pour mieux comprendre l'activité de nos plantes, nous nous sommes intéressés aux propriétés antioxydants de leurs extraits. En effet, l'activité antioxydant semble être le principe d'action d'un certain nombre de produits pharmaceutiques. Au cours de ce processus, les espèces réactives de l'oxygène (ROS) libérées par l'organisme humain au cours des diverses attaques sont éliminées ou piégées ; les dommages causés sont réparés. Les molécules douées de telles propriétés sont les antioxydants dont le rôle dépasse de loin celui d'un simple piègeur ou de suppresseur de radicaux libres. Ils sont efficaces dans la prévention et ou dans le traitement des affections parasitaires et non parasitaires (**Bakchich, 2015**).

Le travail est subdivisé en trois grandes parties :

Dans la première partie et en premier chapitre de ce manuscrit, nous rappelons la description (les caractères botaniques et la systématique) des différentes espèces végétales étudiées, l'intérêt biologique et quelques travaux antérieurs réalisés sur ces plantes. Dans le deuxième chapitre nous avons développé un abrégé sur les substances actives : huiles essentielles et composés phénoliques. Le troisième chapitre portera sur l'étude des radicaux libres, ceci est suivi par un rappel de quelques méthodes les plus utilisées pour évaluer le pouvoir antioxydant *in vitro*.

Dans la deuxième partie, nous avons envisagé la partie expérimentale qui se déroule en trois axes :

Dans le premier axe, nous avons réalisé l'extraction et la détermination des teneurs en Composés phénoliques (phénols totaux). Le deuxième axe, consiste à l'extraction des huiles essentielles par hydro distillation, détermination de quelques caractéristiques physicochimiques. Dans le troisième axe, nous nous sommes intéressés à évaluer le pouvoir antioxydant des extraits phénoliques et huiles essentielles des plantes par trois méthodes.

Enfin, la troisième partie est consacrée aux résultats et à la discussion, concernant les teneurs des composés phénoliques, la caractérisation chimique des huiles essentielles, et l'étude de l'activité antioxydant des extraits des différentes plantes.

Ce travail s'achève par une conclusion générale et des perspectives.

Synthèse
bibliographique

Chapitre I

PLANTES AROMATIQUE ET MÉTABOLITES SECONDAIR

I. Aperçu sur les plantes aromatiques

I.1. Définition

Les plante aromatique sont des plantes possédant des molécules aromatiques odorantes ou volatiles contient suffisamment de molécules aromatiques avec plusieurs organes producteurs comme les feuilles, les fruits, les racines, l'écorce. Il existe peu de plantes aromatiques capables de synthétiser les saveurs.

Sur les 800 000 plantations, seulement 10% des plantes ont cette capacité. Les groupes aromatiques les plus représentatifs sont: les opioïdes, le cornouiller, les astéracées (tanaisie, lin, armoise), les Cupressacées, les Ericacées, les Lamiacées, les Lauracées (**Zahalka, 2010**). Elles également appelées herbes et épices, sont un ensemble de plantes très spéciale qui renferment un ou plusieurs principes actifs capable de prévenir, soulager contre les maladies (**Chabrier, 2010**).

I.2. Principes actifs

Les plantes sont caractérisées par leur richesse en principes actifs et en substances telles que les polyphénols et les flavonoïdes, qui sont dotées des propriétés biologiques importantes et différentes.

Les plantes aromatiques représentent une source immense de molécules chimiques complexes exploitées par l'Homme dans l'industrie des parfums, agro-alimentaire, cosmétique, et elles sont exclusivement utilisées à des fins médicinales en aromathérapie ainsi que dans d'autres systèmes de médecine. (**El Haib, 2011**)

Les plantes aromatiques contiennent des substances chimiques telles que les polyphénols, les quinine, les flavonols/flavonoïdes, les alcaloïdes, les polypeptides ou leurs dérivés substitués par l'oxygène. Certains composés bioactifs des plantes aromatiques ont une valeur thérapeutique, comme les activités antioxydantes et antiseptiques (**Öztekin, 2007**).

I.3. Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie

Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées.

Dans le Hoggar et en absence de médecins, dans certaines contrées isolées, les Touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils. En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et que les routes sont coupées, les

montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'eucalyptus contre la grippe). Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoise blanche pour lutter contre les indigestions (**Mokkadem, 2004**).

I.4. Intérêt de l'étude des plantes aromatique et médicinales

La plus part des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie : elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus.

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et pour l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour les composés pharmaco logiquement actifs (**Decaux. I, 2002**).

C'est pourquoi de plus en plus de médecins et de pharmaciens prennent dorénavant conscience de l'intérêt thérapeutique des plantes pour soigner efficacement un grand nombre de troubles et d'affections parmi les plus fréquemment rencontrés. Même les praticiens qui disent ne pas y croire, ou en sourient dédaigneusement, font de la phytothérapie sans le savoir en prescrivant journallement sur leurs ordonnances des spécialités pharmaceutiques aux noms "ronflants" quine sont, le plus souvent, que des plantes ou des extraits de celles-ci. En effet, il faut bien savoir qu'au moins 6000 des médications produites et vendues actuellement sur le marché pharmaceutique officiel sont plus ou moins à base de plantes ou directement issues de celles-ci, plantes dont l'importance matière de santé humaine n'a cessé de grandir dans les sociétés occidentales au fil des dernières années (**Mechraoui 2008**).

II.1 Les composés phénoliques

II.1.1 Définition

Les polyphénols sont des molécules synthétisées par les végétaux lors du métabolisme secondaire pour se défendre contre les agressions environnementales. Ils sont localisés dans différentes parties des plantes selon l'espèce végétale et le groupe poly phénolique considérés.

Le terme phénolique est utilisé pour définir des substances qui possèdent au moins un groupement hydroxyle (OH) substitué sur un cycle aromatique. Ce nom provient du composé parent le plus simple : le phénol (**Rezaire., 2012**)

En effet les composés phénoliques, constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connus (Lugasi et al ., 2003), elles sont présents dans toutes les parties des végétaux

supérieurs: racine, tiges, feuilles, fleurs, fruits (**Boizot et Charpentier., 2006**).

II.1.2. Propriétés physico-chimiques des composés phénoliques

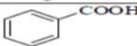
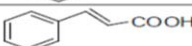
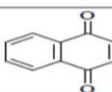
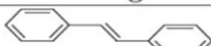
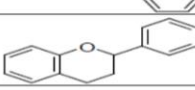
La présence d'un ou plusieurs cycles benzéniques hydroxylés chez tous les composés phénoliques est responsable de certaines propriétés communes utilisées pour les extraire à partir de matériels végétaux. Les polyphénols sont généralement extraits, selon leur solubilité, par les solvants polaires tels que l'éthanol, le méthanol, l'acétone et l'eau (**Macheix., 2005**) .

Tous les composés phénoliques des végétaux absorbent dans l'UV et certains d'entre eux comme les anthocyanes, flavonols, chalcones et aurones absorbent dans le visible et participent alors à la coloration des organes végétaux (fleurs, fruits). Leurs spectres d'absorption résultent en général de la présence combinée des cycles benzéniques des groupements hydroxyles et les différentes doubles liaisons portées par ces molécules. Les acides-phénols absorbent généralement entre [220-280 nm]. Le spectre d'absorption des flavonoïdes est caractérisé par deux gammes d'absorption, l'une de [320à 385nm] correspondant au cycle B, et l'autre comprise entre [250-285nm] correspondant au cycle (Matallah., 2014).

II.1.3. Principales classes

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes (Tableau) Les composés phénoliques sont commodément classés selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de base.

Tableau 1 : les principales classes des polyphénols (Rezaire, 2012**).**

Squelette carboné	Classe	Structures de base
C ₆	Phénols simples	
C ₆ -C ₁	Acides hydroxybenzoïques	
C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinnamique coumarines	
C ₆ -C ₄	Naphtoquinones	
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbènes	
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes	
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanes	
(C ₆ -C ₃) _n	Lignines	
(C ₆ -C ₃ -C ₆) _n	Tanins condensés	

a) Phénols simples et les acides phénoliques

Acides phénoliques

Ces composés possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique.

Ils sont dérivés principalement de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique (**Benhamou, 2012**).

Les phénols simples

Les phénols simples consistent en un cycle aromatique dans lequel un hydrogène est remplacé par un groupe hydroxyle. Leur distribution est répandue dans toutes les classes de plantes. Les propriétés générales des phénols simples sont bactéricides, antiseptiques et anthelminthiques. Les phénols les plus simples sont des structures en C6 consistant en un cycle aromatique avec des groupes hydroxyles attachés. Ceux-ci incluent le pyrogallol et l'hydroquinone (**Benabed., 2018**).

Les flavonoïdes

Ce sont le groupe le plus répandu et largement distribué de polyphénols végétaux, ont été découverts par Albert Szent-Györgyi.

Elles ont une squelette de base à quinze atomes de carbones, arrangés à une configuration C6-C3-C6 de type phényl-2-benzopyrane, qui se divisent en plusieurs sous familles différent par le degré d'oxydation et la substitution en position 3 et 4 du cycle pyranique C (**Benhammou, 2012**).

Selon les détails structuraux les flavonoïdes peuvent être divisés en différentes classes : anthocyanidines ; flavonoles; isoflavonoles; flavones; isoflavones; flavanes; isoflavanes; flavanols; isoflavanols; flavanones; isoflavanones aurones. Ces composés existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, c'est-à-dire liée à des oses et autres substances.

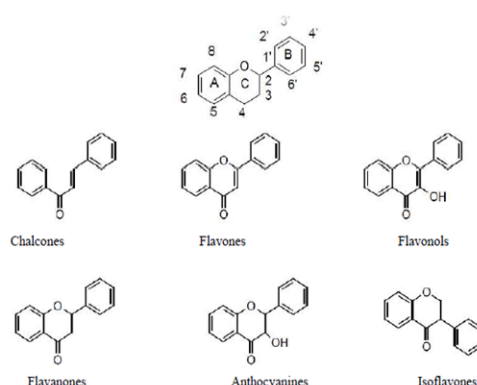


Figure 1: Principales classes des flavonoïdes

Les formes condensées

Les Tanins

Ils représentent un groupe hétérogène assez difficile à définir de façon rigoureuse et concise car il n'y a pas de structure chimique de base. Leurs structures chimiques sont en effet variées et rassemblées en famille en fonction d'activités communes.

De ce fait, toute classification chimique des tanins est forcément arbitraire. Cependant, on se réfère souvent à une distinction entre tanins hydrolysables et tanins condensés.

Les lignines

Ce sont des polymères phénoliques, ils jouent un rôle important en fournissant le soutien structurel aux plantes. C'est le deuxième polymère le plus abondant dans la nature, après la cellulose (Macheix, 2005).

II.1.4. Rôle et intérêt des composés phénoliques

Chez les humains

Les polyphénols fonctionnent également comme des modulateurs des voies de signalisation de l'inflammation. Les études menées chez l'homme sain ont montré que le suivi d'un régime riche en fruits et légumes était inversement corrélé aux marqueurs de l'inflammation dans le plasma (Achat, 2014).

La santé humaine est également intimement liée à cette classe de composés, car de nombreux composés médicinaux sont dérivés ou inspirés par les phénols des plantes. La curcumine diarylheptanoïde de *curcuma* (l'épice de curry), qui a de puissantes propriétés anti-inflammatoires et est utilisé dans le monde entier pour traiter l'arthrite et d'autres maladies inflammatoires (Benabed., 2018).

Chez les végétaux

Les composés phénoliques participent à deux principaux processus de l'activité des plantes: la photosynthèse et la respiration. Parmi les fonctions principales de composés phénoliques, c'est la pigmentation des plantes qui présentent une vaste gamme de couleurs qui attirent les insectes apportant le pollen. Encore, ils contribuent à la qualité organoleptique des aliments issus des végétaux (couleur, astringence, arôme, amertume) (Benladjaj, 2017).

Comme ils peuvent intervenir dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV) et dans certains aspects de la physiologie de la plante (Muanda, 2018).

II.2. Les huiles essentielles

II.2.1. Définition

Selon La norme **AFNOR NF T-75-006** l'huile essentielle comme un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydro distillation. L'huile essentielle est alors séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques.

L'huile essentielle (HE), ou essence végétale, se définit comme étant un liquide hydrophobe des composés odoriférants volatils sécrétés par une plante. Ce mélange complexe de diverses molécules (alcools, terpènes, cétones, etc.) est obtenu par distillation à la vapeur d'eau, expression ou distillation sèche (**Fernandez et Chemat, 2012**).

La quantité d'huile essentielle contenue dans les plantes est toujours faible, parfois très faible. Ceci explique le coût élevé des huiles essentielles, il est lié à la rareté et non au procédé d'extraction qui reste le même pour la plupart des plantes. Il faut parfois plusieurs tonnes de plantes pour obtenir un litre d'huile essentielle (**Bakchiche., 2014**). Ces huiles essentielles ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie l'aromathérapie (**Lamnaouer., 2002**).

II.2.2. Répartition et localisation des huiles essentielles

Les HEs sont largement répartis dans le règne végétal. Certaines familles en sont particulièrement riches : Conifères, Myrtacées, Ombellifères, Labiées, Composées (**Rhayour K., 2002**). Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs (bergamotier, tubéreuse), mais aussi feuilles (citronnelle, eucalyptus....) et bien que cela soit moins habituel, dans les écorces (cannelier), des bois (bois de rose ...), des racines (vétiver), des rhizomes (gingembre), des fruits (anis, badiane), des graines (muscade).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : cellules à huiles essentielles, poils sécréteurs, poches sécrétrices et canaux sécréteurs (**Sifi ., 2016 ; Bekhechi et Abdelomahid, 2010**).

II.2.3. Propriétés physico-chimiques

Les huiles essentielles sont constituées de molécules aromatiques de très faible masse moléculaire. Elles sont volatiles, odorantes et inflammables, liquides à température ambiante. Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est le plus souvent inférieure < 1 . Toutes les huiles essentielles sont peu solubles dans l'eau, solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée (optiquement active). Elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation

(Bruneton, 1999 ; Degryse et al., 2008).

Ce sont des produits stimulants, employés à l'intérieur du corps, quelque fois purs, généralement en dissolution dans l'alcool ou un solvant adapté (Bekhechi et Abdelomahid, 2010).

II.2.4. Composition chimique

La composition chimique des huiles essentielles révèle qu'il s'agit de mélanges complexes et variables de constituants, sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents (Boukhobza et Goetz., 2014).

▪ Les monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C_5H_8), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales (Bakkali et al., 2008 ; Bruneton, 2009.).

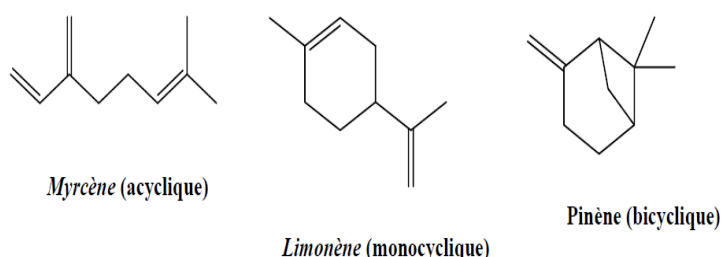


Figure 2: Structures de quelques Monoterpènes

▪ Les sesquiterpènes

Les sesquiterpènes (C_{15}) sont formés par l'assemblage de 3 unités d'isoprènes et ont pour formule moléculaire $C_{15}H_{24}$. Ils se trouvent principalement dans les parties aériennes des plantes. Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques (Bruneton, 2009).

Carbures mono ou polycycliques : β -Bisabolène, β -Caryophyllène, Longifolène) ;

En distingue :

- ✚ Alcools : Farnésol, Carotol, β -Santalol, Patchoulol, Eudesmol
- ✚ Cétones : β -vétivone, Nootkatone

- ✚ Aldéhydes : Sinensal
- ✚ Esters : Acétate de Cédryle.

▪ Composés aromatiques

Les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Dérivés du phénylpropane (C₆-C₃). Ces composés aromatiques constituant un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des huiles essentielles. Nous pouvons citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur de clou de girofle.

Il ya des sources végétal de composés aromatiques comme l'anis, la cannelle, le clou de girofle, le fenouil, la muscade, le persil, le sassafras, l'anis d'étoile, l'estragon et quelques plantes appartenant aux familles (Apiacées, Lamiacées, Myrtacées, Rutacées) (**Bakkali et al., 2008**).

▪ Les composés d'origines diverses

- Les composés d'origines diverses résultent de la transformation des molécules non volatiles (**Bruneton, 2009**).

- ✓ Des composés issus de la dégradation d'acides gras .
- ✓ Des composés issus de la dégradation des terpènes .
- ✓ Des composés azotés ou soufrés

II.2.5 .Extraction des huiles essentielles

Selon la définition de l'AFNOR et l'ISO, Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles .nous citerons les plus importants ,le choix de la méthode d'extraction des huiles essentielles dépendra de : Le rendement en huiles essentielles et sa composition (**Benjilali., 2004**)

La nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles)

La fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées (**Hellal., 2010**)

Quel que soit le type d'extraction utilisé, l'extraction des huiles essentielles d'origine végétale restent identiques. Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation (**Goudjil., 2016**) comme cela est illustré dans la figure

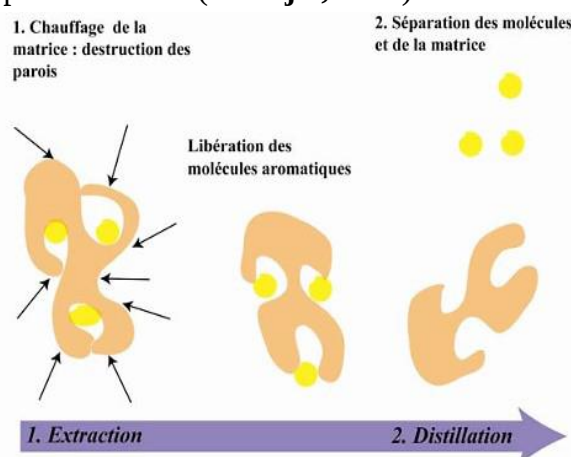


Figure 3 : Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle

Selon **Bruneton, 1993** les méthodes d'extraction des huiles essentielles sont: l'hydrodistillation simple l'entraînement à la vapeur, l'hydro-diffusion, l'extraction par CO₂

super critique et l'extraction assistée par micro-ondes.

Il ya plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles mais la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée c'est l'hydrodistillation.

▪ Hydro distillation simple

Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'HE se sépare de l'hydrolysate par simple différence de densité. (Lucchesi, 2005).

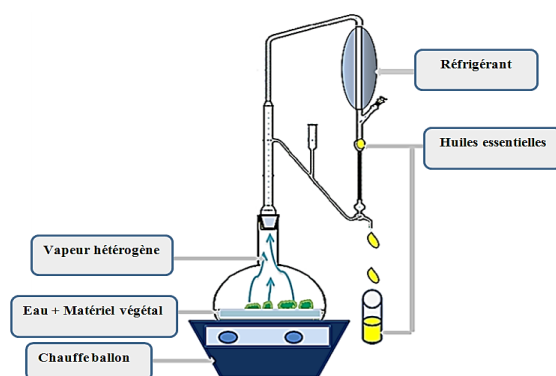


Figure 4 : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger (Bengana., 2018).

II.2.6. L'intérêt biologique des huiles essentielles

De nombreuses études traitant des activités des huiles essentielles sont citées dans des ouvrages, des journaux spécialisés ou présentées lors de congrès d'aromathérapie scientifique. Parmi ces activités, nous pouvons citer à titre d'exemple : Activité antimicrobienne, Activité antioxydant, Activité anticancéreuse et Activité anti-inflammatoires (sifi. 2016)

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants. Sa valeur tient à l'intégralité de ses constituants et non seulement à ses composés majoritaires. Dans notre étude, nous nous sommes focalisés qu'à deux activités biologiques : les activités Antioxydants, Antibactériennes

Le pouvoir antioxydant des huiles essentielles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Des études de l'équipe constituant le Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) de l'INRS-IAF, ont montré que l'incorporation des huiles essentielles directement dans les aliments (viandes hachées, légumes hachés, purées de fruit, yaourts...) où l'application par vaporisation en surface de l'aliment (pièce de viande, charcuterie, poulet, fruits et légumes entiers...) contribuent à

préserver l'aliment des phénomènes d'oxydation (**Goudjil., 2016**).

Quelques travaux ont rapporté que certaines huiles essentielles sont plus efficaces que les antioxydants synthétiques. Les effets antioxydants d'huiles essentielles et d'extraits des plantes sont dus principalement à la présence des groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (**Hussain., 2009**).

Depuis l'Antiquité, les extraits aromatiques des plantes ont été utilisés dans différentes formulations, comme pour les médicaments et la parfumerie. Les huiles essentielles ont été considérées comme les agents antimicrobiens les plus efficaces présents dans ces plantes (**El Kalamouni., 2010**)

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est principalement liée à leur composition chimique, en particulier de leurs composés volatils majeurs. Jusqu'à présent, il n'existe pas d'étude pouvant nous donner une idée claire et précise sur le mode d'action des HEs. Etant donné la complexité de leur composition chimique, tout laisse à penser que ce mode d'action est assez complexe et difficile à cerner du point de vue moléculaire. Il est très probable que chacun des constituants des HEs son propre mécanisme d'action (**Goudjil., 2016**)

Les composés présentant la plus grande efficacité antibactérienne et le plus large spectre sont des phénols : Thymol, Carvacrol et Eugénol ...etc. (**Zhiri., 2006**).

D'une manière générale, l'action des huiles essentielles se déroule en trois phases :

- ✓ Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- ✓ Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- ✓ Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie

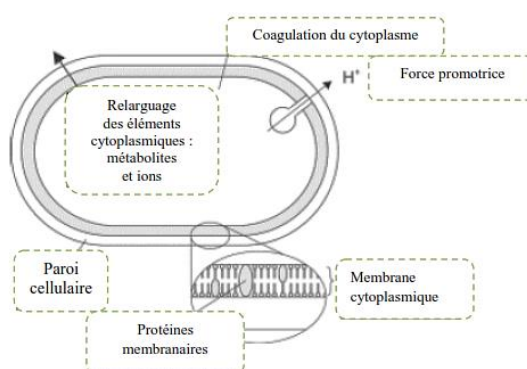


Figure 5: Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne (**Burt, S., 20**

I. 1 *Artemisia judaica*

I.1. genre *Artemisia*

L'armoise ou le genre *Artemisia* comprend quelques 400 espèces, réparties sur les cinq continents (Bencheqroun, et al, 2012). Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées : c'est l'un des genres les plus répandus et les plus étudiés de cette famille (Moharram et al.2021). Plus d'une dizaine d'espèces ont été déterminées en Algérie certaines sont rares et disséminées en hautes montagnes, ou cantonnées dans certaines limites; d'autres sont au contraire particulièrement abondantes et répandues sur de grandes étendues (Baba Aissa, ,2000).

Des espèces *Artemisia* ont été la source des remèdes (Lim et al. 2013), telles que *l'Artemisia herba alba*, *l'Artemisia Campestris*. Historiquement, l'armoise a été un genre productif dans la recherche de nouveaux composés biologiquement actifs.

I.1.1. Position systématique

La systématique d'*Artemisia judaica* est présentée dans le tableau 2

Tableau 2 : systématique d'*Artemisia judaica* Tela Botanica. (2013)

Règne	Plantae
Embranchement	ermatophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia judaica</i>

I.1.2. Description botanique

Un semi-arbuste vivace très rameux formant de grosses touffes de 60 à 80 centimètres de haut, aux petites feuilles argentées et aux capitules jaune pale. Les inflorescences sont plus grosses que celles des autres armoises. Plante très parfumée (Benchelah, 2004). Les tiges sont plus ou moins ligneuses. Elle a des capitules jaunes bombés, jaune pâle, assez gros. Les petites feuilles très divisées sont couvertes d'un duvet argenté (Quezel et Santa, 1963).



Figure 6 : photographie de l'espèce *Artemisia judaica* L. (al Yasmîna. 2020)

Période de floraison : Janvier-avril (Tela Botanica, 2019).

Floraison : Jaunes à jaune pâle (Ouyahia, 1995).

I.1.3. Répartition géographique

Il y a près de 250 espèces d'armoise de genre polymorphe au monde, Ils sont largement distribués dans les régions arides, en particulier dans l'Ouest des États-Unis les prairies asiatiques et les régions arides du Nord-Ouest de la région d'Himalaya. On le trouve également en Afrique du Sud et en Amérique du Sud Au Sahara central, *Artemisia judaica* L ssp. sahariensis pousse dans la chaîne montagneuse du Hoggar de 1200 à 1800 mètres d'altitude. Elle possède une très forte odeur. Cette espèce est répandue au Sahara Oriental, très présente au Sahara central (elle pousse en masse à In-Amenas et à Tamanrasset : villes situées à 1900 km au sud d'Alger), mais elle se fait plus rare dans l'Est du Sahara septentrionale (Maire, 1934).

I.1.4. Propriétés et usages traditionnelle

La plante a été utilisée pour traiter les troubles de la peau-le système immunitaire affaibli ; l'athérosclérose le cancer et l'arthrite (Merdfi., 2019). Ramdane et al., (2015) indiquent que *Artemisia judaica* L est utilisée comme infusion et préparation de décoction par les habitants du Hoggar à usage interne pour traiter les helminthiases, les maladies digestives (vomissements, constipation et coliques, les maladies nerveuses, les maladies respiratoires, la fièvre, l'ictère et la dysménorrhée).La poudre de la partie aérienne est utilisée pour le traitement des allergies, des mycoses, des plaies et des pellicules. *Artemisia judaica* L ssp. Sahariensis représente des propriétés médicinales et aromatiques. La plante est utilisée en infusion ou en décoction, ou parfois séchée, transformé en poudre, puis avalé avec une petite gorgée d'eau pour lutter contre les maladies digestives et la grippe, elle a également des effets anti-diarrhéiques et insectifuges (Sahki et al., 2004).

A Djanet, quand les raisins sont mûrs, plusieurs rameaux sont accrocher dans les vignes pour éliminé les insectes et elle joue un rôle prophylactique de premier plan : nouet au bras du

bébé (**Benchelah et al., 2004**). En plus des utilisations traditionnelles, *Artemisia judaica* L possède également plusieurs propriétés biologiques telles que l'activité antioxydant, antibactérienne, antifongique, antivirale et Anti-inflammatoire ; les données récoltées sont présentées dans le tableau suivant

Tableau 3 : Les activités biologiques d'espèces d'*Artemisia judaica* L

Activité biologique	Références
Antifongique / insecticide	Abdelgaleil et al .,2008
Antifeedant	att et al .,2001
Fumigatif , insecticide	d-elhad ,2012
Antibactérienne anti-inflammatoire et antipyrétique	Gaby et al .,2000

I.2 *Cymbopogon schoenanthus*

I.2.1. Position systématique

Tableau 4 : systématique de *Cymbopogon schoenanthus*

Règne	Plantae
Embranchement	Tracheophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Poales
Famille	Poacéae
Genre	<i>Cymbopogon</i>
Espèce	<i>mbopogon schoenanthus</i>

Noms communs :

- Arabe: Adkhar, El Lemad, Idjhir
- Anglais : Foin
- Français : Schoenanthé, Paille de la Mecque (**Molino, 2005**).

I.2.3. Description botanique

Cymbopogon schoenanthus est une plante cespiteuse densément touffue et généralement aromatique. Ses chaumes arrondis sont dressés, ses feuilles sont souvent grossières, linéaires, étroites et arrondies à la base. Les racèmes sont courts, géminés, plus ou moins recouverts par leurs spathéoles et réunis en panicules contractées, souvent denses, à rachis articulé et fragile.

C'est une herbe vivace ou pérenne (elle poursuit son développement pendant plusieurs années); elle peut fleurir tous les ans ou seulement de temps en temps dans certaines

circonstances. Rappelons qu'à l'opposé les espèces annuelles accomplissent tout leur cycle, de la graine à la graine, en une seule saison (**Sambourou, 1995**). Plante vivace d'origine tropicale et afro-asiatique, elle est très répandue dans tout le Sahara (**Benchelah, 2004** ; **Gregory, 2012**). En représenté localement dans le Sahara algérien (**Molino, 2005**).



Figure 7 : Photographie d'espèce *Cymbopogon schoenanthus*

I.2.4. Propriétés et usages traditionnelle

Cymbopogon schoenanthus Est une herbe aromatique culinaire utilisée dans plusieurs préparations de viande et de salade ou servi avec le thé en raison de son arôme agréable et localisée dans d'Afrique du Nord, cette plante également utilisé dans la médecine populaire (**Mahmoud, 2013**). Selon **Katikia, 2012** *Cymbopogon schoenanthus* appartient à la famille Poacée (graminées) à un caractère sédatif, des propriétés digestives et aromatiques, avec son effet insecticide.

I.3 *Pituranthos Scoparius*

I.3.1. Position systématique

Tableau 5 : systématique de *Pituranthos Scoparius*

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Eudicots
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	<i>Pituranthos</i>
Espèce	<i>uranthos scoparius</i> (Coss. & Dur.) Benth. & Hook

Noms vernaculaires

Nom en français : - *Pituranthos* à balai (IUCN, 2005)

Noms en arabe : Guezzah, Tattai (Quézel et Santa, 1963)

I.3.2. Description botanique

Pituranthos scoparius Benth et Hook, appelée en arabe « Guezzah » est une plante vivace aphyllé, éphédroïdes, à tiges souvent très ramifiées, ses tiges décombantes, longues de 40-80 cm, florifères avec des fleurs blanches à ombelles latérales et pédoncule court (1 -3 cm) (Quézel et Santa, 1963).

Elle a une taille de 60 à plus de 1 m de haut, plante vivace poussant en touffes importantes, ramifiées à la base. Feuilles divisées à 2 ou 3 lanières étroites à la base de la plante. Fleurs à pétales verdâtres à nervure dorsale pubescente et large, fruits poilus. Les fleurs sont

Regroupées en ombelles à longs pédoncules, la tige florale comporte des ramifications (Ozenda, 2004).



Figure 8 : Photographie d'espèce *Pituranthos scoparius* (Sahara d'Algérie)

I.3.3. Propriétés et usages traditionnelle

P. scoparius appelée localement « guezzah » ou « Tattai » dans la région de Tamanrasset. Les Touareg qui vivent dans le désert Algérien du Tassili et Hoggar, utilisent cette plante comme arôme dans leur alimentations (Gourine et al., 2011), En médecine traditionnelle les tiges et les feuilles de *P. scoparius* sont utilisées pour le traitement de la rougeole, le rhumatisme, l'asthme, l'ictère, les troubles digestifs Elle est utilisée aussi contre les morsures de vipères et les piqures de scorpions, certains recommandent l'application locale de la poudre des feuilles en cataplasme qui soulagerait également les douleurs rhumatismales (Adida et al., 2014).

P. scoparius est communément appelée aussi « Tattai » par les Touaregs qui utilisent cette plante pour aromatiser les préparations culinaires ainsi que le pain (Benchelah et al. 2000).

Chapitre III

GÉNÉRALITÉS SUR LES ACTIVITÉS BIOLOGIQUES ÉTUDIÉES

III. Radicaux libres et pouvoir antioxydant

Définition

Le stress oxydant est communément défini comme un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités anti-oxydantes d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire. Il semble que la vraie origine d'un stress oxydant ne soit pas la génération d'ERO elle-même, mais le déséquilibre spatiotemporel entre la production d'ERO et leur élimination.

L'équilibre peut être rompu lorsque la production est trop importante ou lorsque les systèmes de détoxification sont trop peu présents ou mal localisés (**Bakchich., 2015**).

Dans les conditions quotidiennes normales, les espèces réactives oxygénées (ERO) sont produites en faible quantité comme des médiateurs tissulaires ou des résidus des réactions énergétiques ou de défense, et cela sous le contrôle de systèmes de défense adaptatifs par rapport au niveau de radicaux présents. Dans ces conditions, on dit que la balance pro-oxydant / antioxydant est en équilibre. Cette dernière peut être rompue pour diverses raisons en faveur du système pro-oxydant, et est alors à l'origine d'un stress oxydant (**Favier., 2003**).

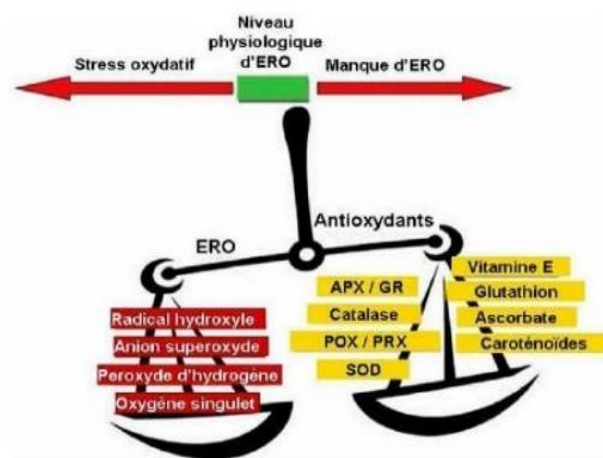


Figure 9 : Schématisation de la balance entre les espèces réactives oxygénées(ROS) et les antioxydants (**Pourrut, 2008**).

Les radicaux libres

D'après Larousse médical, les radicaux libres sont des molécules présentes dans certaines cellules et possédant en périphérie un électron célibataire (isolé et se libérant facilement). Les radicaux libres peuvent être exogènes (rayons ultraviolets, rayonnements ionisants,

xénobiotiques, ozone, etc.), ou ils peuvent être produits par des processus cellulaires normaux: respiration mitochondriale **(Hechifa et Merad., 2016)**

Les radicaux libres sont des atomes, ou un groupe d'atomes, avec un nombre impair d'électrons sur la loge extérieure, et ils peuvent se former quand l'oxygène interagit avec certaines molécules **(Pelli et Lyly, 2003)**.

Au niveau des ERO peuvent avoir différentes sources cellulaires, mais la mitochondrie représente une source importante **(Bonnefont-Rousselot, 2014)**.

Les sources endogènes des radicaux libres existent dans la chaîne respiratoire mitochondriale des cellules aérobies humaines (NADH déshydrogénase) **(Aurousseau, 2002)**. Des radicaux libres peuvent également se former dans le réticulum endoplasmique. Dans les muscles, les sites de production comprennent également les lysosomes, les peroxysomes, les noyaux et le réticulum sarcoplasmique, le sarcomère et le sarcoplasme. Il existe de nombreuses sources étrangères: l'oxygène et les rayonnements (rayons ultraviolets, rayons gamma) et certaines toxines comme la bléomycine, benzopyrène, les polluants atmosphériques **(Thiebault et al. 1998)**.

L'ensemble des radicaux libres primaires est souvent appelé "espèces réactives de l'oxygène (ERO)". Cette appellation n'est pas restrictive. Elle inclut les radicaux libres de l'oxygène proprement dit (radical superoxyde ($O_2^{\bullet-}$), radical hydroxyl ($OH^{\bullet}$), monoxyde d'azote ($NO^{\bullet}$)), mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante (l'oxygène singulet (1O_2), peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), nitroperoxyde ($ONOO^-$)) **(Alain Favier, 2003)**.

Les radicaux libres peuvent être formés à partir de substances endogène et exogène.

Différentes sources de radicaux libres sont citées comme suit :

- ✓ Les neutrophiles et les macrophages durant l'inflammation
- ✓ Les rayons UV, les rayons X, les radiations gamma et les micro-ondes
- ✓ Durant les réactions de transport d'électrons dans les mitochondries
- ✓ Le cytochrome oxydase mitochondriale, la xanthine oxydase, et par la peroxydation lipidique
- ✓ Le métabolisme de l'acide arachidonique, plaquettes... etc.
- ✓ L'interaction avec les produits chimiques, les échappements d'automobiles et la Fumée de cigarette
- ✓ La brûler de la matière organique pendant la cuisson, les feux de forêt et les activités volcaniques.

- ✓ Les effluents industriels, les produits chimiques en excès, la consommation des produits alcooliques et certains médicaments, certains pesticides et herbicides, certains ions métalliques, toxines fongiques et xénobiotiques (**Betroune et al ., 2017**)

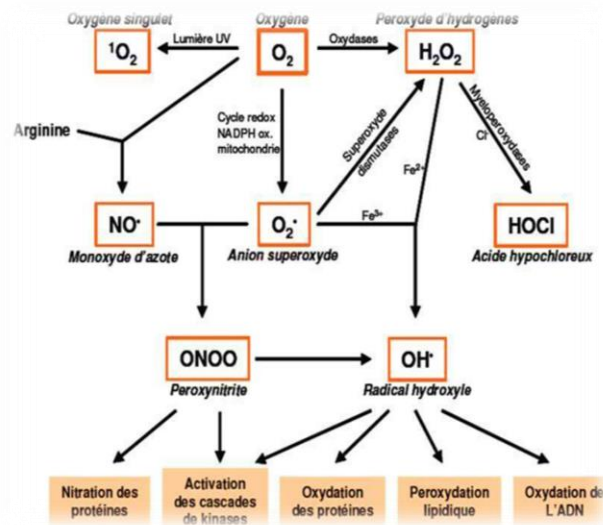


Figure 10 : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène
Impliqué en biologie (**Alain Favier, 2003**)

Les antioxydants

Les antioxydants sont l'ensemble des molécules susceptibles d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces réactives de l'oxygène. Ils peuvent agir en réduisant ou en dismutant ces espèces, en les piégeant pour former un composé stable, en séquestrant le fer libre ou en générant du glutathion (**Favier, 2003**).

L'antioxydant est une substance est capable de ralentir ou d'inhiber l'oxydation d'une autre substance (**Boubekri, 2014**).

D'après **Halliwell., 1994**, les mécanismes de l'action d'un antioxydant peuvent comprendre :

- ✚ Le piégeage direct des ROS.
- ✚ L'inhibition des enzymes et la chélation des traces métalliques responsables de la production de ROS.
- ✚ La protection des systèmes de défense antioxydants.

Les antioxydants endogènes (enzymatiques).

Enzymes ou protéines antioxydantes (Superoxydedismutase, Catalase et Glutathion peroxydase) élaborés par notre organisme avec l'aide de certains minéraux. Elles sont présentes en permanence dans l'organisme mais leur quantité diminue avec l'âge (**Mika et al, 2004**).

Tableau 06 : Les antioxydants endogènes (enzymatiques).

Antioxydant endogène	Description
Les catalases (CAT)	Sont des enzymes majoritairement peroxysomales catalysant la dismutation du peroxyde d'hydrogène (Arora et al., 2002)
Les peroxydases (POX)	Sont une large famille multigénique d'enzymes hémiques catalysant la réduction d'un substrat oxydé en utilisant de nombreux co-substrats comme donneurs d'électrons.
Les superoxydes dismutases (SOD)	sont des métallo-enzymes se retrouvant dans l'ensemble du monde du vivant. Elles catalysent la dismutation de deux anions superoxydes en dioxygène et peroxyde d'hydrogène (Arora et al, 2002).
Les peroxyredoxines (PRX)	sont des peroxydases non hémiques contenant un résidu cystéine au niveau de leur site catalytique. Les PRX sont des éléments essentiels du système de détoxification des espèces réactives de l'oxygène.
Glutathion peroxydase (GPX)	Elle agit en synergie avec la SOD puisque son rôle est d'accélérer la dismutation du H ₂ O ₂ en H ₂ O et O ₂ .

Les antioxydants exogènes

De nombreuses molécules issues de notre alimentation : vitamines, nutriments, composés naturels, ... sont considérés comme des antioxydants.

La vitamine C :

L'acide ascorbique est l'un des principaux antioxydants hydrosolubles présents dans les fluides intra- et extracellulaires (Vertuani et al., 2004). La vitamine C est antioxydant vis-à-vis des radicaux O₂·, OH· et RO₂· (Moussard, 2006).

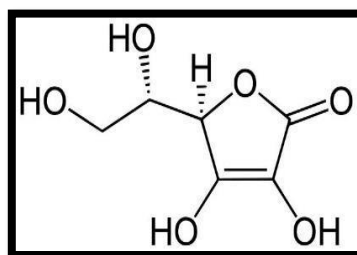


Figure 11 : Structure de la vitamine C

La vitamine E

La α -tocophérol ou La vitamine E est le principal antioxydant liposoluble vis-à-vis du radical RO_2 . (Moussard, 2006). Le terme vitamine E englobe différents isomères, l' α -tocophérol étant l'antioxydant le plus efficace, notamment dans la détoxification des radicaux peroxydes et alkoxydes et donc dans la prévention des réactions en chaîne de la peroxydation lipidique (Ré et al. 2005).

Antioxydants d'origine végétale

Les caroténoïdes et les polyphénols constituent de vastes familles de composés (plusieurs centaines) parmi lesquels se trouvent le β -carotène, l'acide caféique et la quercétine. Les caroténoïdes et les polyphénols sont généralement de bons capteurs de radicaux hydroxyles $\cdot OH$ et peroxydes $RO_2 \cdot$. Ils sont donc susceptibles d'inhiber les chaînes de peroxydation lipidique, mais d'une manière moins efficace que celle de l' α -tocophérol. En outre, les caroténoïdes ont un rôle spécifique de capteur d'oxygène singulet 1O_2 , ce qui leur permet d'exercer une protection vis-à-vis des dommages induits par les rayons ultraviolets de la lumière solaire (Gardès-Albert et al. 2003).

Les composés phénoliques (Ph), et en particulier les flavonoïdes, sont des métabolites secondaires des plantes caractérisés par une structure commune de type 2-phénylbenzopyrane. Leur capacité antioxydante réside dans leur faculté à « terminer » les chaînes radicalaires par des mécanismes de transfert d'électrons et de protons, et à chélater les ions des métaux de transition capables de catalyser la peroxydation lipidique (Figure 12) (Schroeter et al., 2002; Leopoldini et al., 2011)

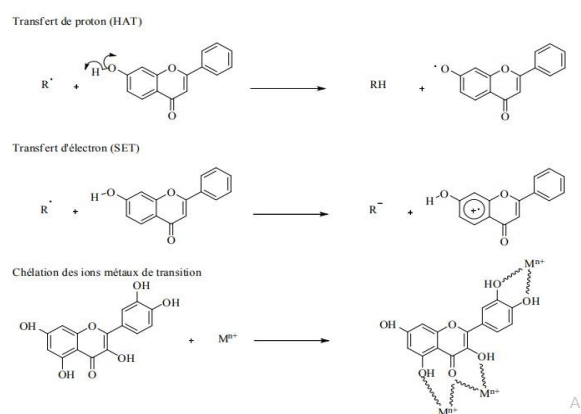


Figure 12 : Mécanismes d'action antioxydant des composés phénoliques (Leopoldini et al., 2011)

Les antioxydants synthétiques :

Un grand nombre d'antioxydants synthétiques ont été développés dans la chimie de polymères puis dans la technologie de l'alimentation pour éviter le rancissement durant la

conservation. En plus des tocophérols (naturels), certains antioxydants de synthèse sont largement utilisés comme additifs alimentaires. Le butylhydroxyanisole BHA, le tertiarybutylhydroquinone (TBHQ), le butylhydroxytoluène BHT; le propylgallate PG. Ce sont des dérivés phénoliques qui agissent comme la vitamine E (Noureddine., 2012).

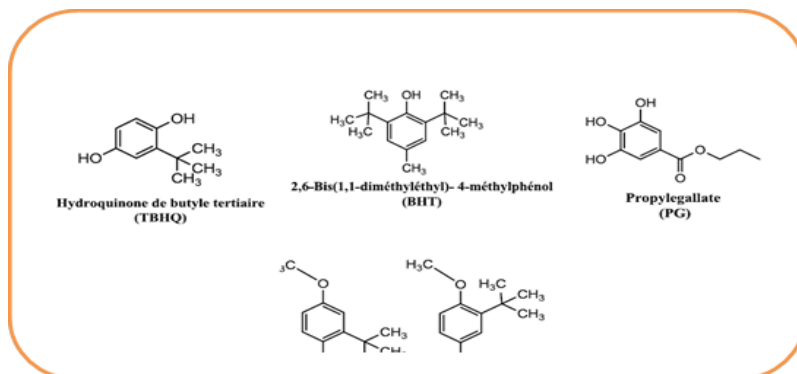


Figure 13 : structures chimiques de quelques antioxydants synthétiques

Méthodes d'évaluation des activités antioxydantes

L'activité antioxydante des composés phénoliques provient de leur capacité à donner un électron ou un hydrogène, et de délocaliser un électron impair à l'intérieur de leur structure aromatique. Ils protègent ainsi les molécules biologiques contre l'oxydation. Les propriétés anti-oxydantes des composés phénoliques *in vitro* peuvent être évaluées grâce à plusieurs méthodes telles que l'ORAC (Oxygen Radical absorbance capacity) qui sert à évaluer la capacité antioxydante d'un aliment, l'ABTS (le balayage du radical cation 2,2'-azino-bis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonate), le FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) mesure la capacité réductrice de ce radical stable en présence d'antioxydants. (Tri Vuong., 2009 ; Krishnaiah et al., 2010, Liu., 2010).

Matériels et méthodes

Notre travail de recherche a été réalisé au sein de laboratoire de la biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de l'agronomie, Université Ammar Thléldji Laghouat.

I.1 Situation géographique de station d'étude et les plantes étudiées

Choix des plantes

Les plantes étudiées ont été choisies essentiellement sur leur disponibilité au niveau du territoire national, sur son usage en pharmacopée traditionnelle locale, et sur ses propriétés biologiques. Les plantes *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Pituranthos scoparius* sont récoltées pendant le mois de février 2021 au Sahara Algérien dans la région de Tazrouk (Latitude NS 23°25'10.641'', Longitude EO 6°15'57.206'') de la Wilaya de Tamanrasset (Hoggar) (**Figure 19**).

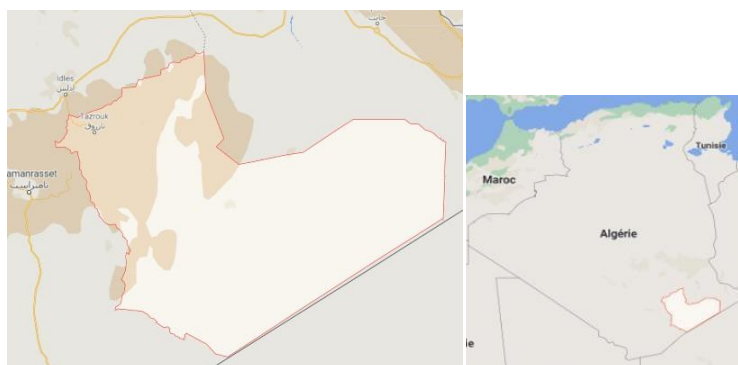


Figure 14 : Situation géographique de station d'étude

I.1.3. Les produits chimiques

Le méthanol, l'éthanol, réactif de Folin-Ciocalteu, carbonate de sodium, le 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH), acide gallique, l'acide 2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline)-6-sulfonique (ABTS), K₂S₂O₈ persulfate de potassium, 2,4,6-tris-2,4,6-tripyridyl-2-triazine (TPTZ), acide acétique, acétate de sodium, acide ascorbique, carbonate de sodium sont fournis par Fluka. Les autres produits chimiques sont de grade analytique.

Méthodes expérimentales :

Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation

Après la collecte, le nettoyage et le séchage des plantes, nous avons procédé à l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation (Figure 20). Pour cela, 100 g de

plantes broyées est introduite dans un ballon contenant 1 litre d'eau distillée placé dans un chauffe ballon. Après ébullition, les composés volatils sont alors entraînés par la vapeur d'eau qui sera par la suite condensées dans un réfrigérant puis elles sont récupérées dans une ampoule à décanter et l'huile essentielle se sépare par simple différence de densité. Les huiles essentielles sont conservées, dans des tubes en verre bien scellés et recouverts d'aluminium, au réfrigérateur à 4 °C et à l'abri de la lumière Pour éviter leur dégradation.



Figure 15 : Montage du dispositif d'hydrodistillation.

Rendement de l'extraction

Le rendement en HE est le rapport entre le poids de H.E extraite et le poids de la biomasse végétale à traiter. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = \left(\frac{P_h}{P_v} \right) \times 100$$

Avec :

R = rendement en H.E en %.

p_h = poids de H.E en gramme.

p_v = poids de biomasse végétale en gramme

Extraction des composés phénoliques

Cette étape consiste à extraire le maximum des substances actives contenues dans les plantes en utilisant le méthanol comme solvant organique. 10 g de la poudre est ajoutée dans un flacon contenant 100 de méthanol. Après macération sous agitation pendant 24 heures à température ambiante, le macérat est filtré à l'aide du papier filtre puis le filtrat obtenu est évaporé à sec à 45°C à l'aide d'un rota vapeur.

Le résidu sec obtenu est solubilisé dans du méthanol pour une concentration de 200mg/ml et sera conservé à 4°C jusqu'à utilisation.

Détermination du rendement

Le rendement d'extraction (%) a été calculé comme suite :

$$R (\%) = \left(\frac{P_1 - P_0}{E} \right) \times 100$$

Avec :

R (%) : Rendement exprimé en %.

P1 : poids de ballon rempli en (g).

P0 : poids du ballon vide.

E : poids de la poudre végétale en (g).

II.3.1. Dosage des polyphénols

a. Principe

La teneur en polyphénols totaux des extraits phénoliques des différentes plantes étudiées a été Déterminée par la méthode décrite par **Slinkard et Singleton 1977**. Ces auteurs ont utilisé la méthode de FolinCiocalteu pour calculer la teneur en polyphénols d'un extrait végétal.

Cette méthode est basée sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune, constitué de polyhétérocycles acides contenant l'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et l'acide phosphomolybdique($H_3PMo_{12}O_{40}$), dont la réaction est :

Oxydation des phénolates → réduction des polyhétérocycles→ formation d'un complexe molybdène (Mo_8O_{23})-tungstène (W_8O_{23}) stable bleu qui absorbe fortement à une longueur d'onde de l'ordre 765 nm. L'intensité de cette coloration est directement proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (**Boizotet Charpentier, 2006**).

b. Protocol expérimentale

Une prise de 40 µl d'extrait convenablement dilue est mise dans un tube en Présence de 3.16 ml d'eau distillé et 40 µl d'extrait, on ajoute ensuite 0.1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu. Après agitation vigoureuse, 1 ml de solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) ont été ajoutées (favoriser un milieu alcalin pour déclencher la réaction d'oxydoréduction). L'absorbance, Après une incubation de 30 min à 40° C, l'absorbance par référence à une gamme étalon obtenue avec l'acide gallique, est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible, contre un blanc.

Les teneurs en phénols totaux dans les extraits sont exprimées en milligramme (mg) équivalent d'acide gallique par gramme du poids de la matière sèche (MS) (mg EAG/ g MS). Une courbe d'étalonnage ($y=ax$) (Figure 2) a été réalisée en parallèle par l'acide gallique à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les échantillons.

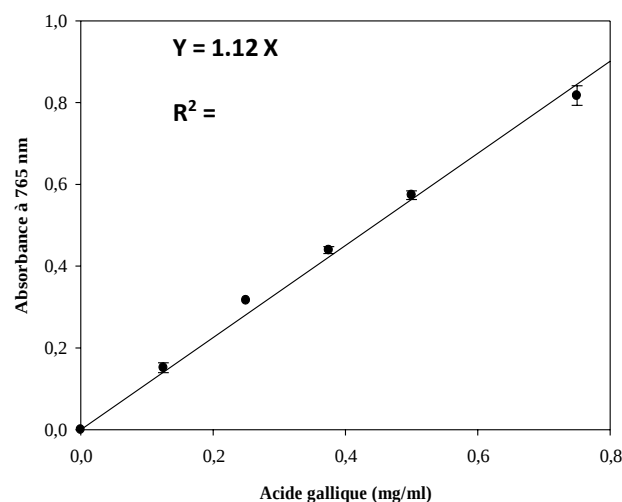


Figure 16 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Evaluation de l'activité antioxydante

Les antioxydants présentent une grande diversité moléculaire agissant contre les processus d'oxydation. Afin d'évaluer l'activité antioxydante des extraits, trois tests ont été réalisés pour les huiles essentielles et les composés phénoliques : test DPPH• (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), test ABTS•+ et le test FRAP (TPTZ).

Evaluation de l'activité antioxydante et anti radicalaire

Le test du DPPH

Principe de test

C'est une méthode plus utilisée pour l'évaluation de l'activité antioxydant.

Le DPPH ou 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle agit en tant qu'un radical libre stable efficace réduit par un antioxydant, montrant un spectre d'absorption à 517 nm avec une couleur violette, la réduction de ce radical nous donne la coloration jaune.

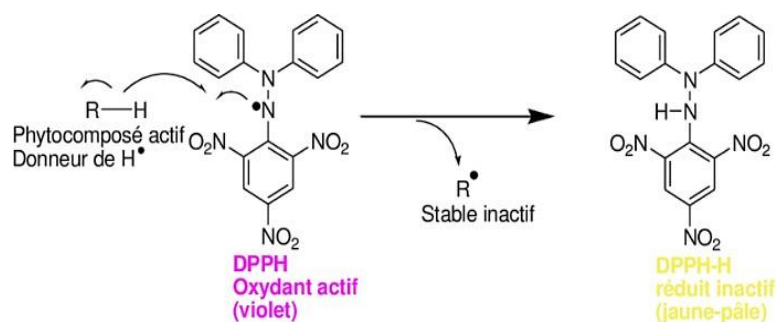


Figure 17 : Mécanisme de piégeage du radical DPPH (Konan *et al.*, 2017).

Protocole expérimental

La préparation de la solution mère par le mélange de 0.9 ml méthanol et 0.1ml d'extrait. On fait la manipulation avec deux dilutions d'échantillon d'essai avec des concentrations croissantes différentes, Dans un tube à essai, une quantité de 1.5 ml de DPPH[•] préparé dans du méthanol pur a été ajoutée à 100 µl d'extrait méthanolique à des concentrations croissantes. Après incubation pendant 20 min à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance des échantillons est lue à l'aide d'un spectrophotomètre calibré à 517nm.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition, calculés suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange, selon la formule :

$$I (\%) = \left(\frac{A_b - A_e}{A_b} \right) \times 100$$

Où :

A_e : Absorbance de la solution de DPPH[•] en présence d'extrait.

A_b : Absorbance de la solution de DPPH[•] sans d'extrait.

Les graphes de pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations des échantillons, nous Permettent d'obtenir la quantité d'antioxydant nécessaire pour diminuer la concentration DPPH[•] initiale à 50%. Cette valeur est appelée la concentration efficace EC₅₀ et parfois notée IC₅₀. Une faible valeur d'EC₅₀ correspondant à une grande efficacité de l'extrait

Méthode de piégeage du radical libre ABTS

Ce test basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS^{•+} de coloration vert bleu en le transformant en ABTS incolore.

Le radical préformé $\text{ABTS}^{\bullet+}$ est généré en présence des ions persulfates.

$\text{ABTS} + \text{Ions persulfates} \longrightarrow \text{ABTS}^{\bullet+}$

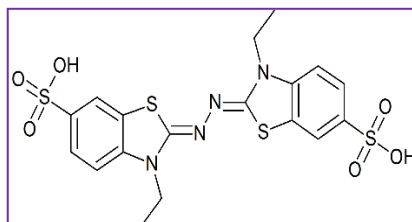


Figure 18 : Structure du L'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)

Cette méthode est basée sur la capacité des composés à piéger le radical-cation $\text{ABTS}^{\bullet+}$. Le radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ est formé par oxydation de l'ABTS incolore avec le persulfate de potassium $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$. En présence de Trolox (ou d'antioxydant donneur de $\text{H}\cdot$), le radicale d'azote concerné piège un Conduisant à l' ABTSH^+ , ce qui entraîne la décoloration de la solution.

L'absorbance résiduelle du radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ est mesurée à 734 nm après 6 minutes.

Ce test est simple, opérationnel, reproductible, et peut être utilisé dans différents milieux.

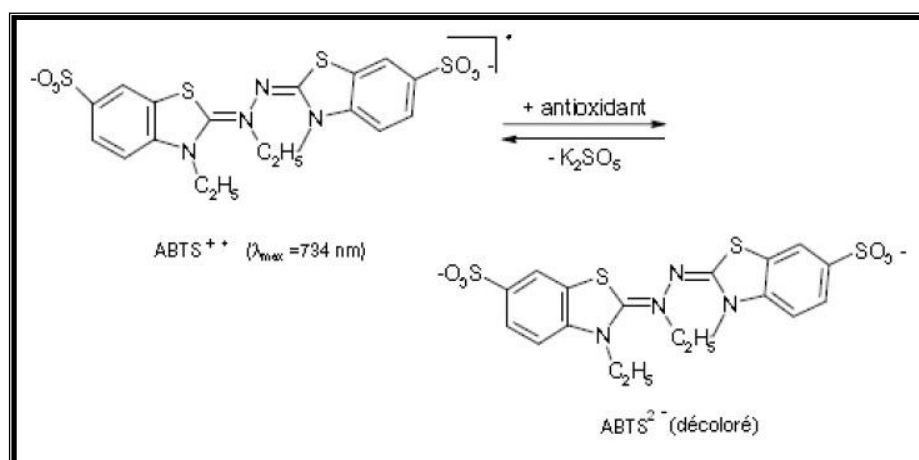


Figure 19: Réaction du radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ en présence d'un antioxydant

Protocole expérimentale

Une solution du radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ à 7mM est préparée dans l'eau distillée contenant 2,45mM de persulfate de potassium. Le mélange a été mis en incubation à l'obscurité pendant 12 h à température ambiante. La solution d' $\text{ABTS}^{\bullet+}$ obtenue est diluée dans du méthanol de manière à ce que l'absorbance du mélange soit d'environ 0,7 à 734 nm (Gouzi et al. 2013).

Dans des tubes à essai, 100 μL de chaque dilution de l'extrait est mélangé avec 950 μL de la solution d'ABTS^{•+}. Le mélange est incubé à l'obscurité pendant 5 min. L'absorbance est mesurée par un spectrophotomètre UV Visible à 734 nm. L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positif.

L'activité d'inhibition du radical ABTS est calculée selon la formule suivante:

$$A(\%) = \left(\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right) \times 100$$

Avec:

A_0 : Absorbance de l'ABTS (seul)

A_1 : Absorbance de l'ABTS + échantillon à tester.

La concentration inhibitrice de 50% des radicaux ABTS (IC_{50}) est calculée de la même manière que celle effectuée pour le radical DPPH.

Le test de FRAP (ferric reducing antioxidant power)

Principe

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. Le pouvoir réducteur des échantillons a été mesuré par la méthode FRAP, en utilisant du tripyridyltriazine (TPTZ) selon la méthode décrite par **Benzie et Strain (1996)**. Le test FRAP est plus utilisé dans l'évaluation de l'activité antioxydante des produits naturels.

La réduction d'un complexe tripyridyltriazine ferrique $[(\text{Fe}(\text{III})\text{-TPTZ})_2]$ en un complexe tripyridyltriazine ferreux $[(\text{Fe}(\text{II})\text{-TPTZ})_2]$ par un antioxydant (AH), à un pH de 3,6 engendre l'apparition d'une couleur bleue avec une absorbance maximale à $\lambda = 593\text{nm}$.

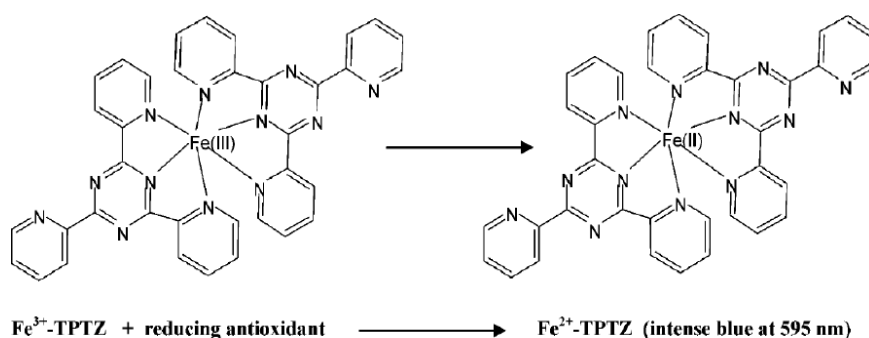


Figure 25: La réaction FRAP et le complexe $\text{Fe}^{3+}\text{-TPTZ}$

Mode opératoire

Une solution fraîche du réactif FRAP est préparée par mélange de 2,5 ml de la solution du TPTZ (10 mM dans 40 ml HCl) avec 2,5 ml du $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (20 mM) et 25 ml du tampon acétate (300 mM d'acétate de sodium, pH conduit à 3,6 par l'acide acétique). 1 ml du réactif FRAP, préalablement incubé à 37°C, sont mélangés avec 70 μl d'eau distillée et 0.1 ml de l'échantillon (avec dilutions appropriées) dans le méthanol. Après incubation à 37 °C pendant 30 minutes, l'absorbance a été mesurée à 593 nm contre le blanc. Les résultats sont exprimés en valeurs IC₅₀ qui est calculée à partir de la courbe d'absorbance en fonction de la concentration de l'échantillon.

Analyses des données

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne $\pm$ écart type (n=2). Les courbes d'étalonnages et des activités antioxydante et antiradicalaire des extraits méthanoliques et des HE des 3 plantes aromatique et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) sont effectuées à l'aide du logiciel SigmaPlot (SigmaPlot for Windows Version 11.0, Copyright 2008 Systat Software, Inc.)

Résultats et discussion

I. Les extraits phénoliques

Rendement d'extraction

Le méthanol est un solvant très efficace pour l'extraction des composés phénoliques relativement polaires et des polyphénols des plantes (**Zeng et al., 2012**). Par conséquent, nous avons utilisé ce solvant pour la préparation des extraits bruts de nos plantes.

Le poids du résidu sec de chaque plante varie en fonction de l'espèce végétale, la composition chimique des échantillons et la nature du solvant et de sa polarité.

D'après le tableau (7), le rendement d'extraction des composés phénoliques obtenus qui varient de 1.9 % à 7 %. L'espèce *Artemisia judaica* donne clairement le meilleur rendement d'extraction (7 %) suivie par *Pituranthos scoparius* (5.2 %). Le rendement le plus faible est celui de la plante *Cymbopogon schoenanthus* (1.9 %).

Tableau.7 Les rendements d'extraction des extraits méthanoliques de trois plantes étudiées

Plante	Partie utilisée	Couleur	Rendement d'extraction (%)
<i>Pituranthos scoparius</i>	Parties aériennes	Vert	5.2 %
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	Parties aériennes	Vert	1.9 %
<i>Artemisia judaica</i>	Parties aériennes	Vert	7 %

Sobti et al. (2016). et **Aous (2015)** ont obtenus respectivement des rendements d'extraction de 4,23 et 8.4% pour *Cymbopogon schoenanthus* avec l'éthanol et le méthanol comme solvants d'extraction.

D'autre part, le rendement en extrait méthanolique de *Pituranthos scoparius* est supérieur par rapport à ceux obtenu par **Tahraoui (2014)** à partir la partie aérienne de la même espèce qui sont de 3,5%. Nos résultats sont relativement similaires par rapport à ceux trouvés par **Adida (2015)**. D'autre part, **Bochuoka (2016)** a obtenu une teneur de 12.66 % avec d'autre espèce *Pituranthos schloranthus* utilisant le méthanol comme solvant d'extraction.

Les rendements d'extractions observées dépendent à la fois du choix de la plante et du solvant d'extraction utilisé.

Le rendement d'extraction est tributaire de plusieurs facteurs qui peuvent influencer les performances de l'extraction, tels que la taille des particules, la nature du solvant, la température, le temps d'extraction et le degré d'agitation.

2. Teneurs en polyphénols totaux

Les polyphénols sont des composés fortement hydroxylés que l'on retrouve dans diverses fractions d'extraits végétaux. Ils ont la capacité d'absorber les radicaux libres dans les systèmes biologiques. Ce qui fait de ces composés de potentiels agents antioxydants (Hagerman et al., 1998).

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique, exprimée en mg d'acide gallique/g résidu sec. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 08.

Tableau 8 : Les teneurs en polyphénols totaux des extraits méthanolique de trois plantes.

Plante	Polyphénols totaux (mgEAG/g résidu sec)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	119,37±2,65
<i>Artemisia judaica</i>	69,46±2,27
<i>Pituranthos scoparius</i>	106,07±3,53

EAG : Equivalent Acide Gallique

On remarque d'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus, que l'extrait méthanolique de *Cymbopogon schoenanthus* est le plus riche en composés phénoliques par rapport aux extraits de *Pituranthos scoparius* et d'*Artemisia judaica*.

Nos résultats sont relativement similaires par rapport à ceux trouvés par Sobti et al. (2016). Ces auteurs rapportent que le teneur en polyphénol totaux de l'extrait d'*Artemisia judaica* est 65,28 mg EAG/g en utilisant l'éthanol comme solvant d'extraction.

D'après Aous(2015), le dosage des phénols totaux de l'extrait méthanolique de *C. schoenanthus* à différent région fourni des teneurs variant entre 21.1 et 45.3 mg. EAG/g d'extrait. La plus faible valeur a été enregistrée pour l'échantillon de Béchar et la plus élevée pour celui de Tamanrasset.

Comme nous l'avons déjà précédemment signalé, les travaux sur les extraits de *C. schoenanthus* sont rares. Khadri et al. (2010) qui rapporte une teneur en phénols totaux de 47, 5±1.5 mg EAG/g extrait.

Nos valeurs sont plus élevées par rapport aux teneurs déterminées par Adida (2015), dans les différentes fractions de l'extrait hydro-méthanolique de *Pituranthos Scoparius* récolté de Bécher qui sont de : 10,35 ± 0 mg EAG/ g ES de polyphénols dans la fraction acétate d'éthyle et 10,05± 0,020 mg EAG/ g ES dans la fraction de butanol.

Le méthanol reste le solvant de choix pour extraire les antioxydants d'une plante selon **Sun et ses collaborateurs (2007)**.

Le travail mené par **Bouaziz et son équipe** sur 25 espèces collectées au sud de la Tunisie, montre que l'extrait d'hexane, d'acétate d'éthyle et de méthanol obtenus par extraction au Soxhlet et l'extrait aqueux obtenu par macération des parties aériennes de la plante *P. schloranthus* donnent respectivement des teneurs en phénols totaux de l'ordre de 175 ± 57 , 380 ± 46 ; 314 ± 38 et 372 ± 45 mg EPy/100g d'extrait (**Bouaziz et al., 2009**).

La teneur en composés phénoliques variant en fonction de la saison de culture et de récolte, les conditions climatique et environnementales, la localisation géographique, la maturité de la plante et la durée de conservation, ainsi que les méthodes d'extraction et des dosages différentes. (**Bentahar et al., 2012**).

A la lumière de ces résultats, on peut en déduire que nos extraits sont très riches en polyphénols. Nous pouvons dire que le solvant d'extraction ainsi que l'espèce végétale utilisée et la différence dans la composition en composés phénoliques de chaque échantillon influent sur les teneurs en polyphénols totaux.

II. Huiles essentielles

1. Caractéristiques :

Les huiles essentielles des trois plantes étudiées sont très aromatiques, liquides et d'une couleur jaune clair à jaune foncé. Les caractères organoleptiques de ces trois espèces végétales sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Caractéristiques organoleptiques des différentes espèces étudiées (**Original., 2021**)

Plantes	Couleur	Odeur
<i>Artemisia judaica</i>	Jaune Foncé	Forte
<i>Pituranthos scoparius</i>	Jaune pâle	Forte
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	Jaune claire	Très Forte

Selon **Afnor (2000)**, les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, elles sont plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau.

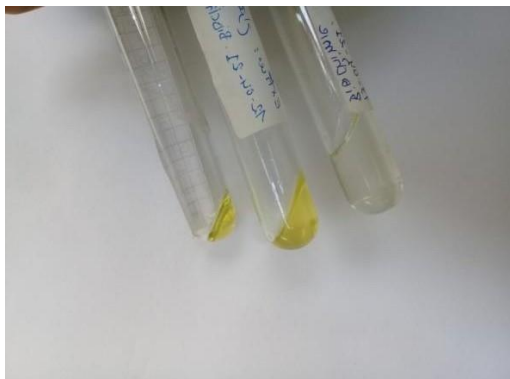


Photo 1 : Extrait des huiles essentielle après hydrodistillation.

2. Le Rendement en huiles essentielles

Le rendement des huiles essentielles des trois plantes aromatique extraites par le procédé d'hydrodistillation à donner les résultats représentés dans le tableau ci-dessous. Le rendement de *Pituranthos scoparius* est le plus élevé (1.2%) par rapport à l'*Artemisia judaica* et *Cymbopogon schoenanthus* avec les rendements respectifs 0.7% et 1.05 %.D'après **le tableau 10**, on remarque que la teneur en huiles essentielles d'*Artemisia judaica* L obtenue par hydro distillation, diffère d'une étude à une autre.

Tableau 10 : Le rendement d'extraction des huiles essentielles des plantes aromatiques étudiées
(Original., 2021).

Plante	Rendement (%)	Densité
<i>Artemisia judaica</i>	0.7 %	0.18
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	1.05 %	0.17
<i>Pituranthos scoparius</i>	1.2 %	0.18

D'après **le tableau 10**, on remarque que la teneur en huiles essentielles d'*Artemisia judaica* L obtenue par hydro distillation, diffère d'une étude à une autre.

En Algérie, Des résultats proches de ceux trouvés par **Ramdane et al. (2017)** 0.96 % et **Dob et Chaabane, (2006)** à 0.7%. Ces valeurs sont supérieures à celles trouvé en Lybie (0,62%) par **Janackovic et al. (2015)**, mais inférieur à celui signalé en Jordanie (1,62%) par **Abu-Darwrish et al. (2016)**.

Cette différence de rendement entre plantes peut s'expliquer en fonction de l'origine géographique de la plante, des conditions et de la durée de stockage, et de la période de récolte (**Zeragui et al., 2019**).

Les huiles essentielles de *C. schoenanthus* ont été obtenues par hydrodistillation. Elles Présentent un aspect liquide et une couleur jaune clair. En comparant nos résultats de teneur en huiles essentielle *C. schoenanthus* 1.05 (%) avec ceux enregistrés par **Hadef et al. (2015)**. Nous remarquons que le résultat que nous avons obtenu est un peu supérieur celle de l'Est algérien où la teneur en huile essentielles est 0,4%.

Cependant, d'autres travaux antérieurs rapportent des rendements en huile essentielle de l'espèce *C. schoenanthus* nettement supérieurs à nos résultats, allant de 1,9 jusqu'à 4,6% (**Pavlović et al., 2016 ; Yagiet al., 2016 ; Hellali et al., 2016 ; Kadri et al., 2017 ; Aous et al., 2019**).

L'extraction des composés volatils de *P. scoparius* récolté dans d'autres régions de l'Algérie a donné des rendements variables entre 0.4 - 3 %. En effet, l'huile essentielle de l'espèce de Batna a donné un rendement (0.47 %) est inférieur de celui de notre espèce par contre celle de Biskra était plus riche en composés volatils, il a été estimé à (2.29 %) (**Lograda et al., 2013**).

Les différences observées pour les teneurs au niveau des mêmes espèces, peuvent être liée aux différences du climat, la nature du sol, la situation géographique, la saison de récolte ainsi que les méthodes d'extraction utilisée.

III. Pouvoir antioxydant des extraits phénoliques et huiles essentielles

Dans cette partie, on a étudié l'activité antioxydant des différents extraits (extrait phénoliques et huiles essentielles) de différentes parties des plantes par sept techniques, *in vitro*, afin de localiser les extraits qui présentent le plus d'activité. Il s'agit de DPPH•, ABTS•+, FRAP, Comme il n'existe pas de mesure absolue de la capacité antioxydant d'un composé, les résultats sont souvent comparés à des antioxydants de synthèse, à savoir l'acide ascorbique.

L'activité antioxydante des composés phénoliques

Test de piégeage du radical libre DPPH

L'activité antioxydante des extraits méthanolique des trois plantes étudiées et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violet (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517 nm.

(Serigne et al., 2017). L'effet scavenger des extraits vis-à-vis du radical DPPH• est exprimé par la concentration inhibitrice IC₅₀ qui correspond à la concentration des extraits nécessaire pour inhiber ou réduire 50% de la concentration initiale du DPPH•. Une IC₅₀ faible représente l'activité anti radicalaire la plus élevée (Molyneux, 2004).

L'activité est considérée comme une diminution de l'absorbance de l'échantillon par rapport à la solution standard de DPPH. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires.

Les résultats du pouvoir antioxydant des extraits testés montrent que le pourcentage d'inhibition des extraits d'*Artemisia judaica* et *C. schoenanthus* est supérieur à 90% à des concentrations de l'ordre de 0.18 et 0.3 mg/mL respectivement. À partir de cette figure, nous constatons que le pourcentage de réduction du radical DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration. (Figure 21).

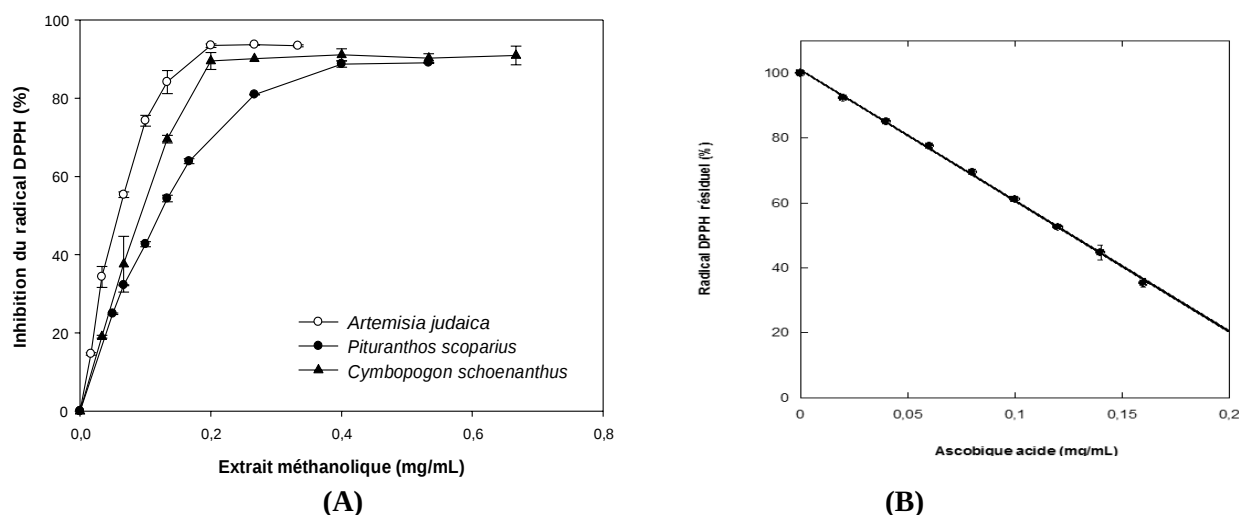


Figure 21 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations des extraits méthanolique de trois plantes aromatique (A) et de l'acide ascorbique (B).

En Algérie, des résultats proches de ceux trouvés par Haddouchi et al 2016, ont trouvé que l'extrait de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Pituranthos scoparius* qui a donné un PI de l'ordre de 68,61 et 58,05 % à une concentration de 100 µg/ml respectivement.

Dans le but d'une comparaison entre le pouvoir antioxydant des extraits méthanolique de trois plantes aromatique, les valeurs IC₅₀ ont été calculées où IC₅₀ est la concentration de l'extrait nécessaire pour réduire la concentration initiale de DPPH à 50% dans les conditions expérimentales. L'activité de piégeage du radical DPPH est plus élevée pour une valeur IC₅₀ plus faible (Nandhakumar, 2012).

D'après les valeurs de IC₅₀, le classement de l'efficacité des extraits est le suivant : *Artemisia judaica* > Acide ascorbique > *Cymbopogon schoenanthus* > *Pituranthos scoparius*. Ces capacités sont Supérieure ou presque égales à celles de l'AA. Cependant, l'extrait de *Pituranthos scoparius* révèle une capacité faible.

Tableau 11: Les valeurs d'EC₅₀ des activités antioxydantes de l'extrait méthanolique de trois plantes aromatiques et de l'acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS, et FRAP_(TPTZ).

Plante	DPPH (IC ₅₀ ; mg/ml)	ABTS (IC ₅₀ ; mg/mL)	FRAP(TPTZ) (IC ₅₀ ; mg/mL)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	0.16±0.00	0.08±0.00	0.27±0.01
<i>Artemisia judaica</i>	0.05±0.00	0.10±0.00	0.39±0.03
<i>Pituranthos scoparius</i>	0.32±0.02	0.42±0.03	1.06±0.07
Acide ascorbique	0.12	0.0016	-

Nous avons comparé nos résultats avec le travail mené par **Khadri et al.** sur la même espèce de la Tunisie, qui a montré une activité antioxydante plus élevée en piégeant le radical DPPH, avec une valeur de CI₅₀ de 17, 9 µg/ml. Cependant, une autre étude réalisée par **Roriz et al.** (2021) sur *Cymbopogon citrate* a trouvé une faible capacité à piéger le radical DPPH par rapport à nos résultats.

D'après **Elsharkawy et al (2017)**, l'extrait d'*A. Judaica* à une valeur IC₅₀ égale à 0.56 mg/mL. Ces valeurs est plus supérieur que nos résultat (0.05 mg/ml).

A la lumière de résultats précédents, Peut dire L'activité anti radicalaire et qui peut être variable en fonction de certains facteurs écologiques comme le sol, l'humidité, la sécheresse, ou en fonction de la période de la récolte de la plante, ainsi que la partie utilisée.

La capacité de piégeage du radical DPPH par l'extrait méthanolique des plantes aromatique peut être expliqué par la présence des composés plus donneur d'hydrogène ou aux composés phénoliques non polaires comme les caroténoïdes et les tocophérols (**Barros et al., 2008 ; Mui et al., 1998 ; Bondet et al., 1997**).

Activité de piégeage du radical ABTS

Le radical cation ABTS^{•+} est une méthode spectrophotométrique courante pour la détermination du pouvoir antioxydant des composés. Ce chromogène (bleu vert) est facile à utiliser, possède une sensibilité élevée et permet l'analyse rapide de l'activité antioxydante d'un grand nombre d'échantillons.

La formation du radical cation ABTS constitue l'une des méthodes spectrophotométrique de base pour la mesure de l'activité antioxydante des substances pures en solution, des mélanges aqueux et les boissons (Miller, 1996).

La technique améliorée pour la génération de l'ABTS^{•+} décrite ici implique la production directe du chromophore ABTS^{•+} bleu/vert par la réaction entre le radical cation ABTS^{•+} et le persulfate potassium (Mandade et al., 2011).

L'activité de piégeage est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical libre ABTS^{•+} (Figure 22). L'activité de piégeage de l'ABTS par les trois extraits méthanolique est faible par rapport à celle observée avec l'acide ascorbique.

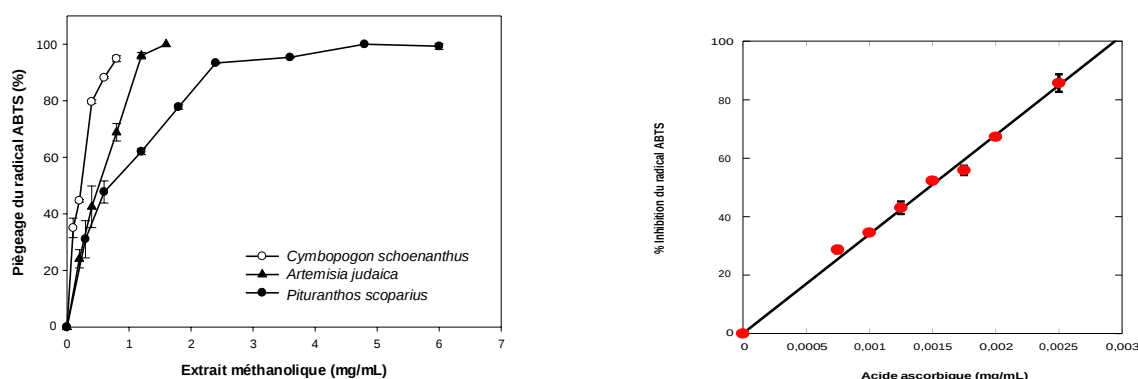


Figure 22 : Courbes représentant la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extraits méthanolique de trois plantes aromatique (A) et de la concentration d'acide ascorbique (B).

A partir des résultats indiqués dans la Figure 22, on constate aussi que la capacité de piégeage de l'ABTS^{•+} par l'extrait méthanolique de *Cymbopogon schoenanthus* est la plus élevée valeur par rapport aux deux autres espèces. Par conséquent, cette espèce puissent contenir des composés phénoliques de poids élevé et peuvent être considéré donc comme une excellente source de piégeur du radical cationique.

Allam et al. (2019) ont signalé que les valeurs IC₅₀ du piégeage du radical ABTS par l'extrait méthanolique et acétate d'éthyle d'*Artemisia judaica* de Tamanrasset sont respectivement 15.07 et 18.09 µg/mL. Ces auteurs suggèrent que les polyphénols et les flavonoïdes responsables à cette activité antioxydante.

D'après les résultats regroupés dans le Tableau (1) IC₅₀, l'acide ascorbique possède un pouvoir antioxydant plus élevé par rapport aux extraits méthanolique de trois plantes aromatiques étudiées.

Test FRAP (TPTZ)

La capacité des extraits méthanolique des trois plantes à réduire les ions ferriques a été déterminé à l'aide du test FRAP. Le changement de l'absorbance à 593 nm est dû à la formation d'un complexe coloré bleu Fe^{2+} -tripyridyltriazine (TPTZ) à partir de la forme incolore oxydée Fe^{3+} sous l'action des antioxydants donneurs d'électrons.

D'après la Figure(23), on constate que les extraits méthanolique de *Cymbopogon schoenanthus* à un pouvoir réducteur du Fe^{3+} le plus élevé par rapport aux autres extraits des plantes étudiées. Par conséquent, l'extrait de *C. schoenanthus* est le plus riche en composés donneurs d'électrons.

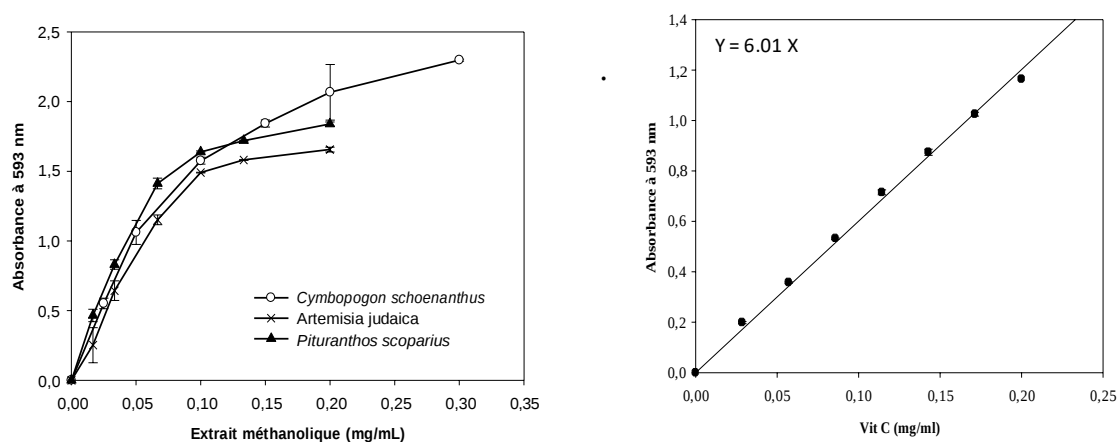


Figure 23: Résultats de la réduction du complexe fer ferrique tripyridyltétriazine (TPTZ- Fe^{3+}) par les extraits méthanolique de trois plantes aromatiques (A) et de l'acide ascorbique (B).

D'après les résultats indiqués dans le tableau (12), on remarque que les extraits méthanolique de *C. schoenanthus* un pouvoir antioxydant le plus élevé par rapport aux autres espèces donc il est capables de réduire l'ion Fe^{3+} en Fe^{2+} . Le pouvoir antioxydant des plantes est due à leur richesse en composés phénoliques et en flavonoïdes qui possèdent des propriétés antioxydantes (Goh et al. 2010).

IV. L'activité antioxydante des huiles essentielles

IV.1 Le test du DPPH

Différentes concentrations d'huile essentielle ont été employées pour chaque plante, et les pourcentages d'inhibition ont été calculés pour chaque concentration.

Les graphes représentant les pourcentages d'inhibition en fonction de la concentration (Figure 24) nous ont permis de déterminer les valeurs des IC₅₀ ; Ces valeurs correspondent aux concentrations nécessaires en substrat (dans ce cas en huile essentielle) pour piéger 50% du radical libre DPPH• (Molyneux,2004).

L'activité antioxydante *in vitro* des huiles essentielles des plantes étudiées a été évaluée par la méthode de test de DPPH. Le profil d'activité anti-radicalaire de chaque huile testé vis-à-vis du radical DPPH est présenté dans la figure ci-dessous.

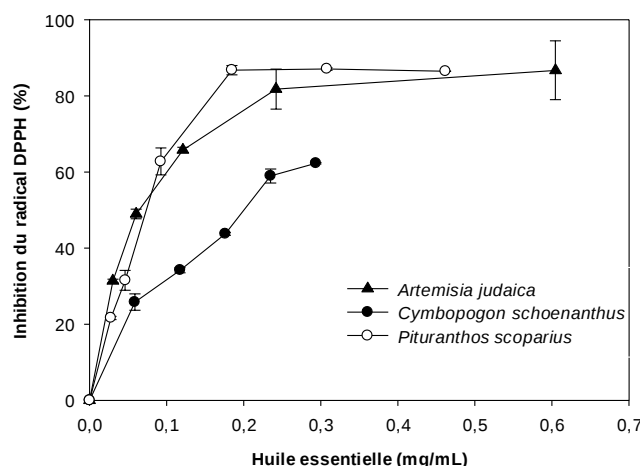


Figure 24 : Les résultats de l'activité antioxydante des trois huiles essentielles étudiées mesurée par la méthode de DPPH (Original., 2021).

Les profils de l'activité anti radicalaire obtenus révèlent que les huiles essentielles testées possèdent une activité dose-dépendante.

Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires. Les résultats du pouvoir antioxydant des extraits des huiles essentielles de l'espèce testés montrent que le pourcentage d'inhibition des extraits d'*Artemisia judaica* et *Pituranthos scoparius* égale à 90 % à des concentrations de l'ordre de 0.45 et 0.19 mg/ml respectivement. (Figure 24).

Nos résultats sur *Cymbopogon sch* sont en accord avec ceux trouvé par Aous. (2015) .ont trouvé que Les différents échantillons d'huiles essentielles ont manifesté une très faible capacité inhibitrice du radical DPPH• par rapport à l'antioxydant de synthèse (BHT) même pour des concentrations très élevées (1500 et 2000 mg/L).

Le tableau 13 renferme les valeurs des IC₅₀ des différents échantillons d'huiles essentielles ainsi que les valeurs des IC₅₀ de quelques antioxydants de référence, en guise de comparaison. Les huiles essentielles étudiées dans ce travail ont montré des IC₅₀ supérieures à celles des antioxydants de référence, ce qui signifie une activité antioxydante plus faible.

Tableau 12 : Les valeurs d'IC₅₀ des activités antioxydantes de l'extrait HE de trois plantes aromatique et de l'acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS, et FRAP(TPTZ).

Huile essentielle Test	DPPH (IC ₅₀ ; mg/ml)	ABTS (IC ₅₀ ; mg/mL)	FRAP _(TPTZ) (IC ₅₀ ; mg/mL)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	0.2±00	5.85±0.0848	0
<i>Artemisia judaica</i>	0.068±0.004242	2.56±0.1202	0.265±0.021213
<i>Pituranthos scoparius</i>	0.0755±0.000707	2.02±0.05656	0

L'huile essentielle la plus active a été celle de l'espèce d'*Artemisia judaica* et *Pituranthos scoparius* avec une valeur d'IC₅₀ de 0,068mg/ml et 0,0755 mg/ml respectivement. Cependant, en comparaison avec les antioxydants standards (IC₅₀ = 0,12 mg/ml), les huiles essentielles des deux plantes aromatiques testés s'avèrent plus actives.

Mahmoud A. et al (2021), Zeragui et al. (2019) et Hellali et al., (2017) ont trouvé les valeurs IC₅₀ du test DPPH pour l'huile essentielle de *Artemisia judaica* L, 1.24 mg/ml 3,94 et 3,63 mg/mL, respectivement. Plusieurs facteurs peuvent influencer sur les valeurs des IC₅₀, tel que le solvant utilisé, la concentration de la solution du DPPH et la durée d'incubation (**Sharma et Baht, 2009**).

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par **El-Massry et al. (2002)**. Ces auteurs suggèrent que le thymol et le carvacrol sont à l'origine des activités anti-radicalaires et antioxydantes d'huile essentielle de *Artemisia judaica* L.

La présence d'une activité antioxydante dans l'huile essentielle peut être expliquée par sa composition chimique, plus spécialement par les composés oxygénés qui possèdent un groupement hydroxyle (OH) capable de céder son proton qui sera capté par le radical libre DPPH[•].

IV.2 Résultats de la méthode ABTS•+

Pour évaluer l'activité antioxydant de nos extraits, nous avons utilisé une méthode récente basée sur la réaction entre un radical cationique stable ABTS•+ (Générateur de radicaux libres) et l'huile essentielle.

Le test ABTS est souvent utilisé dans l'évaluation de la puissance antioxydante totale des composés simples et des mélanges complexes d'extraits de diverses plantes.

La mesure de l'absorbance a été faite par spectrophotométrie à $\lambda=734$ nm. Cette absorbance peut être Utilisée, pour les solvants organiques et aqueux, comme un indice qui reflète l'activité antioxydante des extraits d'huile essentielle.

Les résultats de l'activité anti radicalaire déterminée à l'aide du test de l'ABTS sont résumés dans le (Tableau 13). Le paramètre EC_{50} en mg/ml a été calculé pour chaque extrait des HE. Plus la valeur d' IC_{50} est petite plus la capacité antioxydante de nos extraits est importante. La Figure (25) montre que la capacité de piégeage de l'ABTS^{•+} par les extraits HE de Deux plantes *Artemisia judaïca* L et *Pituranthos scoparius* est significativement élevée par rapport autre plante.

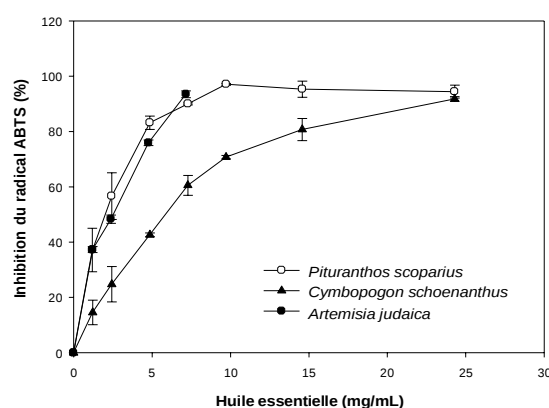


Figure 25 : Courbes représentant la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extraits HE de trois plantes aromatique.

Le tableau 13 montre les valeurs des IC_{50} des différents extraits testés déterminés à partir des graphes représentant le pourcentage d'inhibition en fonction de la variation en concentration de chaque extrait HE. Les extraits issus de l'*Artemisia judaïca* L et *Pituranthos scoparius* ont donné les valeurs d' IC_{50} les plus faibles, donc ce sont les extraits possédant l'activité antioxydante la plus forte par rapport au total des extraits testés.

Hellali et al., (2017) ont signalé que les valeurs IC_{50} du piégeage du radical ABTS par HE de l'*Artemisia judaïca* sont 2.09 et 2.56 mg/mL. Ces valeurs sont proches par rapport à nos résultats.

Selon Hammoudi et al .(2015), les IC_{50} de la capacité antioxydante de l'huile essentielle *Deverra scoparia* et du Trolox sont $1,12 \pm 0,06$ $\mu\text{g/mL}$ et $25 \pm 0,001$ $\mu\text{g/mL}$ respectivement. Ces résultats sont en accord avec ceux déjà publiés sur les plantes du genre *Deverra* (**Neffati et al., 2009**) selon lesquels les huiles essentielles des espèces de ce genre constitueraient une bonne source d'antioxydants naturels.

IV.3 La méthode FRAP

L'activité antioxydants de nos extraits a été évaluée, par la méthode FRAP, basée sur la réduction de fer ferrique présent dans le complexe TPTZ en fer ferreux. Cette technique est rapide, facile et reproductible, pour cela elle est très utilisée pour distinguer les extraits les plus actifs (Karagözler et al., 2008). La Figure 26 montre les résultats obtenus du test FRAP des huiles essentielles.

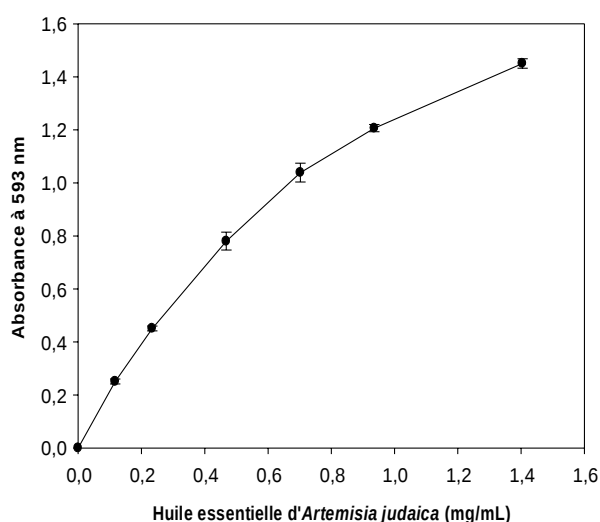


Figure 26 Résultats de la réduction du complexe fer ferrique tripyridyltétriazine (TPTZ-Fe³⁺) par les extraits HE de trois plantes aromatique.

Concernant les huiles essentielles, l'huile d'*A. Judaica* ($IC_{50} = 0.265 \pm 0.02$ mg/mL) a montré une activité antioxydante important. Par contre l'huile essentielle de *Pituranthos scoparius* et *Cymbopogon sch* n'a présentée aucune activité antioxydante vis-à-vis du test FRAP.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvé par (Hellali et al., 2005). Ces auteurs ont trouvé que l'huile essentielle de *C. schoenanthus* ne possède aucune activité antioxydante vis-à-vis du test FRAP.

Conclusion et perspectives

De nos jours, l'utilisation des plantes médicinales aromatiques a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale et devient aussi importante que la chimiothérapie. Ce regain d'intérêt vient d'une part du fait que les plantes aromatiques représentent une source abondante de substances et de composés naturels bioactifs.

Ce travail portera sur l'étude phytochimique et l'évaluation des activités antioxydante et antiradicalaire des extraits phénoliques et des huiles essentielles de trois plantes aromatiques (*Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Pituranthos scoparius*) de la région de Tamanrasset.

Les teneurs en composés phénoliques totaux révèlent que la teneur la plus élevée des polyphénols est constatée dans l'extrait méthanolique du *Cymbopogon schoenanthus*.

Les résultats des tests de piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS ont montré que les extraits méthanoliques des deux plantes *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* sont le pouvoir anti radicalaire et antioxydant les plus élevés. Par contre, l'huile essentielle de *Artemisia judaica* a le pouvoir antioxydant et antiradicalaire le plus puissant par rapport aux autres huiles essentielles.

L'extrait méthanolique du *Cymbopogon schoenanthus* et l'HE d'*Artemisia judaica* sont capables de réduire fortement l'ion Fe^{3+} en Fe^{2+} par rapport aux autres extraits.

On peut dire que les plantes aromatiques d'Algérie peuvent être considérées comme étant une excellente source naturelle d'antioxydants très utiles dans le domaine agroalimentaire comme conservateurs.

Afin de compléter notre étude, il serait envisageable d'identifier les molécules responsables de l'activité antioxydante et antiradicalaire des plantes par l'analyse chromatographique en phase liquide à haute performance et par chromatographie en phase gazeuse.

Il serait également intéressant de réaliser d'autres activités biologiques des extraits des différentes plantes comme l'activité antimicrobienne, anticancéreuse et anti-inflammatoire.

Références bibliographiques

- Arora A., Sairam R., Srivastava G. 2002.** Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current Science*, 82, 1227-1238.
- Adida H., Frioui E., Djaziri R., Mezouar D.** In vitro antibacterial activity of *Pituranthos scoparius* from Algeria *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 20148(5): 2095-2108.
- Abu-Darwish M. S., Cabral C., Gonçalves M. J., Cavaleiro C., Cruz M. T., Zulfiqar A., & Salgueiro, L. 2016.** Chemical composition and biological activities of *Artemisia judaica* essential oil from southern desert of Jordan. *Journal of ethnopharmacology* 191: 161-168.
- Al-Qudah, M. A., Onizat, M. A., Alshamari, A. K., Al-Jaber, H. I., Bdair, O. M., Muhaidat, R., Al-Bataineh, N. (2021).** Chemical composition and antioxidant activity of Jordanian *Artemisia judaica* L. as affected by different drying methods. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 482-492.
- AFNOR**, Recueil de normes : les huiles essentielles, Monographies relatives aux huiles essentielles ». Vol. Tome 2. 2000, paris .
- Aurousseau, B., (2002).** Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage : conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits. *INRA Prod. Anim.*, 15(1) , 67-82.
- Abd-Elhady H.K. (2012).** Insecticidal activity and chemical composition of essential oil from *Artemisia judaica* L. against *Callosobruchus Maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of plant protection research*, Vol. 52, 3.
- Abdelgaleil S.A.M., Abbassy M.A., Belal A.S.H., Abdel Rasoul M.A.A.. (2008).** Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of *Artemisia judaica* L. *Bioresource Technology*, 99: 5947-5950.
- Alyasmina 2020 .** Revue botanique <https://alyasmina.org/alyasmina-2020/hoggar-tefedest.pdf> .
- Aous W, Benchabane O, Outaleb T, Hazzit M, Mouhouche F, Yekkour A, Baaliouamer A. 2019** Essential oils of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. from Algerian Sahara: chemical variability, antioxidant, antimicrobial and insecticidal properties. *Journal Of Essential Oil Research*.
- Bakry F.A., Ragaa T.M., El-Hommossany K. (2011).** Biological and biochemical responses of to some extracts of *Biomphalaria alexandrina* of the plants *Solanum sinuatum* and *Artemisia judaica* L. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 174-180.
- Bonnefont-Rousselot, D. 2014.** Obésité et stress oxydant. *Obésité*, 9, 8-13. Springer-Verlag .doi 10.1007/s11690-013-0408-3.
- Bouhadjra K. 2011.** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge. thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
- Benchelah A. C., Bouziane H., & Maka M. 2004.** Fleurs du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. *Phytothérapie* 2(6) : 191-197.
- Benmansour N., Benmansour A., El Hanbali F., González-Mas M. C., Blázquez M. A., El Hakmaoui A., & Akssira M. 2016.** Antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia judaica* L. from Algeria against multi-drug resistant bacteria from clinical origin. *Flavour and Fragrance Journal* 31(2):137-142 .
- Benchelah AC, Bouziane H, Maka M, Ouahès C. 2000** Fleurs du Sahara : Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Ibis Press, Paris, 256 .
- Benzie, I.F.F. et Strain, J.J. (1997).** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP. *Anal biochem* 239:70-76.
- Betroune L, Boukir C., 2017 .** Mémoire de Fin de Cycle master Université A. MIRA – Bejaia.
- Bossou AD, Mangelinckx S, Yedomonhan H, Boko PM, Akogbeto MC, De Kimpe N, Avlessi F, Sohounhloue DC. 2013.** Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae* (Giles). *Parasit Vectors*, 6, 337.

- Boizot N., Charpentier JP., 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra.79-82. Cité in Labiod 2016.
- Bentahar A., Khenouf S., Bouaziz A., Djidel S. 2012.** Evaluation de la teneur en polyphénols et l'activité antioxydantes des extraits aqueux des *Ceratoniasiliqua* et *Ruta Montana* L. Proceeding of the 2nd African congress on biology&Healh. 166-170.
- Bouaziz, M., Dhouib, A., Loukil, S., Boukhris, M. et Sayadi, S. 2009.** Polyphenols content, antioxidant and antimicro-bial activities of extracts of some wild plants collected from the south of Tunisia. *Afric. J. Biotechn.* 8 (24): 7017-7027.
- Bouchouka(2016.** Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes.
- Al-Qudah, M. A., Onizat, M. A., Alshamari, A. K., Al-Jaber, H. I., Bdair, O. M., Muhaidat, R., ... & Al-Bataineh, N. 2021.** Chemical composition and antioxidant activity of Jordanian *Artemisia judaica* L. as affected by different drying methods. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 482-492.
- Boubekri C. 2014.** Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanummelongena* par des techniques électrochimiques. thèse de Doctorat en sciences. Université'El-Oued.
- Boukezata, A.** La Composition chimique et l'activité antibactérienne d'une plante Algérienne (*Bunium Incrassatum*)[en ligne]. Génie de procédé pharmaceutique. Université Ferhat Abbas-Sétif. 2013-2014.79p.
- Bencheqroun, Hassania K., et al. 2012.** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia* Plante endémique du Maroc Antimicrobial activity of the essential oil of an endemic plant in Morocco *Artemisia mesatlantica*." *Bulletin de la société Royale des sciences de Liège*.
- Charchari S. 2002 .**The Essential Oil of *Artemisia judaica* L. from Algeria. *Journal of Essential Oil*
- CHAOUCHE, T. M. (2014).** CONTRIBUTION A L'ETUDE DES ACTIVITES BIOLOGIQUES DE METABOLITES SECONDAIRES DE QUELQUES PLANTES MEDICINALES (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid
- Christopher, E., Ernest, E., Nyebuk, E. 2014.**Phytochemical Constituents, Therapeutic Applications and Toxicological Profile of *Cymbopogon citratus* Stapf (DC) Leaf Extract. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3 (1): 133-141.
- Chabrier, J. Y. 2010.** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie [Thèse]. Nancy: Université Henri Poincare faculté de pharmacie.
- Dob T, Chelghoum C. 2006.** Chemical composition of the essential oil of *Artemisia judaica* L. from Algeria. *Flavour and Fragrance Journal*, volume 21, 343–347.
- Damintoti K., Mamoudou H.D., Jacques S., Saydou Y., Souleymane S., et Alfred S.T. 2005.**Activités antioxydantes et antibactériennes des polyphénols extraits de plantes médicinales de lapharmacopée traditionnelle du Burkina Faso. Mémoire de l'université de Burkina Faso.
- De Oliveira M, Brugnera F 2010.** Disinfectant action of *Cymbopogon* sp. essential oils in different phases of biofilm formation by *Listeria monocytogenes* on stainless steel surface. *Food Control* 21(4):549–53.
- Dcaux. I, 2002.** Phytothérapie: mode d'emploi, Le Bien Public. Encyclopédie de plantes médicinales, 1997, Ed. Larousse-Bordas, p 14.Paris.
- Desmier, T. 2016.** Les Antioxydants de nos jours: Définition et applications (thèse doctorat).
- El Haib, A. (2011).** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques thèse doctorat , Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- El-Massry, K. F., El-Ghorab, A. H., & Farouk, A. 2002.**Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. *Food Chemistry*, 79(3), 331-336.

- Favier .A, 2003.** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique, p 501-512.
- Hellali N., Bouziane M., &Mahammed M. H. 2019.**Correlation between chemical compositions and antioxidant activity of essential oils from six aromatic medicinal PLANTS growing in illizi and giardaia (southern Algeria).mesmap–5 proceeding book, 36.
- Hadef D, Saidi M, Yousfi M, Moussaoui Y. (2015)** GC/MS Analysis of Essential Oils of *Cymbopogon schoenanthus* and *Origanummajorana* L. Grown in Eastern Algeria. Asian Journal of Chemistry, 27(10), 3575-3578.
- Hellali N, HadjMahammed M, Ramdane F, Talli A. (2016)** Antimicrobial and antioxidant activities of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) spreng. essential oil, growing in Illizi – Algeria. Journal of Medicinal Plants Research, 10(14), 188-194.
- Hammoudi, R., Dehak, K., Hadj-Mahammed, M., &Ouldelhadj, M. D. (2015).**Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles de *DeverrascopariaCoss.et Dur.*(Apiaceae). LebSci J, 16, 27-36.
- Halliwell, B, 1994.** Free radicals and antioxidants: a personalview. Nutr. Rev, 52: 253-265.
- Huang D., Ou B., Prior RL.,2005.** The chemistry behind Antioxydant capacity assays. J.Agrc. Food. chem. 53:1841-1856.
- Hagerman AE., Riedl KM., Jones GA., Sovik KN., Ritchard NT., Hartzfeld PW., Huang D., Ou B., Prior RL., 2005.** The chemistry behind antioxydant capacity assays. J.agri. foodchem. 53(6): 1841-1856. Cité in Labiod . 2016.
- IbraMbackeDieng, Alioune Dior Fall ,KadyDiatta-Badji,AbdouSarr, MadiyeSene, MoussaSene, AmadouMbaye, William Diatta Et Emmanuel Bassene.,2017.**Evaluation L'activitéAntioxydante Des Extraits Hydro-Ethanoliques Des Feuilles Et Ecorces De *PiliostigmaThonningii* Schumach.11(2): 768-776.
- Gardès-Albert M, Dominique Bonnefont-Rousselot, Zohreh Abedinzadeh Z et Daniel Jore D. 2003.** Espèces réactives de l'oxygène: Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? L'actualité chimique. pp: 91-96.
- Gourine N., Merrad B. , Yousfi M. , Stocker P., Gaydou E.** Chemical Composition of the Essential Oil of *Pituranthos scoparius*. Natural Product Communications, 2011 .6 1151-1154.
- Guillouty, A. 2016.** Plantes médicinales et antioxydants (Doctoral dissertation, Université Toulouse III- Paul Sabatier).
- Gouzi, H., Leboukh, M., & Bouchouka, E. 2013.**Antioxidant and antiradical properties of methanolic extracts from Algerian wild edible desert truffles (*Terfezia* and *Tirmania*, Ascomycetes). International journal of medicinal mushrooms, 15(5).
- Janačković P., Novaković J., Soković M., Vujisić L., Giweli A. A., DajićStevanović Z., & Marin P. D. (2015).**Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Artemisia judaica*, A. herba-alba and A. arborescens from Libya. Archives of biological sciences 67(2):455-466.
- Kadri M, Salhi N, Yahia A, Amiar K, Gnabzia H. (2017)** Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities from extracts of *Cymbopogon schoenanthus* L. (Spreng) of Algeria International Journal of Biosciences, 10(1), 318-326 .
- Katikia, L., Chagas,S., Takahira, R., Juliani, H., Ferreira, J., et Amarantef A. 2012 .**Evaluation of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil in lambs experimentally infected with *Haemonchuscontortus*. Veterinary Parasitology, 186, 312– 318.
- Ketoh GK, Koumaglo HK, Glitho IA.(2005)** Inhibition of *Callosobruchusmaculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmusbasalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). Journal of Stored Products Research, 41, 363-371.

- Khadri A, Neffati M, Smiti S, Falé P, Lino ARL, Serralheiro MLM, Araújo MEM. (2010)** Antioxidant, antiacetylcholinesterase and antimicrobial activities of *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng (lemon grass) from Tunisia. *LWT - Food Science and Technology*, 43(2), 331-336.
- Kpoviessi S, Bero J, Agbani P, Gbaguidi F, Kpadonou-Kpoviessi B, Sinsin B, Accrombessi G, Frédérick M, Moudachirou M, Quétin-Leclercq J. (2014)** Chemical composition cytotoxicity and in vitro antitrypanosomal and antiplasmodial activity of the essential oils of four *Cymbopogon* species from Benin. *J Ethnopharmacol*, 151(1), 652-659.
- Kayser, M.D. F. H., Bienz, K. A., Eckert, Ph.D. J., et Zinkernagel, M.D. M. R., 2005.** Medical Microbiology. Edition Thieme. 698 Pp .
- Konan, K.V., Mamyrbékova-Békro, J.A., Guiffrey, P., Virieux, D., Pirat, J.L., Békro, Y.A. 2017 .** Composition organique et activité anti-radicalaire de *Bombax costatum* de Côte d'Ivoire. *Revue CAMES – Série Pharm. Méd.Trad. Afr.*; vol : 18(2), pp 21-27.
- Khadri, A., Serralheiro, M.L.M., Nogueira, J.M.F., Neffati, M., Smiti, S., Araújo, M.E.M., 2008.** Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of essential oils from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. Determination of chemical composition by GC–mass spectrometry and ¹³C NMR. *Food Chemistry* 109, 630–637.
- Labioud, R. 2016.** Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Sature jacalamintha nepeta*: activité antibactérienne, activité antioxydant et activité fongicide (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat, UnivBadji Mokhtar-Annaba).
- Lograda, T., Ramdani, M., Kiram, A., Chalard, P., & Figueredo, G. (2013).** Variation of essential oils composition of *Pituranthos scoparius* in Algeria. *Global Journal of Research on Medicinal Plants & Indigenous Medicine*, 2(1), 1.
- Lim D.W., Kim Y.T., Jang Y. J., Kim Y.E. and Han D. (2013).** Anti-Obesity Effect of *Artemisia capillaris* Extracts in High-Fat Diet-Induced Obese Rats. *Molecules* 18 : 9241-9252.
- Mechraoui, O. 2008.** Activité antioxydante des composés phénoliques de *rhantherium adpressum* (Arfage) de la région de Zélfana (thèse doctorat, Ouargla, Université Kasdi Merbah. Faculté des Sciences et Sciences de L'ingénieur).
- Molyneux P., 2004,** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity ; *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 26 (2) : 211-219.
- MOSBAH S. 2013.** Effet de l'incorporation de *Pituranthos chloranthus* Benth. Et Hook. (Dur. et Coss.) dans l'alimentation sur les caractéristiques physico- chimiques et microbiologiques du lait d'une population locale de chamelles. Thèse de Magister. Université Ziane Achour, Djelfa, Algérie, 83p.
- Molino, P (Ed). (2005).** A guide to medicinal plants in North Africa. Spain: Malaga. Cite in Chenoune, K. 2005. La flore et la végétation du Hoggar. Bois et forêts des tropiques, 284 (2), 79-83.
- Mokkedem O. (2004).** Les plantes médicinales et aromatiques en Algérie : situation et perspectives. In : Actes du séminaire international sur le développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans le bassin méditerranéen, Djerba, 1-3 juin 2004. IRA-ICARDA ARS-USDA. p. 28-36.
- Mohamed Sambourou DIALLO., 1995 .** BIOLOGIE ET ECOLOGIE DE CYMBOPOGO SCHOENANTHUS (L.) Spreng DANS LA ZONE SOUDANAIENNE DU BURKINA FASO. CAS DE BONDOUKUY (PROVINCE DU MOUHOUN).
- Mahmoud, B., Junkyu, H., Abdelfatteh, E., Riadh, K., Mohamed, N., et Hiroko, I. 2013.** Antistress Effects of the Ethanolic Extract from *Cymbopogon schoenanthus* Growing Wild in Tunisia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-9.

Moharram, Fatma A., et al. "Pharmacological activity and flavonoids constituents of *Artemisia judaica* L aerial parts." *Journal of Ethnopharmacology* 270. 2021: 113777.

Moussard, C.2006. Biochimie structurale et métabolique. Paris : Bruxelles

Mirjalili. M.H., Tabatabaei S.M.F., Hadian J., NejadS .E.,and Sonboli. A. 2007 .Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia*from Iran. *J. Essent. Oil Res.*19 : 326–329.

Mika A., Minibayeva F., Beckett R., Lüthje S. 2004. Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species. *Phytochemistry Reviews*, 3, 173-193.

Neffati, A., Bouhlela, I., Ben Sghaiera, M., Boubakera, J., Limema, I., Kilani, S. Skandrania, I., Bhouria, W., Le Dauphinc, J., Barillier, D., Mosrati, R., Chekir-Ghediraa, L., Ghediraa, K. 2009.Antigenotoxic and antioxidantactivities of *Pituranthoschloranthus* essential oils.*Enviro.Toxicol. Pharmacol.*, 27: 187–194.

Noureddine, A .2012 .these magister chimie organique université de laghouat.

Nikolova, M., Gussev, C.H., Nguyen,T., 2010. Evaluation of the Antioxidantaction and flavonoid composition of *Artemisia* species extracts. *Biotechnol*, 21-23.

Nofal, S.,M, Mahmouds. S.Ramdan A.; Solimang.A.et Fawzyr., 2009 - Anti- Diabetic effect of *Artemisia judaica*extracts.*Res.J.Med.Med.Sci.*,4:42–48pp.

Novelli G. P. 1997. Role of free radicals in septic shock.*J PhysiolPharmacol.* 48 : 517-527.

Ouyahya A. (1995).Systematique du genre *Artemisia* au Maroc. In D.J.N. Hind et al. *Advances in Compositae Systematics*: 293-354. Royal Botanic Gardens Kew.

Pourrut B.,PerchetG.,SilvestreJ.,Cecchi M.,Guirese M.et Pinelli E.(2008) Publishers, p 115- 136 .
Pelli, K., Lyly, M., 2003, les antioxydants dans l'alimentation, *Biotechnology Finlande*.

Quezel, F et Santa, S. Nouvelle Fleur de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales, Vol.1-2 Ed. CNRS, Paris France.

R. Maire ; Etude sur la flore et la végétation du Sahara central : mission du Hoggar, Mémoires de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, tome 25, Alger, 1934.

Ré, D., Nafia, I., Nieoullon, A., Kerkerian Le Goff , L., Had-Aissouni, L. 2005. Stress oxydatif cérébral : les astrocytes sont-ils vulnérables aux faibles concentrations intracellulaires de glutamate ? Implications sur la survie neuronale. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* , 24, 502–509.

Ramdane F., Mahammed M. H., Hadj M. D. O., Chanai A., Hammoudi R., Hillali N.&Bahaz C. 2015.Ethnobotanical study of some medicinal plants from Hoggar, Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research* 9(30): 820-827.

Rezaire, A. 2012. Activité anti-oxydante, et caractérisation phénolique du fruit de palmier amazonien *Oenocar pusbataua* (patawa) (Doctoral dissertation, Antilles-Guyane).

Sallah, A. Laidi, R. Étude Ethnobotanique de certaines plantes médicinales dans la région d'Ain bessem et Sour el ghoulane (Bouira).2018.p58 .

Sharma O. P., Baht T. K., 2009, DPPH antioxidant assay revisited, *Food chemistry* 113 : 1202-1205.

SOBTI, A. 2016. Effets de quelques plantes médicinales du Sahara central Algérien sur quelques activités biologiques, status redox et le diabète chez rats Wistar rendus diabétique par injection d'alloxanea.

Sousa E, Câmara A, Costa W, Costa A, Oliveira H, Galvão E, Marques M. (2005) Evaluation of the Extraction Process of the Essential Oil from *Cymbopogon schoenanthus* with Pressurized Carbon Dioxide. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 231-236.

- Sourav, D. 2012.** *Artemisia annua* (Qinghao): A pharmacological review. IJPSR, 3(12): 4573-4577.
- Sharififar, F., Moshafi, M.H., Mansouri, S.H., Khodashenas, M. et Khoshnoodi, M. (2007).** In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. Food Control 18: 800–805.
- SMAILI T., ZELLAGUI A., GHERRAF N., FLAMINI G., CIONI P. L. 2011.** Essential oil content of the flowers of *Pituranthos scoparius* in Algeria, Medicinal Plants. 3 (2): 1-3
- Sun, T., Powers, J.R. et Tang, J. 2007.** Evaluation of the antioxidant activity of *asparagus broccoli* and their juices. Food Chemistry 105: 101-106.
- Tela Botanica. 2013.** *Artemisia judaica* L. Flore, la flore électronique de Tela Botanica. 1-4.
- Tahraoui, F. Z 2014.** Contribution à l'étude phytochimique et activités antioxydante d'extraits de *Pituranthos Scoparius* (Guezzah) par la méthode de réduction du fer: FRAP .thèse doctorat .
- Valenzuela AB, Nieto SK, 1996.** Synthetic and natural antioxidants: food quality protectors. Grasas y Aceites, 47(3):186-196.
- Vertuani S., Angusti A & Manfredini S. 2004.** The Antioxidants and Pro-Antioxidants Network: An Overview. Current Pharmaceutical. Design, 10:1677-1694.
- Wissame, M. H. L. 2019.** Etudes ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques des espèces du genre d'*Artemisia* rencontrées en Algérie (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- Yagi S, Babiker R, Tzanova T, Schohn H. 2016.** Chemical composition, antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities of essential oils from aromatic plants growing in Sudan. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 9(8), 763-770
- Zahalka. 2010.** Les huiles essentielles : (230 huiles essentielles, 170 maux traités. Edition Dauphin. P 12- 39.
- Zeragui, B., Hachem, K., Halla, N., & Kahloula, K. 2019.** Essential Oil from *Artemisia judaica* L.(ssp. *sahariensis*) Flowers as a Natural Cosmetic Preservative: Chemical Composition, and Antioxidant and Antibacterial Activities. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 22(3): pp.685-694.
- Z. Liu., 2010.** Chemical Methods to Evaluate Antioxidant Ability, Chem. Rev. 5675–5691 pp.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة الكيمياء النباتية وتحديد الخصائص المضادة للأكسدة والمضادة للجذور الحرة في مستخلصات الميثانول، والزيوت الطيارة لثلاث نباتات صحراوية معروفة في الطب الشعبي *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* و *Pituranthos scoparius* تم الحصول على إنتاجية ومردود استخلاص متباين. ويظهر اختبار البوليفينول أن *Cymbopogon schoenanthus* و *Pituranthos scoparius* هما الأغنى ب البوليفينولات. وتبين إختبارات الكشف عن ال DPPH و ABTS أن *Artemisia judaica* و *Cymbopogon schoenanthus* تتمتع بقوة مضادة للأكسدة والأكسدة. وتظهر النتائج أيضا أن النباتات لديها قدرات مختلفة لمكافحة الأكسدة. *Cymbopogon schoenanthus* والزيوت الطيارة ل *Artemisia judaica* قادران على تقليل كفاءة تقنية Fe^{3+} إلى تقنية Fe^{2+} عند مقارنتهما بمستخلصات الأخرى. وترتبط الأنشطة المضادة للأكسدة والجذرية التي تقوم بها مختلف النباتات بمحتوى البوليفينول وأغلبية مركبات النشطة في الزيوت الطيارة. يمكن استخدام النباتات العطرية كمصدر ممتاز لمضادات الأكسدة الطبيعية المفيدة جدا في صناعة الأغذية كمواد حافظة

الكلمات المفتاحية : مستخلص الميثانولي , الزيت العطري , النباتات العطرية الرديكالية , المضاد للأكسدة ,

Abstract:

The main objective of this work is the phytochemical study and the determination of the Antioxidant and antiradical properties of methanolic extracts and OE of three plants (*Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Pituranthos scoparius*). Varied extraction yields were obtained. The polyphenol assay shows that *Cymbopogon schoenanthus* and *Pituranthos scoparius* are the richest in polyphenols. The tests of scavenging of DPPH and ABTS radicals show that *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* have the high antiradical and antioxidant power. The results of this methods show that plants have different antioxidant capacities. *Cymbopogon schoenanthus* and OE *Artemisia judaica* are able to reduce efficiency Fe^{3+} to Fe^{2+} when compared by the others extract. The antioxidant and antiradical activities of the different plants are related to their polyphenol content and the majority compounds of OE.

Aromatic plants can be used as an excellent source of natural antioxidants very useful in the food industry as conservators.

Keywords: methanolic extract, Aromatic plants, oil essential, Antioxidant power, antiradical activity.

Résumé : L'objectif principal de ce travail est l'étude phytochimique et la détermination du pouvoir antioxydant et antiradicalaire des extraits méthanoliques et des HE de trois plantes (*Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Pituranthos scoparius*). Des rendements d'extraction variée ont été obtenus. Le dosage des polyphénols montre que *Cymbopogon schoenanthus* et *Pituranthos scoparius* sont les plus riches en polyphénols. Grâce Le test de piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS, les extraits méthanolique des deux plantes *Artemisia judaica*, *Cymbopogon schoenanthus* et L'huile essentielle d'*Artemisia judaica* ont le pouvoir anti radicalaire et antioxydant les plus élevés.

L'extrait méthanolique du *Cymbopogon schoenanthus* et l'HE d'*Artemisia judaica* sont capables de réduire fortement l'ion Fe^{3+} en Fe^{2+} par rapport aux autres extraits. Les activités antioxydante et antiradicalaire des différentes plantes sont liées à leur teneur en polyphénols et les composés majoritaires des HE.

Les Plantes aromatique peuvent être considérées comme étant une excellente source naturelle d'antioxydants très utiles dans le domaine agroalimentaire comme conservateurs.

Mots clés : plantes aromatique, huile essentielle, extrait méthanolique, pouvoir antioxydante, activité anti radicalaire.