

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES
SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE



DOMAINE : SCINCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

OPTION : BIOTECHNOLOGIE
VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de master académique

Par :

KANANE SOMIA ET ZIKEM SARA

Intitulé

Évaluation Phytochimique et biologique de la plante médicinale
"Artemisia herba alba" de la région de M'sila

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. CHABAN SARRAH	MCB	Université de M'Sila	Examinatrice
Dr. SAOUDI OUARDA	MCA	Université de M'Sila	Rapporteure
Dr. BENHISSEN SALIHA	MCB	Université Nde M'Sila	Présidente

Année universitaire : 2023 /2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciement



Nous remercions avant tout Dieu Tout-Puissant, qui nous a donné la santé, la volonté et le courage pour mener à bien ce travail. Nous exprimons nos sincères remerciements et notre gratitude à notre encadrante, le Dr. Saudi Warda, pour ses encouragements, la confiance qu'elle nous a accordée et sa supervision de la mise en œuvre de ces travaux. Nous tenons également à adresser nos sincères remerciements aux membres du comité d'arbitrage, Dr. Sarrah Chaban, à l'Université de Boudiaf à M'sila, ainsi qu'à Dr. Benhissen Saliha, docteur à l'Université Mohammed Boudiaf de M'sila. Nous adressons également nos remerciements à Akrib Fadila pour ses efforts et son soutien dans ce cheminement. Nous adressons également nos sincères remerciements aux ingénieurs du laboratoire du Département de Sciences naturelles et de la vie, Samiha et Halima. Nous remercions l'Institut Pasteur de M'sila pour son accueil chaleureux et son hospitalité qui ont fait de nos expériences un succès, en particulier Mme Ben Halima Najat, pour son soutien et ses encouragements. Un profond merci à tous ceux qui nous ont apporté leur soutien et qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.



Dédicaces



إلى الله، لولا توفيقك ما وصلت، ولولا رحمتك ما أكملت. أنت من خلقت وأنت من علمت، هذا فضل منك وحدك، فأسألك قبول هذا العمل والتوفيق في غيره.

إلى رسول الأمة، إلى أشرف الخلق، إلى محمد صلى الله عليه وسلم، قدوتي ونور دربي.

إلى أبي، الذي اجتمع العالم على رؤيته، واجتمعت مشاعري على حبه. إلى من سهر وتعب وكافح، واليوم أثمرت جهوده بنجاحي. أبي ورفيق دربي، لك كل الشكر والعرفان.

إلى أمي، التي حملتني وهنأ على وهن، ومعلمتي الأولى. إلى أحق الناس بصحتي، إلى وتيني وقلبي، أمي، قد تحقق دعاؤك.

إلى جند الخفاء، إلى سندي ومسندي، عزوتي وفخري، إخوتي، كل بأسمه: زهرة، أساء، أسيا، خولة، أيوب، إيمان، ووائل. كل بمكانته في قلبي. إلى من تبنتها العائلة كفرد منها، إلى صديقة العمر، ندى، حبيبتي.

إلى معلمتي، إلى من شدت بيدي في طريق النجاح، تشارك اليوم تقطف. رحمك الله المعلمة نادية رميلي، وإلى كل من علمني حرفاً.

إلى كل من غرس حب فلسطين في قلبه، إلى أهلنا في فلسطين، إلى أرض فلسطين، أنتم في القلب والوجدان.

سارة





Dédicaces



À l'homme exceptionnel,

L'homme de lutte, qui a supporté les difficultés pour que j'arrive là où je suis... la première raison de mon succès et la plus belle bénédiction Dieu. Merci d'être dans ma vie... Mon père.

À ma princesse,

Au cœur battant, au symbole de tendresse et de sacrifice, à cette femme exceptionnelle qui a fait ressortir le meilleur de moi-même et qui m'a toujours encouragé à atteindre mes ambitions... à celle dont les prières étaient le secret de mon succès et dont la tendresse était le baume de mes blessures.

À ma mère, mon paradis.

À mon soutien,

Aux mains pures qui ont enlevé les épines de l'échec de mon chemin, à ceux qui m'ont soutenu avec amour dans mes moments de faiblesse... aux bougies qui illuminent mon chemin et qui ont attendu ce moment longtemps pour être fiers de moi comme je suis fier d'eux et de leur présence, à mes frères et sœurs.

À ma petite famille et à ma grande famille qui ont été un soutien pour moi malgré mes échecs et mes revers...

Somia



Tableau de matière

Tableau de matière	i
Listes des abréviations	iv
Listes des figures	vii
Listes des tableaux	ix
ChapitreI. Généralités sur les plantes médicinales :	3
I.1 les plantes médicinales.....	3
I.1.1 Définition	3
I.1.2 Histoire des plantes aromatiques et médicinales	3
I.1.3 Les objectifs de l'étude des plantes médicinales	3
I.2 La famille des Astéracées	4
I.2.1 Généralité Le genre Artemisia	4
I.2.2 Répartition géographique.....	5
I.2.3 Taxonomies.....	6
I.2.4 Exigences écologique et biologique de la plante	6
I.2.5 Utilisations de la plante.....	7
I.2.6 Toxicités.....	8
ChapitreII. métabolites secondaires	9
II.1 Introduction	9
II.2 Le principe actif.....	9
II.3 Les types des metabolites	9
II.3.1 Les métabolites primaires	9
II.3.2 Les métabolites secondaires	9
II.3.3 Les terpènes et les stéroïdes.....	14
II.4 Les différentes méthodes d'extraction et de séparation des métabolites	16
II.4.1 Methodes d'extraction	16
II.4.2 Les méthodes de séparation	20

Chapitre III. Activité biologique	21
III.1 Activités antioxydant.....	21
III.1.1 Définition du stress oxydatif	21
III.1.2 L'origine du stress oxydatif	21
III.1.3 Les radicaux libres	21
III.1.4 L'oxygène	22
III.1.5 Les antioxydants.....	22
III.2 Activités antimicrobienne	24
III.2.1 Introduction	24
III.2.2 Définition de l'activité antibactérienne	24
III.2.3 Les bactéries	24
III.2.4 Description des souches bactériennes étudiées	24
III.2.5 Les antibiotiques	25
Chapitre IV. Matériels et méthodes.....	26
IV.1 La région	26
IV.2 La récolte.....	26
IV.3 -Séchage	27
IV.4 Extraction les huiles essentielles.....	27
IV.4.1 La suivante :	Error! Bookmark not defined.
IV.4.2 Processus de broyage :	28
IV.5 Processus d'extraction :	28
.....	29
IV.6 chromatographie sur couche mince (CCM)	29
IV.6.1 Préparation des plaques de chromatographie sur couche mince (CCM)	29
IV.6.2 Dépôt.....	30
IV.6.3 Le rapport frontal	30
IV.7 .Activités antioxydante.....	30

IV.7.1 La préparation des solutions	30
IV.7.2 Le calcul des concentrations inhibitrices à 50% (IC50)	32
IV.8 L'activité antibactérienne	32
IV.8.1 Le principe :	32
IV.8.2 L'application :	32
IV.8.3 Préparation de l'extrait	33
IV.8.4 Souches bactériennes	33
IV.8.5 . Préparation des disques	34
IV.8.6 Préparation des bactéries	34
ChapitreV. Résultats et discussions	36
V.1 Extraction des huiles essentielles (Tableau 3)	36
V.1.1 Rendement des huiles essentielles:	36
V.2 Extraction extrait éthanolique	36
V.2.1 Rendement en extrait éthanolique	36
V.3 Chromatographie sur couche mince CCM	37
V.4 Résultats activités biologiques de la plante Artemisia herba-alba.....	41
V.4.1 Activité antioxydante	41
V.4.2 L'extrait éthanolique Les parties souterraines :Les résultats sont présentés dans la figure suivante.....	42
V.4.3 Les huiles essentielles: Les résultats sont présentés dans la figure suivante.	43
V.4.4 Le standard BHT: Les résultats sont présentés dans la figure suivante.	43
V.5 L'activité antibactérienne.....	44
Conclusion.....	47
Références bibliographiques	48

Listes des abréviations

A.herba alba: *Artemisia herba alba*.

CCM: Chromatographie sur couche mince.

DMSO : Diméthyle Sulfoxyde

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.

E. coli : *Escherichia coli*

EE : Extrait éthanoïque

HCl: Acide chlorhydrique

HE: Huiles essentielles.

MeOH: Méthanol

MH: Muller Hinton

nm: Nanomètre.

OMS: l'Organisation Mondiale De la Santé

PAM : Plantes Aromatiques Et Médicinales

R: Rendement

S.aureus : *Staphylococcus aureus*

UV : Ultra violet.

µL: Micro litre

Listes des figures

Figure 1:Artemisia herba alba	5
Figure 2:Distribution géographiques Artemisia herba alba	5
Figure 3:Structure de base des flavonoïdes (Bessaond, 2015).....	11
Figure 4:Deux exemples de tannins hydrolysables. (Jean-Jacques, M.et al., 2005).	12
Figure 5: Exemple de structure d'un tannin condensé. (Jean-Jacques, M.et al., 2005).	12
Figure 6: Structure chimique de coumarine (Sahraoui, W.2018).	13
Figure 7:Structure des quelques alcaloïdes (Kebiliz, 2016).....	14
Figure 8: Structures chimiques de quelques composés rencontrés dans les EH	16
Figure 9: E xtraction par entraînement à la vapeur(Farhat, 2010)	17
Figure 10: Schémas de l'hydro-distillation	18
Figure 11:Extraction ² par micro-onde	19
Figure 12:La fonction des antioxydants sur les radicaux libres (Elysia,2020)	22
Figure 13Réaction du DPPH avec un antioxydant.....	23
Figure 14: Location of the study area Ben Srou, Central North of Algeria .(Bendif <i>et al.</i> , 2020)	26
Figure 15 :Technique d'hydrodistillation.....	27
Figure 16:Différentes étapes d'extraction.....	29
Figure 17:Différentes concentrations	31
Figure 18:Le test DPPH	32
Figure 19 Différentes concentrations	33
Figure 20:Préparation des disques.....	34
Figure 22:Les différentes souches bactériennes	34
Figure 23 : Culture	35
Figure 24 : Rendement des différents extraits de la plante Artemisia herba-alba.....	37
Figure 25: Résultat CCM pour l'extra EE1 dansle système 1	40
Figure 26: Résultat CCM pour l'extrait EE1 dans le système 2	40

Figure 27: Résultat CCM pour l'extrait EE1 dans le système 3.....	40
Figure 28: Résultat CCM pour l'extrait EE2 dans le système 1.....	40
Figure 29: Résultat CCM pour l'extrait EE2 dans le système2.....	40
Figure 30: Résultat CCM pour l'extrait EE2 dans le système 3.....	40
Figure 31: l'effet antioxydant d'EE1.....	42
Figure 32: l'effet antioxydant d'EE2.....	42
Figure 33 :l'effet antioxydant d'EE1.....	43
Figure 34: l'effet antioxydant d'EE1.....	43
Figure 35: IC50 des différents extraits.....	44
Figure 36: L'activité antibactérienne de la plante de Artemisia herba alba.....	45
Figure 37: Les résultats L'activité antibactérienne de la plante de Artemisia herba alb.....	45

Listes des tableaux

Tableau 1: les différents Systèmes utilisés pour la CCM	29
Tableau 2: référence des souches bactériennes	33
Tableau 4: Les résultats de Extraction des huile essentielles	36
Tableau 5: résultats de CCM (EE1)	38
Tableau 6: résultats de CCM (EE2)	39
Tableau 7. Les diamètres des zones d'inhibition	44



INTRODUCTION

Introduction

Les plantes médicinales et les préparations à base de plantes ont été longtemps une source essentielle de traitement et de guérison des maladies. Elles ont formé une partie intégrante du patrimoine culturel traditionnel et continuent d'être utilisées aujourd'hui dans la médecine traditionnelle et moderne. Selon les statistiques, environ 60 % de la population mondiale dépend du traitement traditionnel, principalement basé sur les plantes médicinales (**OULD EL HADJ et al., 2003**). Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il existe environ 6 377 espèces de plantes médicinales en Afrique, dont plus de 4 000 sont utilisées en médecine traditionnelle sur le continent, ce qui souligne l'importance des plantes médicinales pour préserver la santé des populations et le développement de la médecine traditionnelle (**OMS, 2003**).

Parmi ces plantes médicinales largement utilisées dans la médecine traditionnelle et les préparations à base de plantes, nous trouvons « *Artemisia herba alba* » (Asso), connue sous le nom de sauge blanche. Cette plante appartient à la famille des Astéracées et se distingue par ses propriétés thérapeutiques multiples grâce à une variété de composés bioactifs tels que les huiles essentielles, les flavonoïdes, les coumarines et les alcaloïdes, ainsi que les acides phénoliques (**Mucciarelli et Maffei, 2002 ; Bahorun, 1997**). Elle est utilisée pour traiter de nombreux maux, tels que les troubles gastro-intestinaux, les infections urinaires, le diabète, l'hypertension artérielle, les douleurs abdominales, la cicatrisation des plaies externes, la bronchite, l'abcès et comme vermifuge (**Djebaili et al., 1989**).

Les plantes médicinales telles qu'*Artemisia herba-alba* montrent une activité biologique importante, avec des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. Les composés actifs présents dans cette plante aident à éliminer les bactéries et les champignons, ce qui en fait un traitement efficace pour diverses infections. Ces propriétés antioxydantes aident également à protéger contre le stress oxydatif et à prévenir le vieillissement cellulaire prématuré (**Boudjouref, 2011**).

Actuellement, le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques et la toxicité des antioxydants synthétiques ont conduit les chercheurs à se tourner vers le monde végétal, en particulier les plantes médicinales et culinaires, à la recherche de molécules naturelles efficaces et dépourvues d'effets secondaires. (**Boudjouref, 2011**).

L'objectif principal de cette recherche est d'étudier la phytochimie de la plante *Artemisia herba-alba*. Ce travail est organisé en deux parties :

La première partie, intitulée "Revue Littéraire", comporte trois chapitres. Le premier chapitre offre une vue d'ensemble sur les plantes médicinales, en mettant l'accent sur la famille Astéracées et plus précisément sur *Artemisia herba-alba*. Le second chapitre explore les métabolites

secondaires des plantes médicinales ainsi que les différentes méthodes d'extraction et de séparation. Le troisième chapitre se concentre sur l'étude des activités biologiques, telles que l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne.

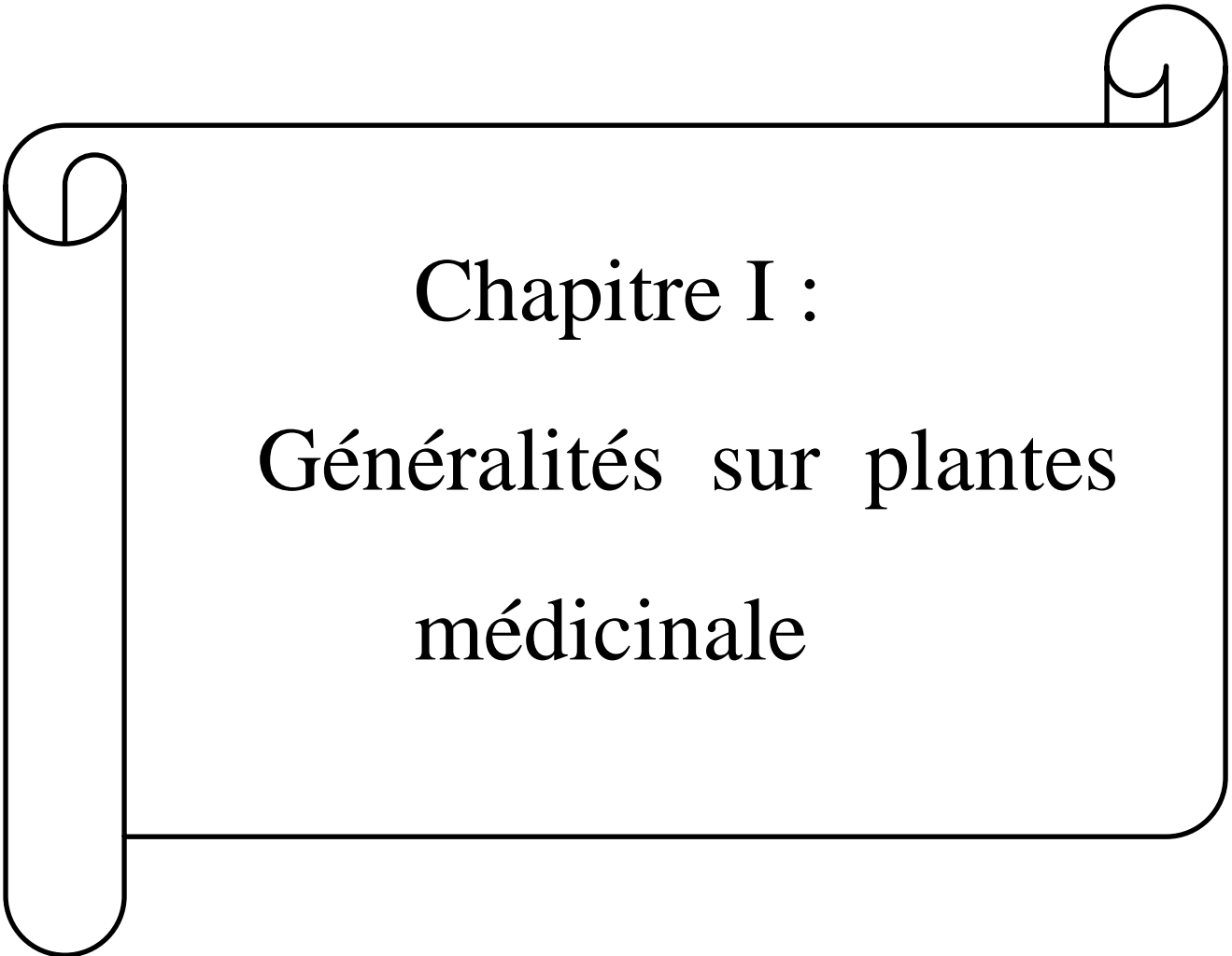
La deuxième partie, intitulée "Expérimentale", comprend deux chapitres. Le premier chapitre présente la description des matériaux et des protocoles expérimentaux utilisés pour l'extraction des extraits et leur analyse phytochimique. Le deuxième chapitre est dédié à la présentation et à la discussion des résultats expérimentaux.

Le travail se termine enfin par une conclusion générale suivie d'une liste de références.



Première partie :

Partie bibliographique



Chapitre I :
Généralités sur plantes
médicinale

Chapitre I. Généralités sur les plantes médicinales :

I.1 les plantes médicinales

I.1.1 Définition

Une plante médicinale est une drogue végétale dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses, selon la pharmacopée européenne. Une drogue végétale est une plante ou une partie de plante, utilisée le plus souvent sous forme desséchée ou fraîche. (Sofowora, 2010). Plusieurs définitions ont été données aux plantes aromatiques et médicinales (PAM) et la gamme de ces plantes s'avère très longue et élastique et peut concerner la plupart des plantes spontanées et de nombreuses espèces arboricoles et herbacées cultivées. Selon l'Organisation Mondiale De la Santé(OMS), "une plante médicinale est une plante qui contient, dans un ou Plusieurs de ses organes, des substances qui peuvent être utilisées à des fins Thérapeutiques, ou qui sont des précurseurs de la chimio-pharmaceutique hémi- synthèse". Cette définition permet de faire une distinction entre les plantes médicinales déjà connues, dont les propriétés thérapeutiques ou le rôle de précurseur de certaines molécules ont été scientifiquement établis, et d'autres plantes utilisées dans la médecine traditionnelle.

I.1.2 Histoire des plantes aromatiques et médicinales

L'histoire des PAM est liée au développement des civilisations humaines au fil du temps. Partout dans le monde, l'histoire montre que ces plantes ont toujours tenu une place importante dans les pratiques médicinales. Nos ancêtres ont transmis leurs connaissances et leurs expériences à travers les générations et ont essayé de les documenter chaque fois que l'occasion se présentait. Aujourd'hui encore, malgré les grands progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est encore courant dans de nombreux pays du monde, notamment dans les pays en développement où le système médical moderne n'est pas entièrement disponible(Chaachouay *et al.*, 2021).

I.1.3 Les objectifs de l'étude des plantes médicinales

Les objectifs de l'étude des plantes médicinales utilisées par une ethnie ou une communauté sont multiples. De plus, afin de faciliter l'intégration des connaissances ethno-médicales dans la médecine moderne et de répondre de manière plus efficace aux besoins de santé, il est nécessaire de rechercher de nouvelles plantes méconnues ou mal connues dans la flore médicinale. Il est également important d'explorer de nouvelles propriétés potentielles et de nouvelles formes d'utilisation plus pratiques. Enfin, la création d'une banque de données de plantes

médicinales est essentielle pour contribuer à l'élaboration de la pharmacopée nationale, ce qui est un objectif cher à la communauté scientifique. Par ailleurs, l'utilisation des ressources nationales en produits phytopharmaceutiques revêt un intérêt économique majeur pour le pays, en particulier pour les pays en développement (MERATATE, 2013).

I.2 La famille des Astéracées

La famille des Astéracées représente l'une des principales familles végétales au monde et est connue pour sa diversité et sa grande importance écologique. Cette famille est célèbre pour la présence de nombreuses espèces vivaces et la variété de ses feuilles se distinguent également par leur regroupement en têtes étoilées, ce qui en fait un trait distinctif de cette espèce. La famille des Astéracées comprend près de 900 genres et plus de 13 000 espèces différentes, reflétant sa large répartition et son adaptation à divers environnements (TOUIL, 2012)

Les astéracées se trouvent partout dans le monde, mais sont particulièrement diversifiées dans les régions sèches, comme le bassin méditerranéen, l'Afrique du Sud, le Mexique et le sud-ouest des États-Unis, ainsi que dans les régions arides d'Amérique du Sud. Des études génétiques récentes indiquent que les origines de cette famille remontent au sud de l'Amérique du Sud il y a environ 50 millions d'années, avant de se propager à la conquête d'autres régions du monde, notamment l'Afrique, l'Asie, l'Eurasie et l'Australie (BOUGOUTAIA, 2018).

Cette famille comprend diverses plantes utilisées en médecine, ornementales et alimentaires. Certains d'entre eux sont considérés comme idéaux pour leurs propriétés médicinales, comme *Artemisia* (FILLEUL, 2019).

I.2.1 Généralité Le genre *Artemisia*

Le genre *Artemisia* est l'un des genres les plus importants de la famille des Asteraceae. Il comprend plusieurs centaines d'espèces, largement utilisées pour leurs propriétés médicinales par les pharmacopées locales. Les industries pharmaceutiques ont également exploité de nombreux composés extraits de différentes variétés d'armoises. Les trois variétés d'armoises présentes au Sahara sont des buissons très ramifiés, mesurant de 3 à 8 dm. (Figure 1) Le genre *Artemisia* regroupe des herbacées, des arbrisseaux et des arbustes, généralement aromatiques, densément tomenteux, pubescents ou glabres, appartenant à la famille des Asteraceae (SAIHI, 2011).



Figure 1: *Artemisia herba alba*

I.2.2 Répartition géographique

La plante *A. herba-alba* est un arbuste médicinal et aromatique nain sauvage qui pousse dans les zones arides et semi-arides du bassin méditerranéen (Figure 2), de l'Afrique australe, s'étendant itrophiles (Salido *et al.*, 2004 ; Mounir *et al.*, 2015). En Algérie, elle préfère les climats secs et chauds et elle constitue des populations importantes dans les régions désertiques. Elle est très présente sur les hauts plateaux mais rare dans le Sahara septentrional (Benmansour; 2001).



■ *Artemisia herba alba*

Figure 2: Distribution géographiques *Artemisia herba alba*

I.2.3 Taxonomies

Artemisia herba-alba a été classée selon Quezel et Santa(1963) comme suit:

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division: Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous- classe : Asteridae

Ordre: Asterales

Famille : Asteraceae

Sous-famille : Asteroideae

Genre : *Artemisia* L.

Espèce : *Artemisia herba-alba* Asso

Identité vernaculaire

En Français: Armoise blanche

En Arabe:chih

En Anglais :Wormwood.

Nom scientifique : *Artemisia herba alba* Asso (Quezel et Santa, 1963.)

I.2.4 Exigences écologique et biologique de la plante

I.2.4.1 Biologie

L'*Artemisia herba-alba* est une plante ligneuse basse et persistante. Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques en font une espèce parfaitement adaptée aux conditions climatiques arides. Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de limiter la transpiration et d'éviter les pertes d'eau (OURCIVAL, 1992). En 1989, Le Floc'h a souligné que l'armoise herbe blanche peut profiter de toute l'humidité superficielle provenant des petites pluies grâce à la grande densité de son système racinaire. Cette espèce a également la capacité d'utiliser l'humidité du sol jusqu'à une profondeur de 50 cm (FLORET *et al.*, 1982).

Chez les *Artemisia herba-alba* âgées, la tige principale se divise en branches physiologiquement indépendantes, pouvant mourir sans entraîner la mort de la plante entière

(**EVENARI M et al. 1980**). La floraison débute généralement en juin, mais les fleurs se développent principalement à la fin de l'été. En années pluvieuses et dans des sols adaptés, l'*Artemisia herba-alba* produit abondamment des graines et possède un fort pouvoir de régénération (**NABLI, 1989**)

I.2.4.2 Écologie

Sur le plan écologique, *Artemisia herba-alba* présente une plasticité relativement grande. Elle se développe dans des bioclimats allant de l'étage semi-aride supérieur à l'étage per – aride (ou saharien) inférieur à pluviométrie moyenne annuelle entre 100 et 600 mm, sur des sols à texture fine, limoneux argileux et limoneux sableux bien drainés. Elle semble indifférente aux altitudes, et supporte le calcaire et des niveaux de salinité modérément élevés (**Aidoud, 1988; Ouyahya, 1995**). L'armoise blanche présente une vaste répartition géographique couvrant, en Algérie,

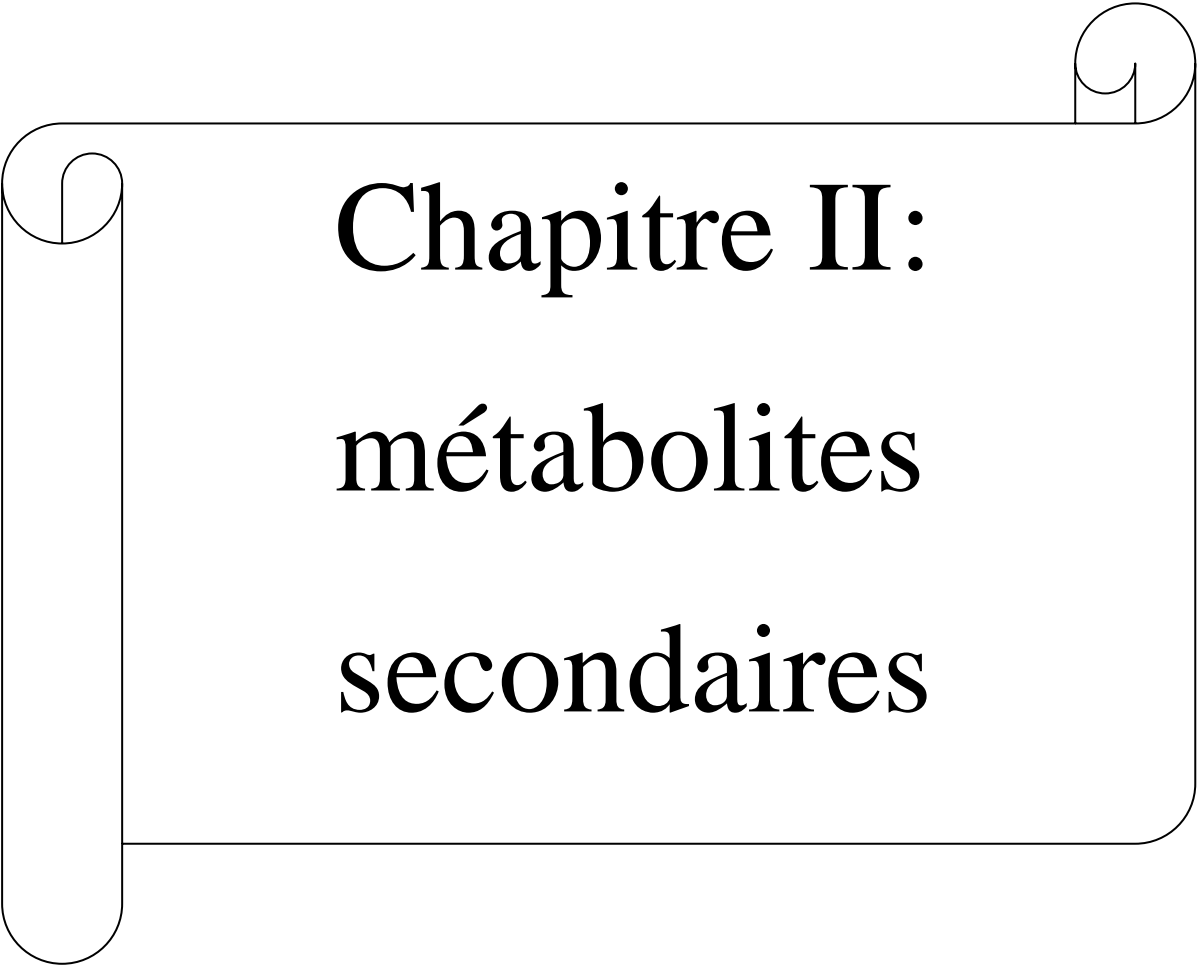
Environ 4 millions d'hectares, arbrisseau méditerranéen qui abonde au Moyen-Orient, dans Le Sud Algérien et au Maroc sur des sables profonds (**BOULLARD, 2001**). Elle croît dans les steppes argileuses où les précipitations atteignent environ 200 mm/an, sa croissance est étroitement liée à la qualité du sol. En effet, celui-ci doit être peu perméable, compact et colmaté (**CELLES, 1980**). Associée à l'alfa "stipa tenacissima", elle recouvre fréquemment de vastes étendues dans les hauts plateaux. On la retrouve plus fréquemment le long des oueds et dans les dayas (dépressions de la steppe à sol imperméable qui sont des zones plus ou moins humides) (**Pouget. M.1989**). Elle représente une solution pour lutter contre l'érosion et la désertification (**Ayad et al., 2013**).

I.2.5 Utilisations de la plante

L'*Artemisia Herba Alba* est couramment utilisée en médecine traditionnelle pour traiter les problèmes d'estomac tels que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est également utilisée comme traitement de l'inflammation gastro-intestinale . De nombreuses études scientifiques ont également démontré l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique , leishmanicide , antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, antipaludique, antipyrétique, antispasmodique et anti-saignement . Elle est également utilisée pour soigner les plaies et les brûlures, pour traiter les convulsions, en particulier lorsqu'elle est utilisée sous forme d'herbe sèche. Elle est également recommandée pour arrêter les vomissements sanglants, favoriser une diurèse normale, traiter et renforcer le foie, soulager les maux de tête, les rhumatismes et les maux de dos, et à faibles doses comme stimulant nerveux et sédatif pour les troubles nerveux. (**Boudjelal 2013**)

I.2.6 Toxicités

Au printemps, l'armoise blanche est peu consommée par les animaux, car elle est légèrement toxique à cette période. À forte dose, l'armoise peut provoquer des avortements, en raison de la présence de thuyone, une substance toxique et bioactive présente dans le géranium. L'alpha-thuyone est la plus toxique des deux. Elle peut également entraîner des convulsions (**Aouadhi, 2010**). Les femmes enceintes sont interdites de consommer de l'armoise, car à dose élevée, elle peut être toxique. Il est donc important de respecter les doses recommandées. De plus, le pollen de l'armoise peut causer des diarrhées (**Bailey et Danin, 1981**).



**Chapitre II:
métabolites
secondaires**

Chapitre II. métabolites secondaires

II.1 Introduction

Une des caractéristiques les plus remarquables des plantes est leur capacité à produire une grande variété de substances naturelles. En plus des métabolites primaires classiques (glucides, protéines, lipides, acides nucléiques), les plantes accumulent souvent en grande quantité une série de composés qui ne résultent pas directement de la photosynthèse. Ces composés sont appelés "métabolites secondaires". Leur fonction physiologique n'est pas toujours claire, mais ils fournissent une source importante de molécules bioactives utilisables par l'homme dans des domaines tels que la pharmacologie et l'agroalimentaire (**Fettah, 2019**).

II.2 Le principe actif

Le principe actif est une molécule ayant des propriétés thérapeutiques, curatives ou préventives, bénéfique pour l'humain ou l'animal. Il se trouve dans une drogue végétale ou dans une préparation dérivée d'une drogue végétale (**Limonier, 2018**). Pour les médicaments « classiques », l'identification du principe actif est plus simple, car il s'agit de la molécule responsable de l'effet thérapeutique désiré. Cependant, en phytothérapie, la notion de principe actif est plus complexe en raison du concept de « Totum » de la plante médicinale. Le Totum représente l'ensemble des constituants de la plante considérés comme actifs. Ces substances, présentes en quantités variables, interagissent de manière synergique pour produire l'activité thérapeutique de la plante, souvent plus efficace que celle du principe actif isolé (**Chabrier, 2010**).

Selon leur activité métabolique dans la plante, les composants phytochimiques peuvent être principalement classés en deux groupes (**Agidew, 2022**)

II.3 Les types des métabolites

II.3.1 Les métabolites primaires

Les métabolites primaires sont des composés universellement présents dans toutes les cellules végétales, essentiels à la croissance et au développement des plantes. Ils jouent un rôle crucial et bien défini dans tous les végétaux, incluant des substances telles que les acides aminés et les protéines, les acides gras, ainsi que les sucres et les polysaccharides (**Royer, 2013**).

II.3.2 Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont un ensemble de molécules qui jouent un rôle crucial dans l'adaptation des plantes à leur environnement. Ils régulent les symbioses et d'autres interactions entre plantes et animaux, assurent la défense contre les prédateurs et les pathogènes, agissent

comme agents allélopathiques, et attirent les pollinisateurs ainsi que les dispersants de fruits (**Judd et al., 2002**). Les termes "métabolites secondaires", "xénobiotiques" et "facteurs de fruits" (**Judd et al., 2002**). Les termes "métabolites secondaires", "xénobiotiques" et "facteurs antinutritionnels" sont souvent utilisés pour désigner ce groupe de composés. Il existe plus de 200 000 composés connus qui ont des effets antinutritionnels et toxiques chez les mammifères. Malgré leur toxicité, ces composés peuvent être bénéfiques pour la prévention de diverses maladies chez l'humain, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et les infections virales, car leur effet bénéfique ou toxique dépend généralement de la dose ou de leur structure (**Makkar, Siddhuraju et Becker, 2007**).

II.3.2.1 Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires, produits en quantité minime, sont classés en plus de 200 000 composés selon leur composition chimique, comprenant notamment les terpènes, les alcaloïdes, les composés acétyléniques, les cires et les composés phénoliques (**Cuendet, 1999 ; Vermerris, 2006**). Ils peuvent être regroupés en trois catégories principales : les polyphénols, les alcaloïdes et les terpènes et les stéroïdes

II.3.2.2 les polyphénol

Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents dans toutes les plantes vasculaires (**Lebham, 2005**). Ils représentent l'un des groupes les plus abondants et largement répandus de composés dans le règne végétal, avec plus de 8000 structures phénoliques présentes dans tous les organes de la plante. Ils sont biosynthétisés par deux voies principales : la voie shikimate et la voie acétate (**Lugasi et al, 2003**).

II.3.2.3 Les acides phénoliques

Les composés phénoliques ou acides phénoliques sont de petites molécules constituées d'un noyau benzénique et d'au moins un groupe hydroxyle. Ils peuvent être estérifiés, étherifiés ou liés à des sucres sous forme d'hétérosides. Les phénols sont solubles dans les solvants polaires et leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique (**Wichtl et Anton, 2009**). Ces composés possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques, comme en témoignent des médicaments dérivés de l'acide salicylique, tel que l'aspirine (**Iserin et al., 2001**).

II.3.2.4 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes, en tant que métabolites secondaires omniprésents chez les plantes, occupent une position significative au sein du groupe des phénols. Environ 2 % du carbone organique photosynthétisé annuellement par les plantes, soit environ 109 tonnes, est estimé être converti en flavonoïdes (**Lhuillier, 2007**).

II.3.2.4.1.1 Structure des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont tous dérivés de la structure de base de la benzo- γ -pyrone. Ils peuvent être classés en fonction de la nature des différents substituants présents sur le cycle moléculaire et du degré de saturation du squelette benzo- γ -pyrone. Lorsqu'un cycle benzénique est substitué en position 2 (Figure 3), on obtient la structure typique des flavonoïdes. Les composés ayant un substituant en position 3 sont quant à eux appelés isoflavones. Selon la nature de l'hétérocycle, qui peut être une γ -pyrone ou un de ses dérivés dihydro, différentes catégories de flavonoïdes peuvent être distinguées (Ghedira, 2005).

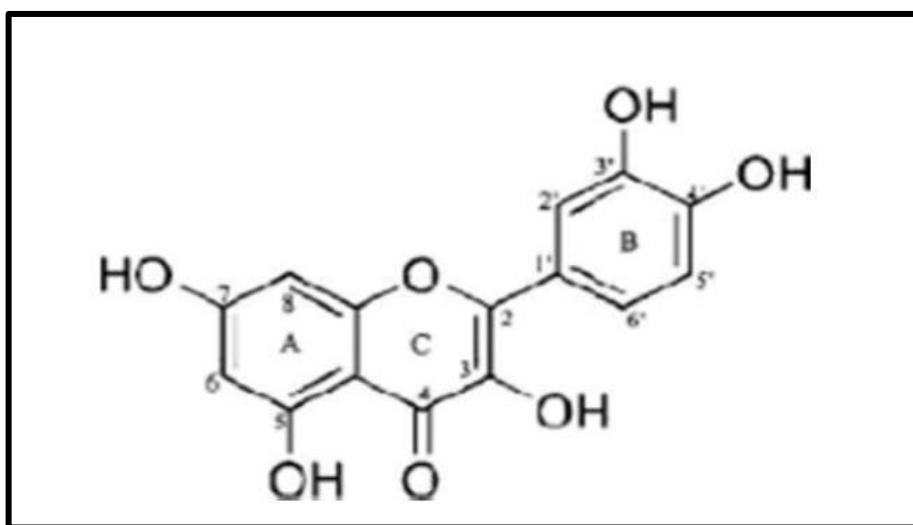


Figure 3: Structure de base des flavonoïdes (Bessaond, 2015)

II.3.2.5 Les tanins

Les tanins sont des substances naturelles abondamment présentes dans le règne végétal, se trouvant dans les racines, les feuilles, les fruits et les graines. Leur fonction principale est de défendre la plante contre les micro-organismes et les animaux. Ils exercent cette défense grâce à leurs propriétés astringentes et leur capacité à former des complexes avec les protéines et les polysaccharides (Aguilera-Carbo *et al.*, 2008).

II.3.2.5.1 Les tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des composés oligo- ou polyesters composés d'un sucre, généralement le glucose, et d'un nombre variable de molécules d'acide phénolique. Ces acides phénoliques peuvent être de l'acide gallique dans le cas des tanins galliques (figure 4), ou de l'acide hexahydroxydiphénique (HHDP) et ses dérivés d'oxydation tels que le déhydrohexahydroxydiphénique (DHHDP) dans le cas des tanins couramment appelés tanins ellagiques (Bruneton, 2009).

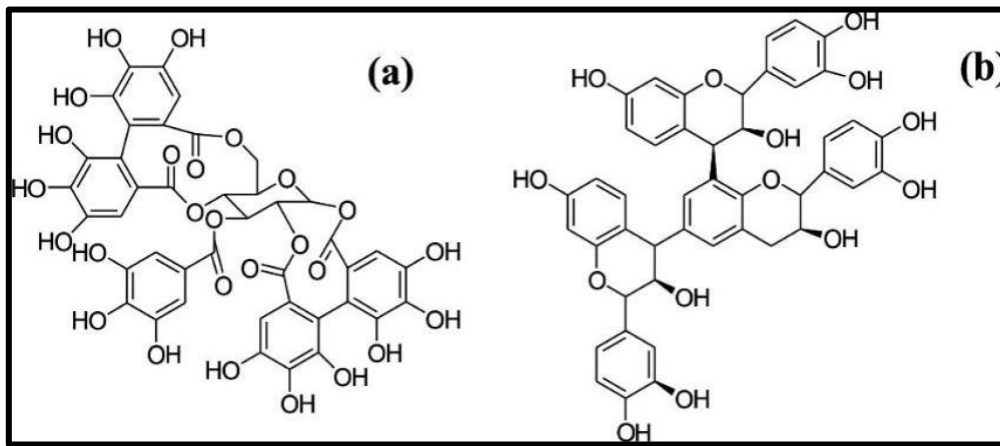


Figure 4: Deux exemples de tannins hydrolysables. (Jean-Jacques, M.*et al.*, 2005).

II.3.2.5.2 Les tanins condensés

Les tanins condensés, également appelés proanthocyanidines, sont des composés constitués de dimères, d'oligomères et de polymères de catéchine qui sont liés entre eux par des liaisons entre les carbones quatre et huit (ou six). Ils confèrent le caractère astringent aux fruits et aux boissons (figure 5). Fondamentalement différents des tanins hydrolysables, les tanins condensés ne contiennent pas de sucres dans leur structure moléculaire, mais leur structure est proche de celle des flavonoïdes (Manach *et al.*, 2004). Les polymères de tanins condensés se forment sous l'action d'acides ou d'enzymes et sont généralement constitués de 2 à 50 unités monomériques (Vermessis *et al.*, 2006).

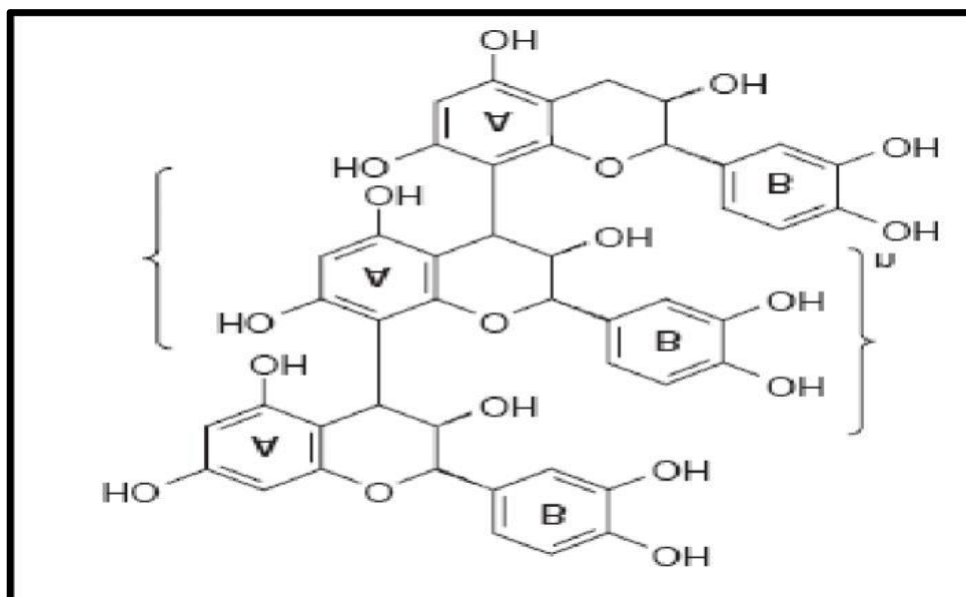


Figure 5: Exemple de structure d'un tannin condensé. (Jean-Jacques, M.*et al.*, 2005).

II.3.2.6 La coumarine

La coumarine est un composé organique aromatique naturel, également connu sous le nom de 2H-1-benzopyrane-2-one dans la nomenclature internationale. Il peut être considéré comme une lactone de l'acide 2-hydroxy-cinnamique (figure 6). Son odeur rappelant le foin fraîchement coupé a captivé l'attention des parfumeurs dès le XIX^e siècle. La coumarine est utilisée en parfumerie ainsi que comme agent aromatisant dans les aliments et les boissons, principalement obtenue par synthèse. Typiquement, la coumarine se trouve liée à un sucre dans les vacuoles des cellules végétales. Pour être libérée, elle doit être séparée du sucre et subir une oxydation par l'oxygène de l'air, ce qui lui confère sa forme volatile et son odeur caractéristique (Sahraoui, W.2018).

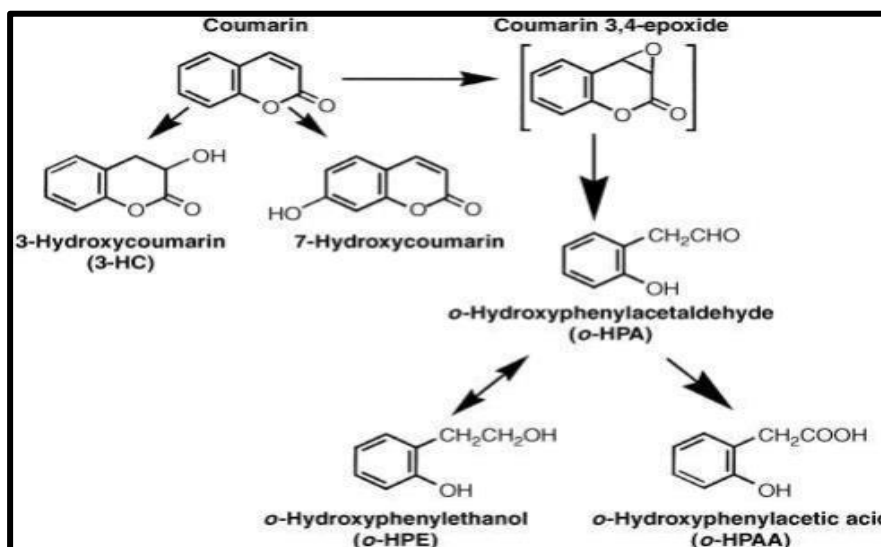


Figure 6: Structure chimique de coumarine (Sahraoui, W.2018).

II.3.2.7 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes constituent une famille de composés caractérisés généralement par la présence d'un ou plusieurs atomes d'azote dans un cycle cyclique (Bhadra et al., 2015) (Figure 7). Leur toxicité élevée en fait des armes chimiques efficaces pour protéger les plantes contre les attaques des herbivores et des microbes. De plus, certains alcaloïdes offrent une protection contre les dommages causés par les rayons UV (Badiaga, 2011). Ils sont également utilisés en médecine pour prévenir diverses maladies, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et les infections virales (Barek, 2020).

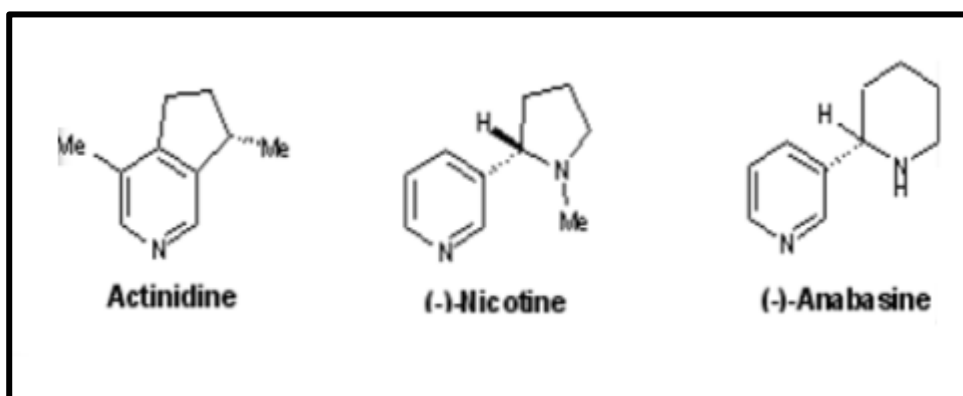


Figure 7: Structure des quelques alcaloïdes (Kebiliz, 2016).

II.3.3 Les terpènes et les stéroïdes

Les terpènes constituent une grande famille de composés naturels, avec près de 15 000 molécules différentes, ayant généralement un caractère lipophile. Leur grande diversité est attribuée au nombre de répétitions du motif de base $(C_5H_8)_n$, où n varie, donnant naissance à des composés monoterpéniques, sesquiterpéniques, diterpéniques, triterpéniques, etc. (Wichtl et Anton, 2009). Ces molécules se manifestent sous forme d'huiles essentielles, de parfums, d'arômes végétaux, de pigments (caroténoïdes), d'hormones (acide abscissique), et de stéroïls (cholestérol) (Hopkins, 2003). Le carotène, ainsi que dans certaines hormones telles que l'acide abscissique et les stéroïls comme le cholestérol.

II.3.3.1 Les saponosides

Le terme "saponosides" tire son nom du mot "savon" en raison de leurs propriétés tensioactives. Ce sont des terpènes glycosylés, qui peuvent également se présenter sous forme d'aglycones. Ils ont un goût amer et astringent (Hopkins, 2003). Les saponosides existent en deux formes principales : les stéroïdes et les terpénoïdes (Iserin *et al.*, 2001).

II.3.3.2 Les huiles essentielles

II.3.3.2.1 Définition

Les huiles essentielles sont des extraits végétaux issus de plantes aromatiques, contenant des molécules odorantes dans leurs feuilles, fruits, graines, écorces ou racines, qui sont les principes actifs des plantes. Elles varient en viscosité, allant de liquides à huileux, et peuvent être colorées du jaune au brun, vert ou bleu, et sont plus légères que l'eau (Zaibet, 2016). Elles sont généralement extraites par distillation à la vapeur ou expression mécanique (TOURE, 2015). Ces huiles sont utilisées pour favoriser la pollinisation, comme source d'énergie, faciliter les réactions chimiques et maintenir l'humidité des plantes dans les climats désertiques (Mohammedi, 2006).

Selon l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 2000), les huiles essentielles sont définies comme des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des écorces de Citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques

II.3.3.2.1.1 Répartition des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles se trouvent dans tout le règne végétal, mais elles sont particulièrement abondantes dans certaines familles telles que les lamiacées, les conifères, les rutacées, les ombellifères, les myrtacées et les poacées (Lakhdar, 2015). Elles se retrouvent dans divers organes végétaux producteurs, variant en fonction de la zone de production de la plante (Lamendin, 2004) comme les sommités fleuries (par exemple : lavande, menthe...), les racines ou rhizomes (par exemple : vétiver, gingembre), les écorces (par exemple : cannelle), le bois (par exemple : camphrier), les fruits (par exemple : citron), les graines (par exemple : muscade). Elles sont contenues dans des structures spécialisées, à savoir les poils, les canaux sécréteurs et les poches (Couic-Marinier et Lobstein, 2013)

II.3.3.2.1.2 Composition chimique des huiles essentielles du genre *Artemisia*

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels très complexes qui peuvent contenir plusieurs composés à des concentrations différentes. Elles sont caractérisées par 2 à 3 composants principaux à des concentrations assez élevées (20 – 70%) (Figure 8). La composition chimique des huiles essentielles extraites à partir de genre *Artemisia* a été largement étudiée dans plusieurs espèces partout dans le monde. L'odeur forte et aromatique de certaines espèces de ce genre est due principalement à la haute concentration de terpènes volatiles. De nombreuses études ont montré que les espèces du genre *Artemisia* affichent des variations intra-spécifiques significatives dans les constituants terpéniques de leurs huiles essentielles. Dans certains cas, la variation dans les composés volatiles de ces plantes peut se produire lors de la croissance de la plante aux différentes altitudes (Abad *et al.*, 2012).

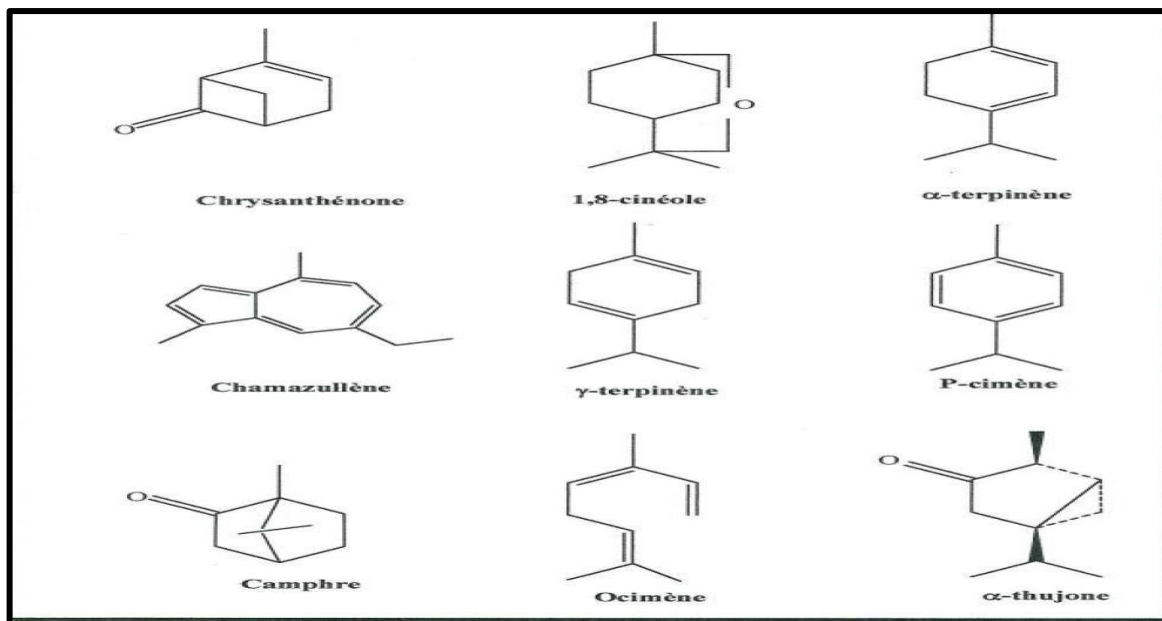


Figure 8: Structures chimiques de quelques composés rencontrés dans les EH

II.4 Les différentes méthodes d'extraction et de séparation des métabolites

II.4.1 Méthodes d'extraction

Il existe différentes méthodes d'extraction des huiles essentielles, qui varient en fonction de leur concentration dans la plante. Ainsi, certaines méthodes permettent d'extraire les huiles essentielles d'une seule partie de la plante, comme la tige, les feuilles ou les racines, tandis que d'autres méthodes permettent d'extraire les huiles essentielles de plusieurs parties de la plante. Parmi ces méthodes,

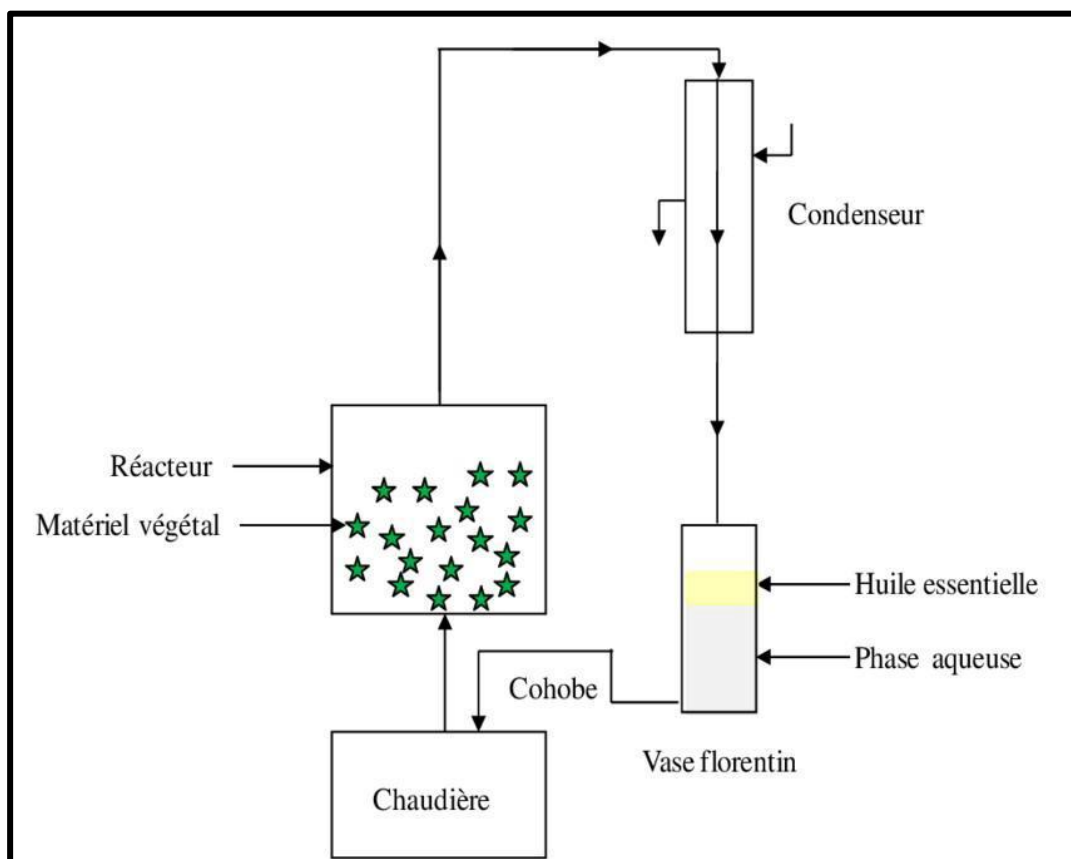


Figure 9: Extraction par entraînement à la vapeur (Farhat, 2010)

II.4.1.1 Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

Ceci représente l'une des méthodes officielles d'obtention des huiles essentielles (Eos). La matière végétale est exposée à un courant de vapeur sans trempage préalable. Ensuite, la vapeur saturée de composés volatils est condensée et versée dans un essencier, puis séparée en phase aqueuse (HA) et en phase organique (HE). Cette approche permet d'éviter les phénomènes de décomposition ou de détérioration qui pourraient affecter la qualité de l'huile, en raison de l'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques. De plus, la distillation régulière et plus rapide permet d'obtenir des notes de tête riches en esters, ce qui renforce la précision du parfum de l'huile. Des améliorations supplémentaires surviennent lorsque des parties de la "tête" très volatiles, constituées de molécules légères, apparaissent. En général, une demi-heure est suffisante pour collecter 95 % des molécules volatiles, répondant aux besoins de l'industrie et des parfumeries. Il convient de noter que pour une utilisation en aromathérapie, il peut être nécessaire de prolonger le processus pour récupérer toutes les composantes aromatiques volatiles, en fonction des besoins réels et des exigences spécifiques)

II.4.1.2 Expression à froid ;

Cette méthode ne s'applique qu'aux agrumes (Citrus sp.) et consiste à dilacérer les zestes pour récupérer le contenu des poches sécrétrices par des procédés mécaniques à température

ambiante. Après avoir exercé une action abrasive sous un courant d'eau sur toute la surface du fruit, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par centrifugation, une fois les déchets solides éliminés. La plupart des installations industrielles permettent la récupération simultanée ou séquentielle des jus de fruits et de l'huile essentielle (ZAIKET, 2016).

II.4.1.3 : Hydro-distillation :

L'hydro-distillation est la méthode la plus recommandée pour extraire les Huiles essentielles des produits végétaux. Elle est très facile à mettre en œuvre. C'est une technique basée sur le changement d'état liquide-vapeur des espèces chimiques. Le principe de la méthode consiste, à distiller un composé par entraînement à la vapeur d'eau. Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les composés volatils et semi-volatils sont entraînés par la vapeur d'eau, qui est ensuite condensée et collectée. Si la matrice extraite est riche en composés volatils, il se forme un surnageant nommé huile essentielle, composée des produits volatils peu solubles dans l'eau (FERNANDEZ et CABROL-BASS, 2007). L'hydrodistillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage de la phase aqueuse obtenue après séparation de l'huile essentielle lors de la décantation. Le principe de recyclage est communément appelé cohobage. présente le système industriel d'hydrodistillation. Au laboratoire, le système de référence pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger publié en 1928, équipé d'un ballon pour la distillation d'eau et de la matière végétale, d'un condenseur, d'une colonne de récupération et de décantation d'huile essentielle et d'une cohobe (Clevenger, 1928).

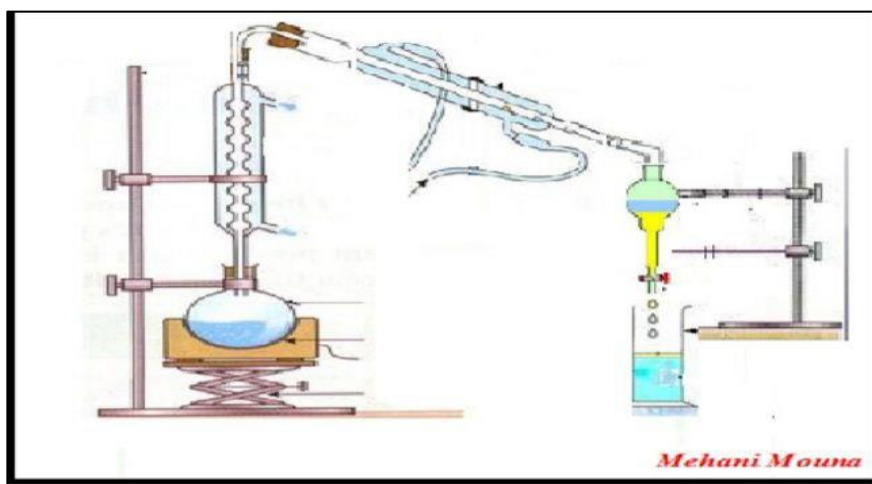


Figure 10: Schémas de l'hydro-distillation

II.4.1.4 Extraction par solvant organique

Il s'agit d'extraits de plantes obtenus à l'aide de solvants non aqueux. Ces solvants peuvent être des solvants couramment utilisés en chimie organique tels que l'hexane, l'éther de pétrole, mais aussi des graisses, des huiles (absorption des composés volatils lipophiles par des corps gras). Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau, de sorte que les extraits ne contiennent pas uniquement des composés volatils, mais également un grand nombre de composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et bien d'autres (**Richars et al 1992**). En ce qui concerne les extraits obtenus à l'aide de corps gras, un lavage à l'éthanol permet d'éliminer ces composés indésirables. La solution alcoolique ainsi obtenue est refroidie jusqu'à -10°C , afin de séparer les cires végétales qui se solidifient. Après distillation de l'alcool, le produit obtenu est appelé "absolu" et sa composition se rapproche de celle d'une huile essentielle (**Proust 2006**). L'extraction à l'aide de solvants organiques pose des problèmes de toxicité (**Bruneton 1999**).

II.4.1.5 Extraction par micro-ondes

Dans cette méthode, la matrice végétale est chauffée à l'aide de micro-ondes (Figure). Elle est placée dans une enceinte fermée où la pression est progressivement réduite. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau qui se forme à partir de l'eau présente naturellement dans la plante. Ensuite, ils sont récupérés en utilisant les méthodes traditionnelles de condensation, de refroidissement et de décantation. Ce procédé permet de gagner considérablement du temps (le temps d'extraction est divisé par 5 à 10) et de l'énergie (la température est plus basse) (**Mengel; 1993**).

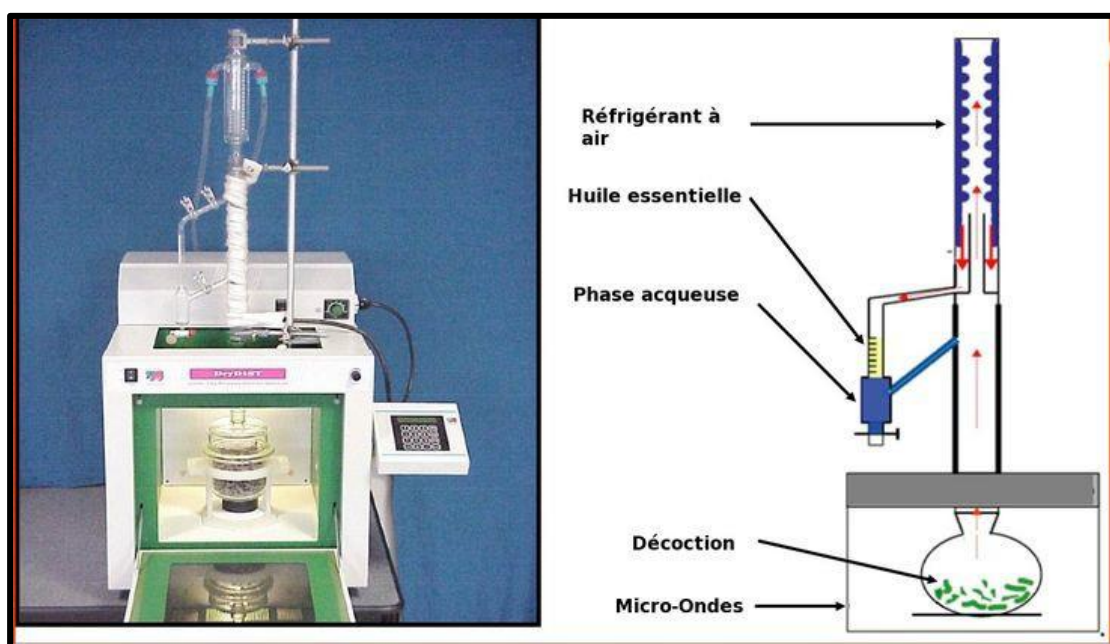


Figure 11:Extraction² par micro-onde

II.4.1.6 Extraction par du CO₂ supercritique

Un avantage de cette technique réside dans la combinaison des caractéristiques des gaz et des liquides lors du processus d'extraction. Cela permet de réduire au minimum les processus de dégradation potentiels tels que l'oxydation ou l'isolement, grâce à une réduction du temps d'extraction (Piochon 2008)

II.4.2 Les méthodes de séparation

II.4.2.1 La chromatographie

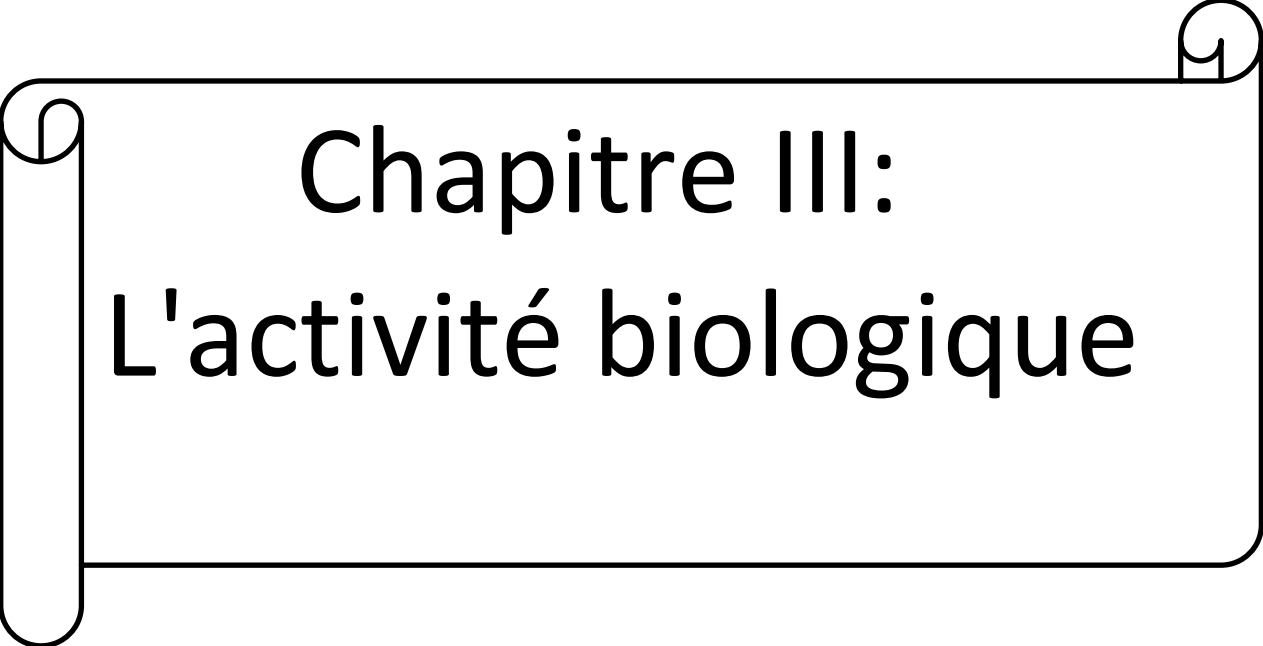
Selon Schwedt G. (1993) La chromatographie est une méthode couramment utilisée pour séparer les constituants des métabolites secondaires. Elle repose sur les différences d'affinité des substances analysées envers deux phases, l'une stationnaire ou fixe, et l'autre mobile. Selon la technique chromatographique employée, la séparation des composés entraînés par la phase mobile résulte soit de leur adsorption et des désorptions successives sur la phase stationnaire, soit de leur solubilité différente dans chaque phase.

II.4.2.2 La chromatographie sur couche mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une technique analytique rapide, simple et peu coûteuse utilisée pour la séparation et l'identification des métabolites. Elle s'applique aux molécules pures, aux extraits (mélanges complexes de métabolites) et aux échantillons biologiques. Elle permet d'obtenir une vue d'ensemble des métabolites présents dans un extrait ou une fraction, ainsi qu'un contrôle facile et rapide de la pureté d'un composé lorsque les conditions opératoires sont bien déterminées (Lagnika, 2005).

II.4.2.2.1 Le principe de la chromatographie sur couche mince

Le principe de la chromatographie sur couche mince repose sur les phénomènes d'adsorption, d'interaction et de polarité. Un mélange de composés est appliqué sur un support solide immergé, appelé phase stationnaire, dans un solvant, appelé phase mobile, qui se déplace le long de la phase stationnaire par capillarité. La phase mobile entraîne les composés et les déplace à des hauteurs variables en fonction de leur affinité pour les phases stationnaires et mobiles. Ces composés peuvent être caractérisés en fonction de leur rapport de rétention (R_f), qui est le rapport de la distance parcourue par le composé par rapport à celle parcourue par le solvant (Abedini, 2013).



**Chapitre III:
L'activité biologique**

Chapitre III. Activité biologique

III.1 Activités antioxydant

Dans les années 50, R. Gerschman et D. Hartman ont évoqué la toxicité de l'oxygène et la théorie des radicaux libres pour expliquer le processus de vieillissement, jetant ainsi les bases de la compréhension du stress oxydant. En 1969, les chercheurs américains McCord et Fridovich ont isolé un système enzymatique antioxydant appelé SOD à partir de globules rouges humains, démontrant ainsi la production endogène d'espèces réactives d'oxygène (ERO) par l'organisme. Cette découverte a suscité un vif intérêt dans la communauté scientifique, stimulant des recherches intensives sur le stress oxydant et les antioxydants à l'échelle mondiale (**Favier, 2003**).

III.1.1 Définition du stress oxydatif

Le stress oxydatif se caractérise par un déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps à les neutraliser et à réparer les dommages qu'elles causent (**Boyd *et al.*, 2003**).

III.1.2 L'origine du stress oxydatif

L'origine du stress oxydatif réside dans la production de radicaux libres par divers mécanismes physiologiques, lesquels sont bénéfiques à l'organisme à des doses modérées. Cette production est normalement contrôlée par des systèmes de défense efficaces. En conditions normales, l'équilibre entre les antioxydants et les prooxydants est maintenu. Cependant, si cet équilibre est rompu en raison d'un déficit en antioxydants ou d'une surproduction de radicaux libres, cela entraîne un excès de ces derniers, connu sous le nom de stress oxydatif. Il est désormais établi que le stress oxydatif est impliqué dans l'étiologie de nombreuses maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer, de Parkinson et de Huntington, ainsi que dans des troubles pathologiques tels que le syndrome d'ischémie-reperfusion. De plus, il joue un rôle dans les processus de vieillissement (**Favier, 2003**).

III.1.3 Les radicaux libres

Les radicaux libres sont des molécules ou des atomes qui possèdent un ou plusieurs électrons non appariés, ce qui les rend extrêmement réactifs. Dans les systèmes biologiques, les atomes sont composés d'un noyau et d'électrons en orbite autour de celui-ci, ces derniers ayant un mouvement de rotation appelé spin. La formation de paires d'électrons stabilise généralement les molécules. Cependant, lorsque des électrons restent célibataires, ils créent des radicaux libres. (**Leverve, 2009**).

III.1.4 L'oxygène

L'oxygène est un exemple typique, car il a deux électrons non appariés sur sa couche périphérique, ce qui le rend très réactif et lui confère une forte propension à oxyder les autres composés en leur captant des électrons. Cette action génère une chaîne de peroxydation, où les composés oxydés deviennent eux-mêmes instables et réactifs. Divers facteurs physiques ou chimiques peuvent également déstabiliser les électrons des molécules biologiques, accentuant la formation de radicaux libres (Leverve, 2009).

III.1.5 Les antioxydants

Pour atténuer les effets néfastes du stress oxydatif, il est crucial de rétablir l'équilibre entre les processus oxydants et les mécanismes antioxydants afin de préserver les fonctions physiologiques de l'organisme. Les antioxydants sont actuellement au centre de nombreuses recherches, non seulement pour leur rôle dans la conservation des aliments, mais aussi pour leur potentiel dans la prévention et le traitement des maladies liées au stress oxydatif. La sécurité et les effets indésirables des antioxydants synthétiques utilisés comme additifs alimentaires ont été remis en question ces dernières années, mettant en évidence la nécessité de les remplacer par des antioxydants naturels issus de plantes médicinales.

Le maintien d'un niveau non cytotoxique d'espèces réactives de l'oxygène est assuré par des systèmes antioxydants. Un antioxydant est défini comme une substance capable, à une concentration relativement faible, de rivaliser avec d'autres substrats oxydables, retardant ou empêchant ainsi leur oxydation. Les cellules déploient diverses stratégies antioxydantes et consomment une quantité importante d'énergie pour réguler les niveaux d'espèces réactives de l'oxygène. La nature des systèmes antioxydants varie selon les tissus et les types cellulaires, ainsi que selon l'environnement systèmes enzymatiques et non enzymatiques (Shahidi, 1997).

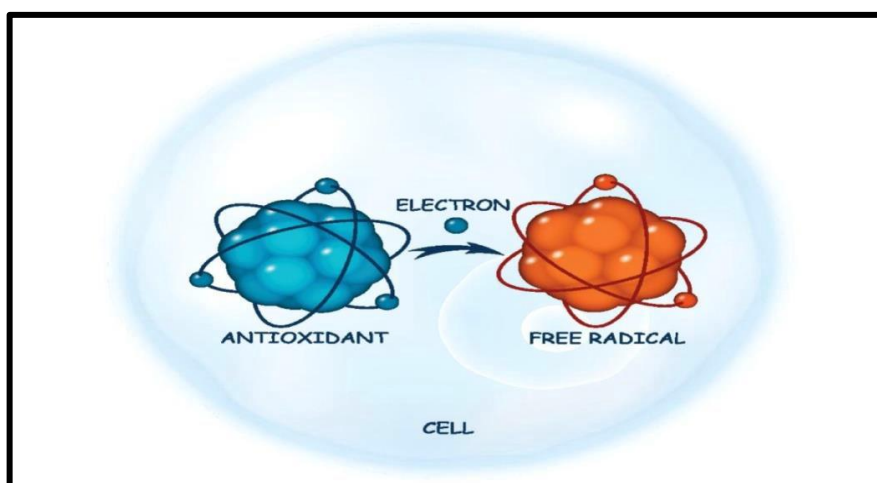


Figure 12: La fonction des antioxydants sur les radicaux libres (Elysia, 2020)

III.1.5.1 Mécanisme d'action des antioxydants

Sous des conditions physiologiques, il existe un équilibre entre la production de radicaux libres et les mécanismes de défense antioxydante endogènes. Ces mécanismes incluent le système enzymatique composé de la catalase, de la peroxydase dismutase et de la glutathion peroxydase, ainsi que les vitamines A, E et C, ainsi que les polyphénols présents dans l'alimentation et les plantes. La superoxyde dismutase (SOD) joue un rôle déterminant dans le système de défense antioxydante de l'organisme depuis 1968. L'ion peroxyde O_2^- marque le début de la chaîne de production des radicaux libres. Dès ce stade précoce, la SOD inactive l'ion O_2^- en le convertissant en peroxyde d'hydrogène H_2O_2 . Ce dernier est rapidement dégradé par la catalase et les peroxydases en dioxygène O_2 et en molécules d'eau H_2O . L'activité antioxydante de ces molécules est évaluée in vitro par différentes méthodes, dont celle du DPPH. Selon Méda (2005), la réaction avec une molécule RH peut être exprimée comme suit :

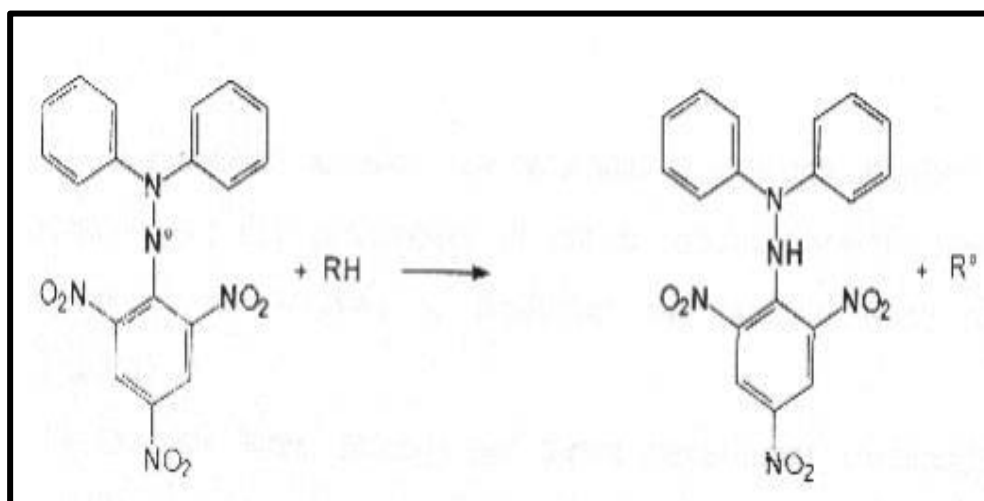


Figure 13 Réaction du DPPH avec un antioxydant

III.1.5.2 Composé antioxydant de référence

L'hydroxytoluène butylé (BHT), chimiquement connu sous le nom de 2,6-di-tert-butyl-4-méthylphénol ou 2,6-bis(1,1-diméthyléthyl)-4-méthylphénol, est un additif alimentaire synthétique noté E 321 par l'Union européenne. Le BHT est un antioxydant puissant et controversé, principalement en raison du manque d'études approfondies sur ses effets à long terme. Contrairement à certains antioxydants naturels comme la vitamine E, le BHT résiste aux hautes températures rencontrées lors de la fabrication des produits. Il est largement utilisé dans les industries agroalimentaire et cosmétique. En cas d'ingestion, le BHT est métabolisé par l'organisme

et est suspecté d'être allergène et potentiellement cancérigène. Les contaminants possibles associés au BHT incluent les cendres

sulfuriques, l'arsenic et les métaux lourds. Le BHT se présente sous forme de cristaux ou de poudre allant de l'incolore au jaune pâle (Vansant, 2004).

III.2 Activités antimicrobienne

III.2.1 Introduction

Dès la naissance, l'homme entre en contact avec divers micro-organismes qui colonisent progressivement ses surfaces cutanées et muqueuses. Pour faire face à ces micro-organismes, plusieurs mécanismes de défense sont activés. On peut les classer schématiquement en trois groupes : les barrières anatomiques, les mécanismes de résistance naturelle (ou innée) et l'immunité acquise (Kaufmann, 1997).

III.2.2 Définition de l'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des flavonoïdes est principalement attribuée à leur fonction phénolique, et cette activité tend à augmenter avec le nombre de substituants hydroxyles, méthoxyles ou glucosyles. Les structures les plus efficaces dans ce contexte sont les flavones et les flavanones (Picman et al., 1995). De nombreuses études ont rapporté que les extraits de plantes et diverses préparations phytochimiques riches en flavonoïdes possèdent une activité antimicrobienne significative (Tim et al., 2005).

III.2.3 Les bactéries

Les bactéries sont des organismes microscopiques constitués généralement d'une seule cellule. Contrairement aux cellules des autres organismes, qu'ils soient unicellulaires ou multicellulaires, les bactéries possèdent une structure plus simple. Les cellules bactériennes sont procaryotes, ce qui les distingue des cellules eucaryotes des autres organismes.

Les bactéries sont présentes dans divers environnements, y compris le sol, l'eau, les plantes, les animaux et les humains, notamment sur les parties du corps exposées telles que la peau, le nez, la bouche, le tube digestif et les organes génitaux. La microbiologie médicale se concentre principalement sur les espèces de bactéries susceptibles de provoquer des maladies infectieuses et des lésions tissulaires (Hayette et al., 2010).

III.2.4 Description des souches bactériennes étudiées

III.2.4.1 - *Escherichia coli*

Escherichia coli (E.Coli), un bacille à Gram négatif, est un commensal du tube digestif humain et est couramment impliqué dans les infections urinaires. Il peut également causer des diarrhées par divers

III.2.4.2 *Staphylococcus aureus*

mécanismes, ainsi que diverses infections, tant communautaires que nosocomiales (**Nataro et Kaper, 1998**). *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) est une bactérie en forme de coque, Gram positif, mesurant environ 0,8 à 1 µm de diamètre. Ces bactéries sont immobiles, non sporulées, se présentant soit de manière solitaire, soit en agrégats comme des diplocoques, mais le plus souvent en grappes ou en chaînes. Elles sont associées à diverses infections potentiellement graves (**Licois, 2010**). Cette revue porte sur l'évaluation et le traitement des infections à *Staphylococcus*, ainsi que sur le rôle de l'équipe interdisciplinaire dans la prise en charge des patients atteints de ces affections (**Taylor et Unakal, 2022**).

III.2.4.3 *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa (*P. aeruginosa*) est un bacille à Gram négatif, strictement aérobie, positif à l'oxydase et négatif au lactose. Morphologiquement, cette bactérie est un germe non sporulé, en forme de bâtonnet de 0,5 à 0,8 µm de diamètre et d'une longueur de 1,5 à 3 µm. Pratiquement toutes les souches sont mobiles grâce à un flagelle polaire unique (**Mammar, 2015**).

Les principales caractéristiques de la bactérie liées à ses gènes de virulence et leur régulation, la résistance aux antibiotiques et les tendances futures des approches anti-*Pseudomonas* sont discutées (**Wu et al., 2015**).

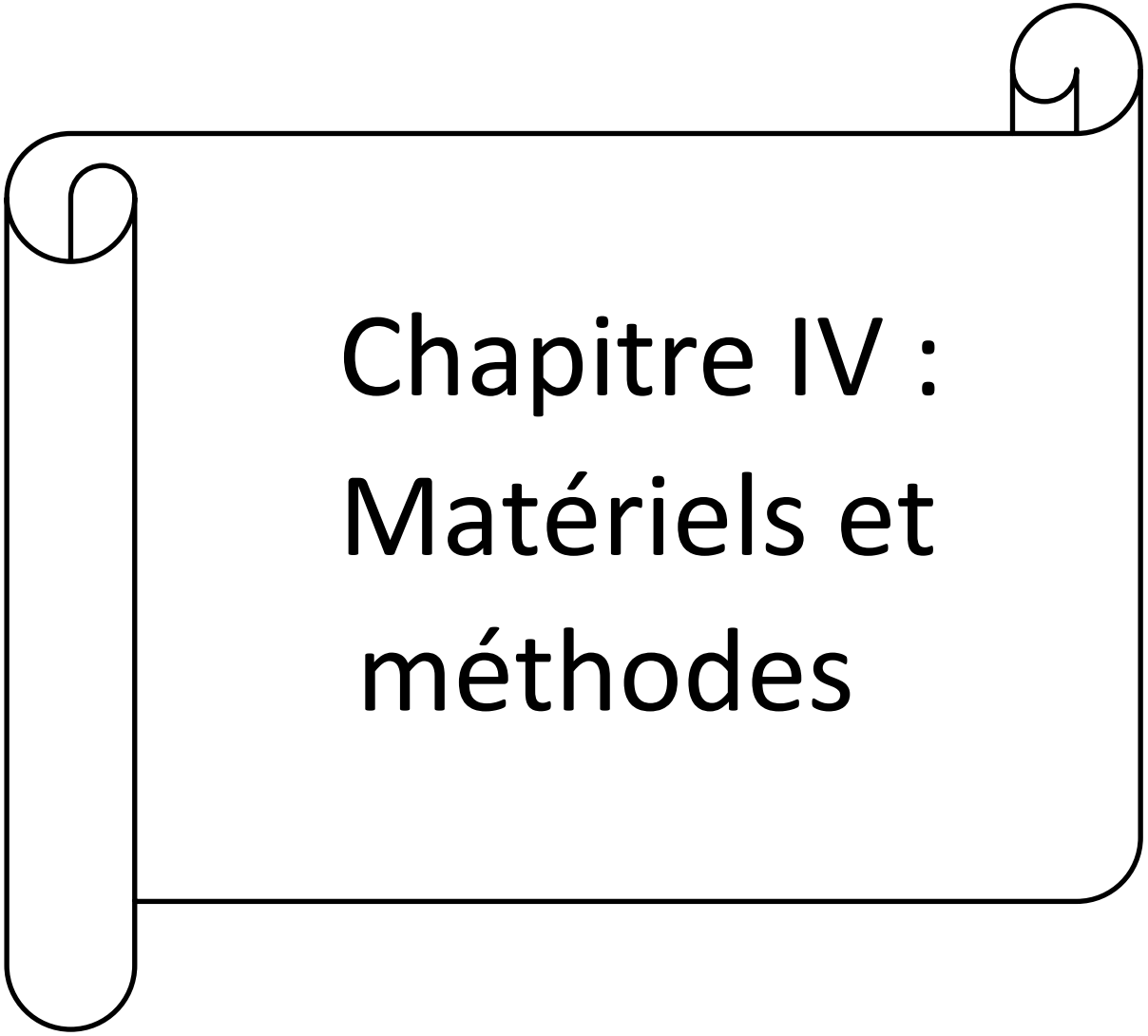
III.2.5 Les antibiotiques

Les antibiotiques sont des substances chimiques produites naturellement par des microorganismes, ou créées par des moyens semi-synthétiques ou synthétiques (**Lavigne, 2007**). Ces substances, d'origine naturelle, présentent une toxicité sélective à des concentrations très faibles, ce qui les rend non toxiques pour l'hôte lors du traitement des infections bactériennes. Les antibiotiques peuvent exercer un effet bactéricide (destruction des bactéries) ou bactériostatique (inhibition de la croissance bactérienne). La spécificité d'action des antibiotiques repose sur les différences métaboliques et structurales entre les cellules procaryotes et eucaryotes. Le spectre d'activité d'un antibiotique désigne l'ensemble des bactéries affectées par celui-ci. Les antibiotiques qui sont efficaces contre un large éventail de bactéries Gram positif et Gram négatif sont dits à "large spectre", tandis que ceux qui sont actifs uniquement contre certaines bactéries Gram positif ou Gram négatif sont dits à "spectre étroit" (**Walsh, 2003**).



PARTIE

EXPERIMENTALE



**Chapitre IV :
Matériels et
méthodes**

Chapitre IV. Matériels et méthodes

IV.1 La région

La région de Ben Srour est située au sud-est de la province de M'sila dans le nord central de l'Algérie, à 40 kilomètres de la plus grande ville voisine, Bou Saâda (N 35 °2'25" ; E 4° 33'50"). Cette région possède un écosystème steppique avec un climat aride, une forêt à relief marqué et une zone montagneuse. (Bendif *et al.*, 2020)

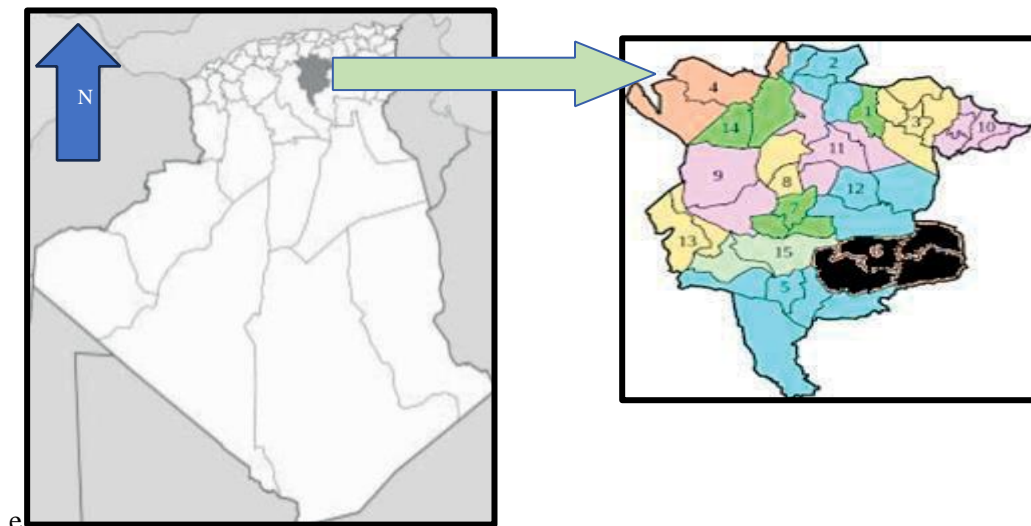


Figure 14: La zone d'étude est située à Ben Srour, dans le centre-nord de l'Algérie. (Bendif *et al.*, 2020)

Expérimentation Cette étude est réalisée au niveau du laboratoire de la faculté des Sciences de la Nature et de La Vie université Mohamed Boudiaf à M'sila menée avec les extraits des différentes Parties de l'armoise blanche vise à valoriser cette plante médicinale et aromatique très répandue en Algérie, ayant comme objectifs d'étudier l'activité biologique dont elle pourrait être dotée

Des expérimentations ont également été menées sur l'activité bactérienne à l'Institut Pasteur de M'sila.

IV.2 La récolte

La récolte a eu lieu en février 2024, où la plante *Artemisia herba-alba* a été cueillie dans la région de Sefia, commune de Mohamed Boudiaf, daïra de Ben Srour, dans la wilaya de M'sila. Les parties aériennes et subaériennes ont été collectées.

Il a été confirmé que la plante est réellement *Artemisia herba-alba* par le professeur spécialisé en botanique à l'université Mohamed Boudiaf à M'sila

IV.3 -Séchage

Après la collecte de la plante, elle a été soigneusement nettoyée de toutes les impuretés, y compris la terre et les autres plantes herbacées. Les parties aériennes ont été séparées des parties souterraines. Ensuite, les deux parties ont été laissées à sécher à l'ombre à température ambiante pendant une période de 15 jours

IV.4 Extraction les huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger (figure 15). L'hydrodistillation repose sur la capacité de la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles. On a mis 100 grammes de matière végétale séchée (*Artemisia herba-alba*) ont été placés dans un ballon avec 1 litre d'eau distillée. Le ballon a été placé dans un chauffe-ballon relié par un coude au condenseur. Après avoir fermé le montage et allumé le chauffe-ballon, le contenu a été chauffé jusqu'à ébullition. Les vapeurs se sont condensées dans le condenseur et les huiles essentielles se sont séparées du distillat par différence de densité, permettant ainsi leur collecte.

- ❖ La méthode est la même pour extraire l'huile essentielle des parties souterraines.

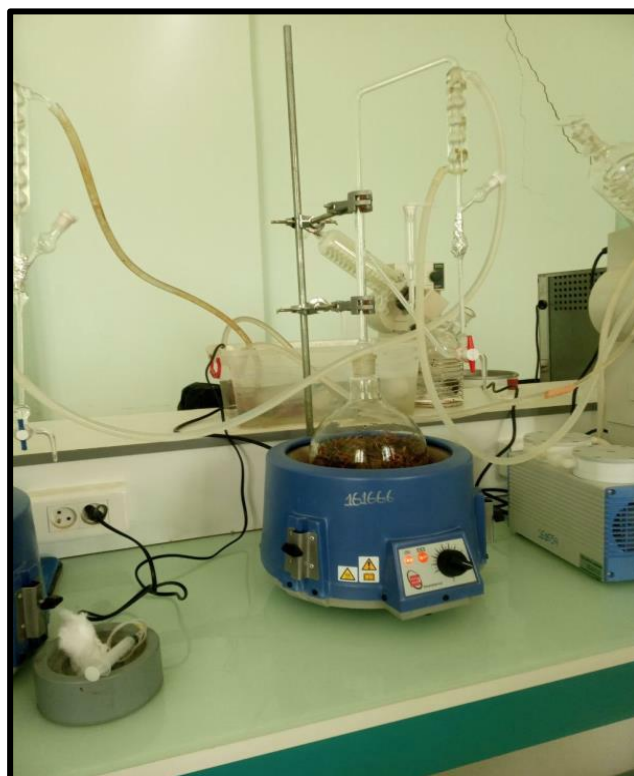


Figure 15 :Technique d'hydrodistillation

- ❖ Conservation des huiles essentielles nécessite certaines précautions élémentaires. Il est recommandé que les huiles sensibles à la lumière soient stockées dans des récipients en

verre foncé et bien enveloppées dans du papier d'aluminium pour les protéger de la lumière et de l'air. Il est également conseillé de les conserver dans un endroit frais pour éviter la polymérisation (oxydation) et à une température de 4 °C (**Benattia et Hellali, 2019**). Pour calculer le rendement de l'huile essentielle, on utilise la formule Rendement de l'huile en pourcentage (R) = (Poids de l'huile en gramme (Px) / Poids de la plante en gramme (Py)) x 100

$$R = Px / Py \times 100$$

R: Rendement de l'huile en pourcentage

Px: Poids de l'huile en gramme

Selon Naouel *et al.* (2012), le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter.

IV.4.1 Processus de broyage :

Un moulin électrique a été utilisé pour broyer la plante *Artemisia herba-alba* afin d'obtenir une poudre fine pour une utilisation dans le processus d'extraction. Le broyage est effectué quelques minutes avant l'extraction pour éviter toute oxydation

IV.5 Processus d'extraction :

Le processus implique l'immersion de 50 grammes de poudre des parties aériennes de la plante *Artemisia herba-alba* dans 250 ml d'éthanol pur pendant 24 heures. Cette opération est répétée trois fois avec la même échantillon. Après macération, l'extrait est filtré à l'aide de papier filtre, puis évaporé sous vide jusqu'à séchage complet à une température de 40°C et une vitesse de rotation de 3 à l'aide d'un évaporateur rotatif. Ensuite, l'extrait est réparti dans des boîtes de Petri en verre et conservé dans une enceinte à une température de 25°C pendant 24 heures jusqu'à séchage complet. Les résidus secs sont collectés à l'aide d'un scalpel de laboratoire (figure 16), ce qui permet d'obtenir l'extrait brut éthanolique des parties aériennes de la plante *Artemisia herba-alba*.

$$R (\%) = 100m/m0$$

R : Rendement en pourcentage (%).

m : Masse d'extrait brut.

m₀: Masse de la plante sèche en poudre.

- ❖ La méthode est la même pour l'extrait éthanolique est extrait des parties souterraines de la plante.

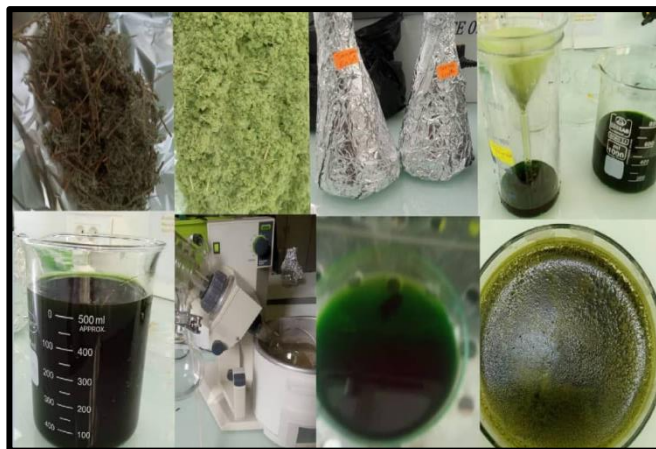


Figure 16: Différentes étapes d'extraction

IV.6 chromatographie sur couche mince (CCM)

IV.6.1 Préparation des plaques de chromatographie sur couche mince (CCM)

Les plaques utilisées dans cette étude sont des plaques de gel de silice de type Kieselgel 60F254, fixées sur un support en aluminium d'une épaisseur de 0,25 mm. Ces plaques ont été découpées aux dimensions de 5 cm de largeur et 10 cm de longueur. La phase mobile, composée d'un mélange de solvants organiques, a été utilisée à travers trois systèmes différents pour obtenir la meilleure séparation des extraits de la plante *Artemisia herba-alba*. Les différents systèmes utilisés pour la chromatographie sur couche mince (CCM) sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 1: les différents Systèmes utilisés pour la CCM

Systèmes solvants	N°	Systèmes solvants	Proportion
BAE	1	Butanol/Acétat d'éthyle/ Eau	(5ml/4ml/1ml)
H A	2	Heptane/acétate d'éthyle	(8ml/2ml)
CHM	3	Chloroforme/méthanol	(9ml/1ml)

IV.6.2 Dépôt

Les extraits végétaux sont dissous dans de l'éthanol et déposés sur les plaques à l'aide d'une pipette Pasteur, à une distance de 1 cm du bord inférieur de la plaque. Cette méthode permet de déposer plusieurs fois de suite le même échantillon au même endroit, facilitant ainsi la concentration de l'échantillon (**Dahmani et Dahmani, 2017**).

Chaque plaque est placée verticalement ou légèrement inclinée dans un bécher pré-saturé avec la vapeur du système de solvants approprié. L'échantillon à tester est ainsi entraîné par la remontée capillaire de la phase mobile sur la plaque (**Dahmani et Dahmani, 2017**).

IV.6.3 Le rapport frontal

Une fois la plaque bien séchée à température ambiante, les substances peuvent être directement observées sur la plaque. L'observation sous UV à 365 nm permet de visualiser les substances en mouvement, apparaissant comme des taches sombres ou fluorescentes. Le rapport frontal (Rf) de chaque composant est ensuite déterminé (**Aichaoui et Hanane, 2019**).

$$R_f = d/D$$

d: la distance parcourue par la molécule.

D: la distance parcourue par la phase mobile (front du solvant).

IV.7 .Activités antioxydante

La méthode la plus couramment utilisée pour analyser l'activité antioxydante est la méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle). Le radical libre DPPH possède un électron non apparié sur un atome de pont d'azote. La réduction du DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrométrie UV-Visible en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par les antioxydants (**Ouafa Medjouda, 2012**). Lorsque le DPPH réagit avec un antioxydant, il perd sa couleur violette et devient jaune (**Moon, 2009**).

IV.7.1 La préparation des solutions

Pour évaluer l'activité antioxydante de la plante *Artemisia herba-alba*, nous avons préparé une série de solutions de concentrations variées d'extraits provenant des parties aériennes et souterraines dissolvés dans l'éthanol. L'huile essentielle de la plante a été dissoute dans du DMSO, tandis que le BHT, utilisé en tant que témoin, a été dissous dans du méthanol.



Figure 17: Différentes concentrations

Selon Aouachria et al. (2017), La solution de DPPH a été préparée par solubilisation de 4mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. Un volume de 160 μ l de la solution de DPPH est mélangé avec 40 μ l de l'extrait 1 à différentes concentrations, et le mélange est laissé dans l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. Pour le contrôle négatif, l'extrait est remplacé par du méthanol. Pour le contrôle positif (la référence), l'extrait est remplacé par du butylhydroxytoluène (BHT). Ensuite, l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un blanc contenant du méthanol pur. Toutes les opérations sont effectuées en trois répliques. Le pourcentage d'inhibition des radicaux libres du DPPH est calculé selon la formule suivante.

$$PI\% = \{(Abs\ Contr\hat{o}le - Abs\ Extrait) / Abs\ Contr\hat{o}le\} \times 100\%$$

Avec :

Abs control : Absorbance du control négatif à longueur d'onde 517 nm ;

Abs test : Absorbance de l'échantillon à la longueur d'onde 517 nm.

PI% : Le pourcentage d'inhibition

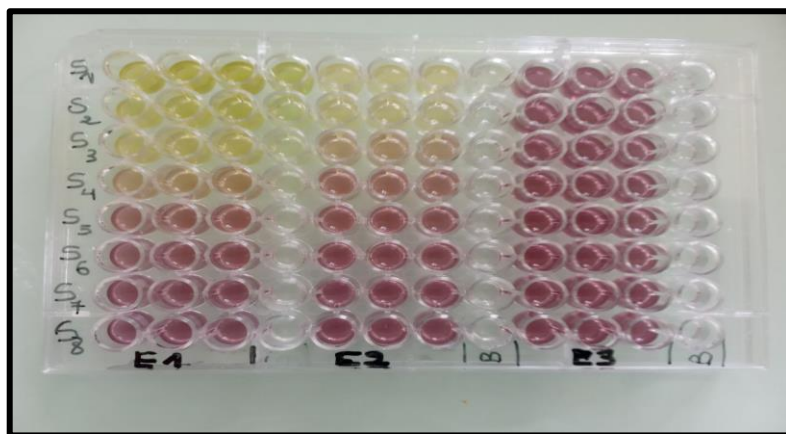


Figure 18:Le test DPPH

IV.7.2 Le calcul des concentrations inhibitrices à 50% (IC50)

consiste à déterminer la concentration d'un échantillon testé nécessaire pour réduire de 50% l'activité du radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl), un indicateur couramment utilisé de l'activité antioxydante. Les IC50 sont calculées en traçant les pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations des extraits testées, et sont généralement déterminées graphiquement (**Torres *et al.*, 2006**).

IV.8 L'activité antibactérienne

IV.8.1 Le principe :

L'activité antimicrobienne consiste initialement à déterminer la concentration minimale inhibitrice (C.M.I.) des extraits qui éliminent l'organisme microbien. Les extraits sont déposés sur des disques de papier qui sont placés sur de la gélose dans des boîtes de Petri. Enfin, les boîtes de Petri sont placées dans un incubateur à 37°C pendant 24 heures pour les bactéries.

IV.8.2 L'application :

Selon Benattia et Hellali (2019), les méthodes utilisées dans l'expérience et selon les souches, nous avons utilisé les milieux suivants :

- Bouillon nutritif pour l'activation et l'entretien des souches bactériennes ;
- Gélose Mueller Hinton pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux différents extraits.

Les tubes à essai pour la préparation de suspensions bactériennes (inoculum) ont été stérilisés par autoclave, ainsi que la préparation des dilutions d'échantillons à 121°C pendant 15 minutes (**Osse, 2014**).

IV.8.3 Préparation de l'extrait

Pour tester l'activité antibactérienne, nous avons préparé des solutions à différentes concentrations de l'extrait éthanolique brut des parties aériennes, en utilisant le diméthylsulfoxyde (DMSO) comme solvant. Pour tester l'activité antibactérienne, nous avons préparé des solutions à différentes concentrations de l'extrait éthanolique brut des parties aériennes, en utilisant le diméthylsulfoxyde (DMSO) comme solvant.

De la même manière, nous avons préparé une gamme de solutions à différentes concentrations de l'extrait éthanolique brut des parties souterraines et des huiles essentielles.



Figure 19 Différentes concentrations

IV.8.4 Souches bactériennes

Les souches testées proviennent de l'Institut Pasteur de M'sila, et elles sont répertoriées dans le tableau suivant:

Tableau 2::référence des souches bactériennes

Les souches bactériennes	Hôpitaux
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Institut de pasteur (Msila)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 25922	

IV.8.5 . Préparation des disques

Pour préparer les disques, une feuille de papier Wattman est découpée en diamètre de 6 mm. Après la préparation, les disques sont placés dans des flacons en verre et autoclavés à 120 degrés pendant 30 minutes(Figure20)



Figure 20:Préparation des disques

IV.8.6 Préparation des bactéries

Les différentes souches bactériennes sont ensemencées selon la méthode des stries, puis incubées à 37 degrés Celsius pendant 24 heures pour obtenir une culture jeune, en suivant la méthode du dénombrement des colonies. Une seule de ces colonies est utilisée pour préparer l'inoculum en la plaçant dans des tubes contenant 10 ml de solution physiologique saline stérile par souche. La densité des particules est ajustée entre 0,08 et 0,1, mesurée à une longueur d'onde de 625 nanomètres, correspondant à la densité cellulaire.(**Figure22**)



Figure 21:Les différentes souches bactériennes

IV.8.6.1 Culture

Le milieu de culture utilisé est le Mueller-Hinton, largement utilisé dans les tests de sensibilité. La culture est réalisée dans un environnement stérile en présence d'une flamme de Bunsen. Un écouvillon stérile est plongé dans les particules bactériennes.

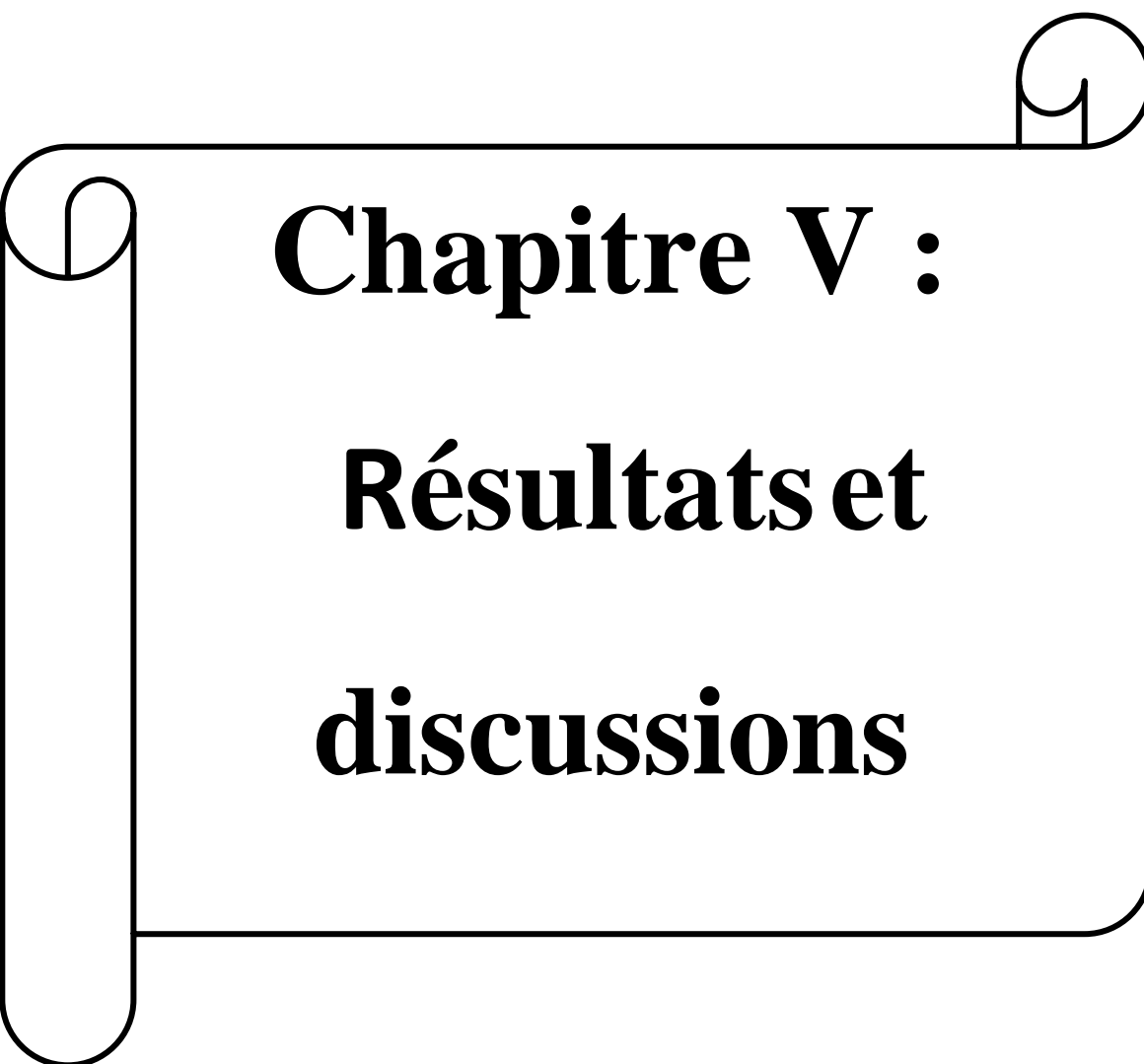
Pétri contenant du milieu de culture Mueller Hinton (MH). Cette opération doit être réalisée trois fois, en tournant la boîte de Pétri d'un angle de 60 degrés à chaque fois (Figure22), en veillant à faire tourner l'écouvillon sur lui-même. À la fin de chaque rotation, l'écouvillon est passé le long du bord de la gélose. Cette opération est effectuée avec différentes souches étudiées. Après avoir ensemencé les bactéries, les disques sont placés sur la surface de la gélose. Chaque disque est espacé de 2 cm des autres, et un antibiotique spécifique est placé sur chaque disque. Ensuite, 10 ml de différentes concentrations préparées précédemment sont déposées sur chaque disque.



Figure 22 : Culture

Enfin, les boîtes de Pétri sont placées dans l'incubateur à une température de 37 degrés Celsius pendant 24 heures. Ensuite, les résultats sont lus, avec l'apparition d'une zone claire autour des disques, indiquant l'efficacité de l'antibiotique contenu dans l'extrait. Les diamètres de ces zones sont mesurés. Pour évaluer l'activité antibactérienne de nos extraits, nous avons utilisé les critères d'Adida (2014), basés sur le diamètre des zones d'inhibition exprimées en mm:

Diamètres $\leq 6,4$ mm	→	Pas d'activité antibactériennes
$6,5 \leq$ Diamètres $\leq 6,7$ mm	→	activité antibactériennes faible
$7 \leq$ Diamètre $\leq 7,9$ mm	→	activité antibactérienne moyenne
Diamètre ≥ 8	→	bonne activité antibactérienne.



Chapitre V :
Résultats et
discussions

Chapitre V. Résultats et discussions

V.1 Extraction des huiles essentielles (Tableau 3)

V.1.1 Rendement des huiles essentielles:

Tableau 4: Les résultats de l'extraction des huiles essentielles

	Masse (g)	Rendement%
<i>Artemisia herba alba</i> .L	Matière végétale	huiles essentielles
Les parties aériennes	100g	0,5%
Les parties souterraines	100g	0%

L'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* obtenue par distillation est un liquide limpide, de couleur jaunâtre, avec une odeur forte caractéristique de la plante. Selon nos résultats, le rendement obtenu à partir des feuilles d'*Artemisia herba-alba* est de 0,5%. En comparaison avec d'autres travaux de recherche, le rendement en huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* récoltée dans la région de Matmata en Tunisie était de 0,65% (Akrout, 2004), tandis qu'il était de 1,3% en Jordanie (Hudaib et Aburjai, 2006) et de 1,02% à M'sila (Dob et Benabdalkader, 2006). Dans la région de Guercif au Maroc, le taux de rendement varie en fonction de la période de récolte, se situant entre 0,56% et 1,23% (Ghanmi et al., 2010). En Espagne, le rendement varie selon les provenances, de 0,41% à 2,30% (Salido et al., 2004). Ces différences sont dues à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques, notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétale elle-même, l'organe végétal, le stade de croissance, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (Granger et al., 1973)..

V.2 Extraction extrait éthanolique

V.2.1 Rendement en extrait éthanolique

Les extraits bruts de la plante *Artemisia herba-alba* ont été pesés après distillation rotative pour enlever les solvants des composés organiques, afin de faciliter la détermination du poids net des extraits. Le poids sec de la partie aérienne a été estimé à environ 2,68 grammes, tandis que le poids de la partie souterraine était d'environ 0,49 gramme, soit respectivement 5,73 % et 0,98 %.

D'après ces résultats, nous constatons que la masse de l'extrait brut des parties aériennes de la plante *Artemisia herba-alba* dépasse de manière significative celle des parties souterraines

(racines), ce qui indique une utilisation élevée de la partie aérienne par la plante. Cela suggère la présence de plus de composés actifs dans la partie aérienne par rapport aux racines.

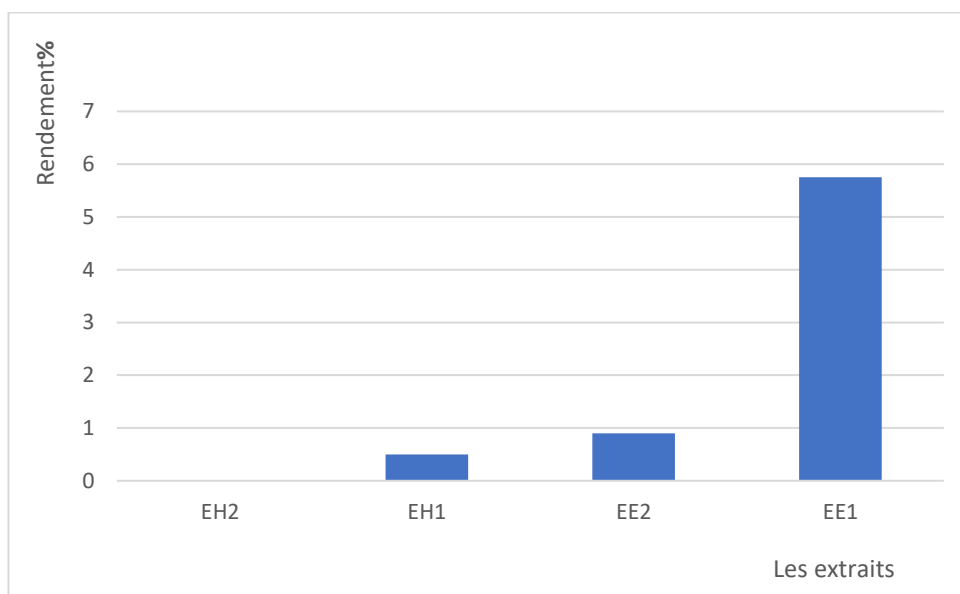


Figure 23 : Rendement des différents extraits de la plante *Artemisia herba-alba*

En revanche, les racines de la plante ne produisent pas d'huile essentielle. Cela peut indiquer que la partie aérienne contient une concentration plus élevée de composés aromatiques par rapport aux racines.

Concernant les extraits, le rendement de la partie aérienne de la plante *Artemisia herba-alba* est nettement plus élevé que celui des parties non aériennes, comme les racines.

En résumé, ces résultats mettent en évidence l'importance de la partie aérienne de la plante *Artemisia herba-alba* dans la production de composés actifs et d'huiles essentielles.

V.3 Chromatographie sur couche mince CCM

Les résultats de l'extraction par CCM pour l'extrait éthanolique des parties aériennes (EE1) sont présentés dans le tableau 5 et pour l'extrait éthanolique des parties souterraines (EE2) dans le tableau 6. La détection de la plaque de chromatographie sur couche mince de gel de silice pour différents systèmes de séparation pour les extraits EE1 et EE2 d'*Artemisia herba-alba* sous une lampe UV à 365 nm est illustrée dans les figures (25, 26, 27, 28, 29 et 30)

Tableau 5: résultats de CCM (EE1)

N°des Systems	N° destaches	couleur	rf	Composés possibles
1	1	Jaune	0,11	Flavonol
	2	Bleu	0,17	Flavonol
	3	Jaune	0,25	Acide phénol
	4	Bleu	0,30	Acide phénol
	5	Bleu	0,33	Quinolène
	6	Orange	0,56	Alcaloïdes
	7	Bleu	0,6	Naphthoquinone
	8	Orange	0,71	Coumarines
	9	Violet	0,83	hydroquinone
	10	Bleu	0,86	Anthraquinone
	11	Jaune	0,90	Coumarines
	12	Rouge	0,93	
2	1	Jaune	0,06	Tanin hydrolysable
	2			
	3	Orange	0,09	Alcaloïdes
	4	Orange	0,11	Alcaloïdes
	5	Orange	0,17	Alcaloïdes
	6	Orange	0,23	Alcaloïdes
	7	Jaune	0,34	Flavonol
	8	Orange	0,44	Flavonol
		Bleu	0,65	Coumarine simple
3	1	Jaune	0,02	Tanin hydrolysable
	2	Jaune	0,05	Tanin hydrolysable
	3	Jaune	0,07	Tanin hydrolysable
	4	Jaune	0,11	Tanin hydrolysable
	5	Bleu	0,17	Tanin hydrolysable
	6	Jaune	0,20	Flavonol
	7	Jaune	0,34	Coumarines
	8	Jaune	0,43	Alcaloïdes
	9	Orange	0,56	Alcaloïdes
	10	Orange	0,63	Alcaloïdes
	11	Jaune	0,78	Flavonol
	12	Rouge	0,85	coumarines

Tableau 6: résultats de CCM (EE2)

N° des Systems	N° des taches	Couleur	rf	Composés possibles
1	1	Jaune	0,06	Tanin hydrolysable
	2	Bleu	0,2	Tanin hydrolysable
	3	Bleu	0,36	Acide Phénol
	4	Bleu	0,5	Coumarine simple
	5	Bleu	0,83	Hydroquinone
	6	Jaune	0,86	Flavonol
	7	Jaune	0,9	Anthraquinone
2	1	Jaune	0,03	Tanin hydrolysable
	2	Orange	0,08	Acaloïdes
	3	Orange	0,13	Acaloïdes
	4	Orange	0,3	Acaloïdes
	5	Orange	0,36	Acaloïdes
	6	Jaune	0,41	Anthraquinone
	7	Orange	0,63	Acaloïdes
	8	Jaune	0,90	Anthraquinone
3	1	Jaune	0,05	Tanin hydrolysable
	2	Jaune	0,10	Tanin hydrolysable
	3	Jaune	0,15	Tanin hydrolysable
	4	Jaune	0,20	Flavonol
	5	Bleu	0,29	Acide phénol
	6	Jaune	0,33	Acide phénol
	7	Jaune	0,43	Acaloïdes
	8	Jaune	0,54	Anthraquinone
	9	Jaune	0,64	Anthraquinone
	10	Jaune	0,66	Anthraquinone

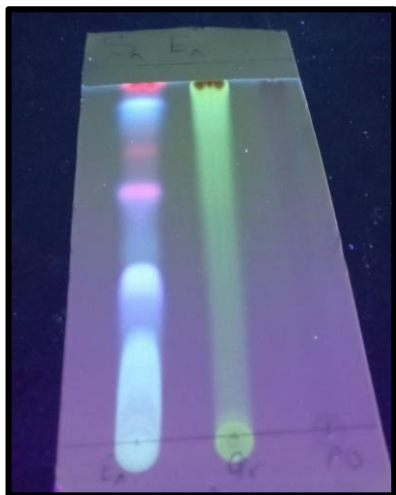


Figure 24: Résultat CCM pour l'extrait EE1 dans le système 1

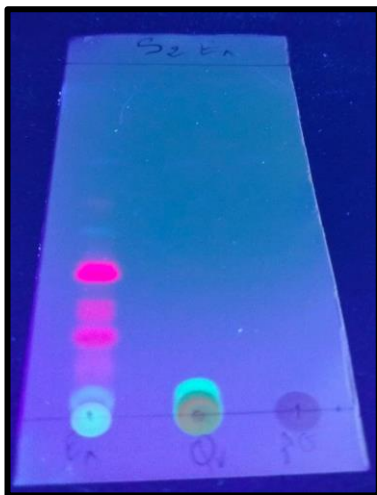


Figure 25: Résultat CCM pour l'extrait EE1 dans le système 2

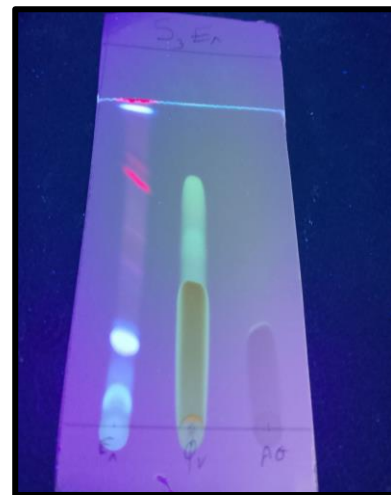


Figure 26: Résultat CCM pour l'extrait EE1 dans le système 3

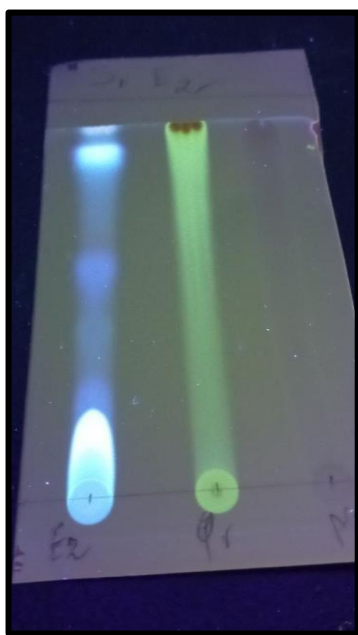


Figure 27: Résultat CCM pour l'extrait EE2 dans le système 1

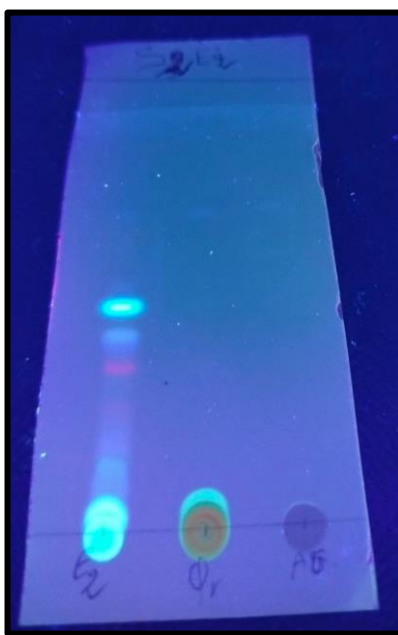


Figure 28: Résultat CCM pour l'extrait EE2 dans le système 2

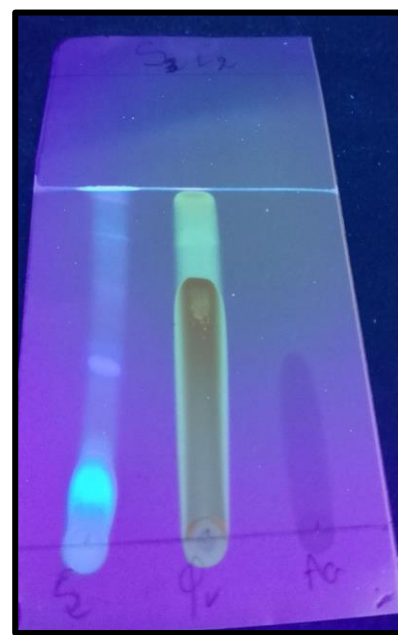


Figure 29: Résultat CCM pour l'extrait EE2 dans le système 3

Dans les études de chromatographie sur couche mince (CCM) pour l'extrait éthanolique des parties aériennes (EE1), les résultats ont montré que le premier et le troisième systèmes, qui sont des systèmes à haute polarité, ont produit 12 taches. En revanche, le deuxième système, caractérisé par une faible polarité, n'a révélé que 8 taches.

Dans les études pour l'extrait éthanolique des parties souterraines (EE2), les résultats ont montré que le premier et le troisième systèmes ont produit respectivement 7 et 10 taches, tandis que le deuxième système a révélé 8 taches.

Les résultats obtenus par le nombre de taches présentes sur les plaques indiquent que la partie aérienne de la plante contient un plus grand nombre de composés que les racines.

Selon les systèmes de séparation utilisés, les résultats montrent que la plante possède des composés à polarité élevée dans les deux parties. Cette conclusion est basée sur l'utilisation de solvants à haute polarité qui ont révélé un plus grand nombre de taches comparé aux solvants à faible polarité, ce qui indique que la plante *Artemisia herba-alba* contient des composés à polarité élevée.

En outre, en se basant sur les couleurs des taches et les valeurs de R_f (facteur de rétention), il a été démontré que la plante contient une variété de flavonoïdes, de phénols et d'alcaloïdes dans les deux parties, aérienne et souterraine.

V.4 Résultats activité biologiques de la plante *Artemisia herba-alba*

V.4.1 Activité antioxydante

L'activité antioxydante est définie comme la capacité d'une substance à neutraliser les radicaux libres. Pour évaluer cette activité dans nos extraits, nous avons utilisé la méthode du DPPH, un radical libre qui présente une couleur violet sombre. Lorsqu'il est neutralisé par des substances antioxydantes, la solution prend une teinte jaune pâle. La vitesse et l'intensité de ce changement de couleur dépendent de la nature, de la concentration et de l'efficacité de la substance antioxydante.

V.4.1.1 L extrait éthanolique Les parties aériennes: Les résultats sont présentés dans la figure suivante.

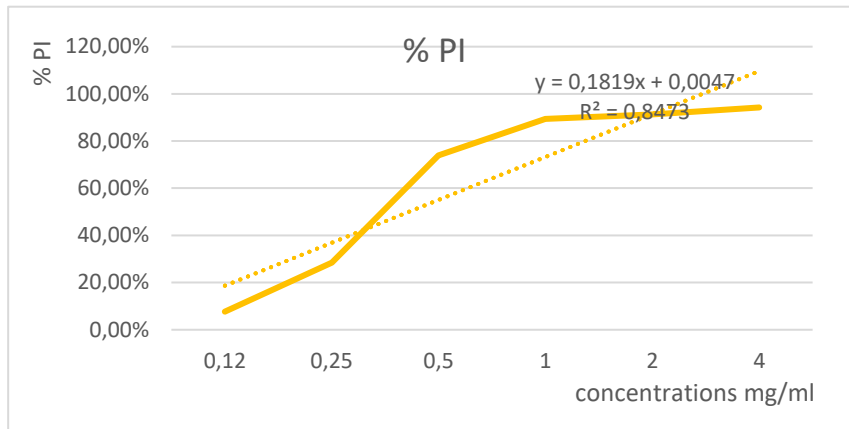


Figure 30: l'effet antioxydant d'EE1

IC50 = 0.27 mg/ml prsontege

V.4.2 L extrait éthanolique Les parties souterraines : Les résultats sont présentés dans la figure suivante.

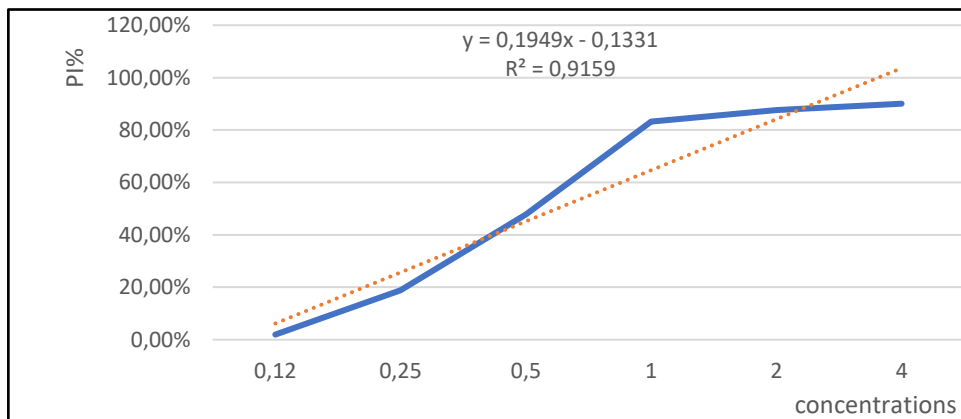


Figure 31: l'effet antioxydant d'EE2

IC50 = 0.25 mg/ml

V.4.3 Les huiles essentielles: Les résultats sont présentés dans figure suivante.

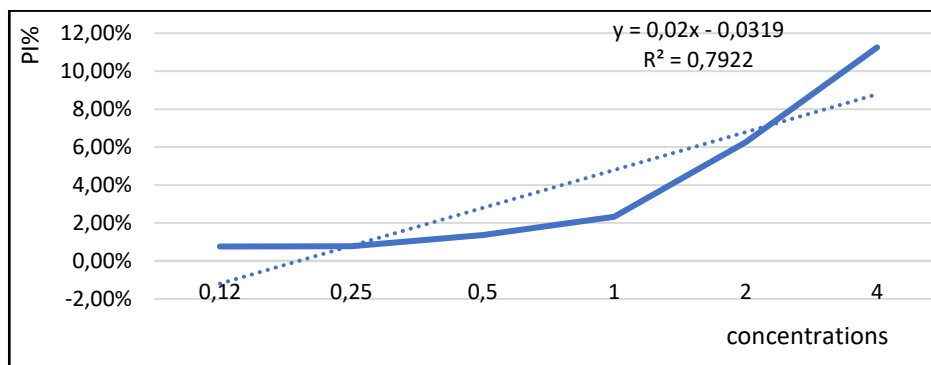


Figure 32 : l'effet antioxydant d'EE1

IC₅₀ = 2,5 mg/ml

V.4.4 Le standard BHT: Les résultats sont présentés dans figure suivante.

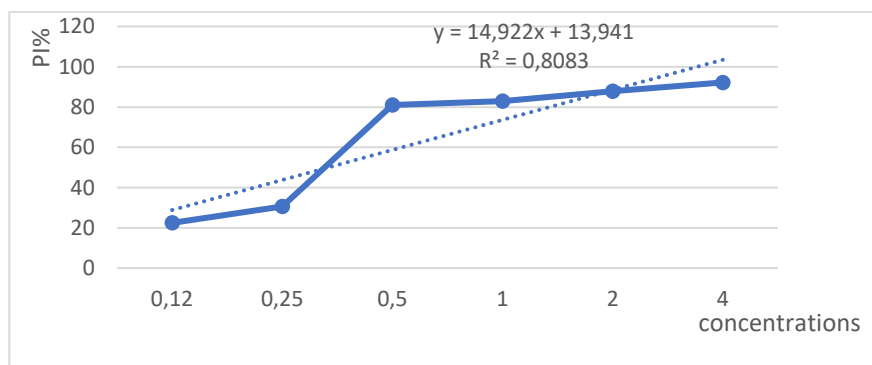


Figure 33: l'effet antioxydant d'EE1

IC₅₀ = 0,0024 mg/ml

Les résultats indiquent que les extraits (L'extrait éthanolique des parties aériennes EE1 et l'extrait éthanolique des parties souterraines EE2) présentent une activité antioxydante significative, avec des valeurs d'IC₅₀ relativement faibles (0,27 mg/ml et 0,25 mg/ml respectivement). Il semble que l'EE2 ait une puissance antioxydante légèrement supérieure à celle de l'EE1. En revanche, Les huiles essentielles présente une valeur d'IC₅₀ beaucoup plus élevée (2,5 mg/ml) (Annexe1), ce qui suggère une capacité moindre à lutter contre l'oxydation par rapport à l'EE1 et l'EE2. De plus, le BHT affiche une valeur d'IC₅₀ très basse (0,0024 mg/ml) (Figure35)

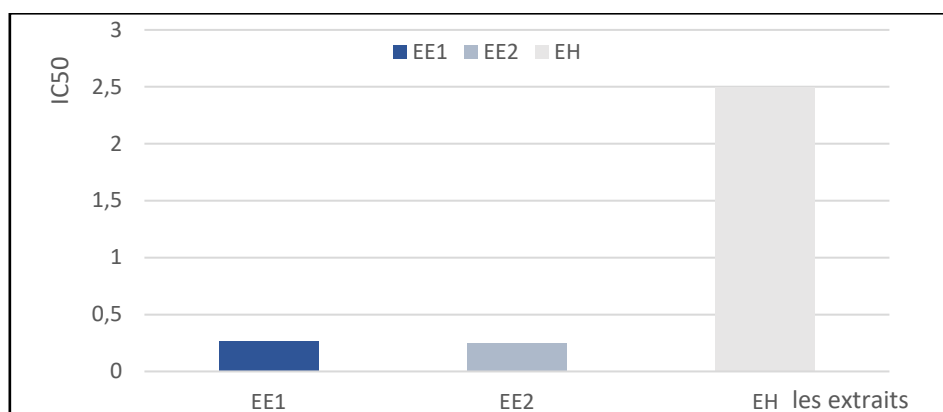


Figure 34: IC50 des différents extraits

V.5 L'activité antibactérienne

Les diamètres des zones d'inhibition des extraits EE1 et EE2 ainsi que des huiles essentielles (HE) sur les souches bactériennes testées sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 7. Les diamètres des zones d'inhibition

Souches bactériennes		Les diamètres des zones d'inhibition mm		
		EE1	EE2	EH
1	<i>S. aureus</i>	8	8,5	27,5
2	<i>E. coli</i>	9	11	26,5
3	<i>P. aeruginosa</i>	10,5	19,5	10

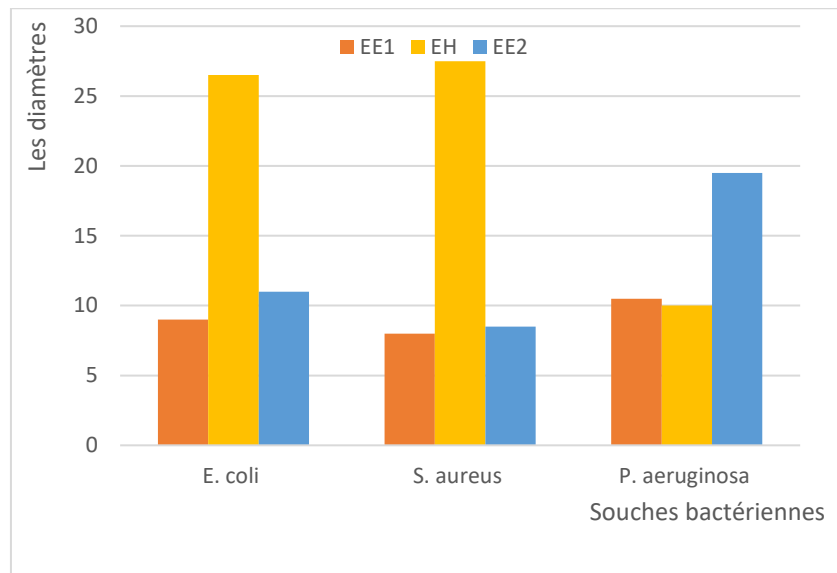


Figure 35: L'activité antibactérienne de la plante de *Artemisia herba alba*

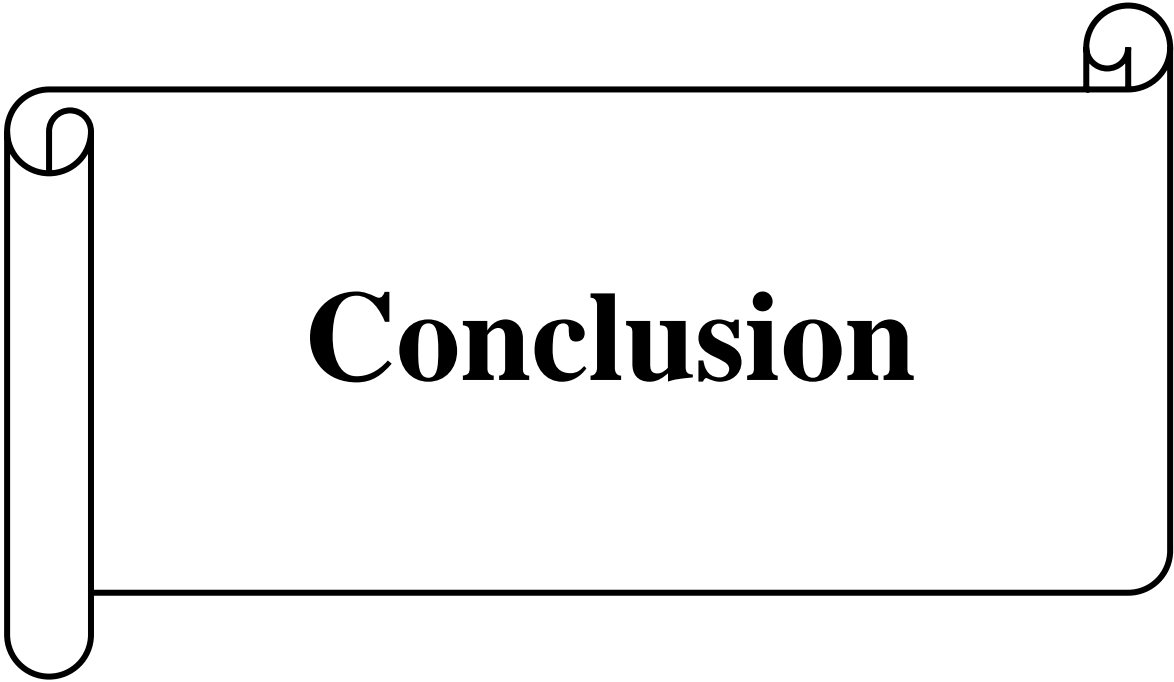
Nous avons étudié l'activité antibactérienne des extraits: L'extrait éthanolique des parties aériennes (EE1), L'extrait éthanolique des parties souterraines (EE2) et les huiles essentielles (EH) de la plante *Artemisia herba-alba* contre trois souches de référence. Les tests ont montré que l'extrait des huiles essentielles (EH) avait une efficacité supérieure contre *E. coli* avec un diamètre de zone d'inhibition de 26,5 mm et contre *S. aureus* avec un diamètre de 27,5 mm, comparé à *P. aeruginosa* dont le diamètre de la zone d'inhibition était de 10 mm. En revanche, l'extrait éthanolique des parties souterraines (EE2) avait une efficacité supérieure contre *P. aeruginosa* avec un diamètre de 19,5 mm, comparé à *E. coli* et *S. aureus* dont les diamètres des zones d'inhibition étaient respectivement de 8 mm et 9 mm. De plus, les résultats ont montré que l'extrait éthanolique des parties aériennes (EE1) était plus efficace contre *E. coli* comparé à *S. aureus* et *P. aeruginosa*.



Figure 36: Les résultats L'activité antibactérienne de la plante de *Artemisia herba alba*

Les résultats indiquent également que l'huile essentielle était plus efficace que les extraits EE1 et EE2 contre les souches de *S. aureus* et *E. coli*, tandis que l'extrait EE2 montrait un effet plus important sur *P. aeruginosa* comparé aux extraits EE1 et EH.

Sur la base des résultats obtenus, les huiles essentielles et les extraits éthanoliques de *Artemisia herba-alba* peuvent être utilisés comme agents antimicrobiens en raison de leurs composants actifs tels que les phénols et les terpènes. De plus, les extraits éthanoliques sont généralement considérés comme des antioxydants, agissant pour neutraliser et inhiber les radicaux libres, réduire les effets nocifs de l'oxydation sur le corps, et contribuer à maintenir la santé générale et à lutter contre les maladies liées à l'oxydation. Ainsi, *Artemisia herba-alba* revêt une grande importance dans le domaine de la santé.



Conclusion

Conclusion

Nous avons mené une étude phytochimique et biologique sur la plante *Artemisia herba-alba*, une plante herbacée de la famille des aromatiques qui pousse dans les régions semi-désertiques (municipalité de Mohamed Boudiaf). Elle est caractérisée par une forte odeur et une richesse en huiles essentielles.

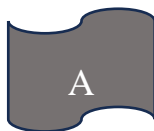
Dans le cadre de l'étude phytochimique, les composés actifs de la plante ont été extraits à l'aide d'éthanol, et après une séparation par chromatographie sur couche mince (CCM), les résultats ont indiqué que *Artemisia herba-alba* est riche en composés polaires tels que Alcaloïdes, Flavonol

L'étude biologique a révélé que l'huile essentielle de la plante présentait une forte activité antimicrobienne, tandis que les extraits montraient une bonne efficacité contre les bactéries. De plus, l'étude a confirmé la puissance des extraits éthanoliques en tant qu'antioxydants, en utilisant la méthode DPPH pour inhiber les radicaux libres. Sur la base de ces résultats expérimentaux, les huiles essentielles de *Artemisia herba-alba* et les extraits peuvent être utilisés comme agents biologiques. Par exemple, ils peuvent être utilisés dans la composition de produits cosmétiques et de produits de santé en raison de leur capacité à éliminer les germes et les bactéries nocifs. Ils peuvent également être utilisés dans la fabrication de pesticides biologiques pour protéger les cultures des ravageurs et des champignons. En ce qui concerne les utilisations médicales, les huiles essentielles peuvent être utilisées dans les traitements traditionnels et alternatifs de diverses maladies, tandis que les extraits éthanoliques peuvent être utilisés comme compléments alimentaires pour soutenir la santé générale et renforcer le système immunitaire.

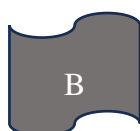
Références

Bibliographiques

Références bibliographiques



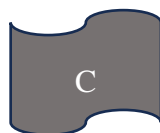
1. Abad M.J., Bedoya L.M., Apaza L. and Bermejo P. 2012: The *Artemisia* L. Genus: A review of bioactive essential oil. *Molecule*; 17: 2542-2566.
2. Abedini, A. 2013. Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* Poit.(Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes Université du Droit et de la Santé-Lille II]. P 84
3. Agidew, M.G. 2022. Phytochemical analysis of some selected traditional medicinal plants in Ethiopia *Bulletin of the National Research Centre*, 46 :87 <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00770-8>
4. Aidoud A. 1988. Les écosystèmes à Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) : Caractères généraux. *Bulletin d'écologie terrestre (Biocénoses)*, 3, 1-15.
5. Aidoud A., 1989. Les écosystèmes Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso). II: Phytomasse et productivité primaire. *Biocénoses*, 1-2 : 70-90.
6. Akrouf A., 2004-Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). *Institut des Régions Arides* 62: 289-292.
7. Aouachria, S., Boumerfeg, S., Benslama, A., Benbacha, F., Guemmez, T., Khennouf, S., ... & Baghiani, A. 2017. Acute, sub-acute toxicity and antioxidant activities (in vitro and in vivo) of *Reichardia picroide* crude extract. *Journal of ethnopharmacology*, 208, 105-116.
8. Aouadhi S., 2010. Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle : Etude de 57 plantes Recommandées par les herboristes. Master en toxicologie, Faculté de médecine de Tunis. P : 71.
9. Ayad N., Djennane A., Ayache H., Et Hellal B., (2013) . Contribution à L'étude de L'implantation de l'armoise blanche « *Artemisia herba alba* Asso» Dans la steppe du Sud de Tlemcen *Revue Ecologie- Environnement*. 2013



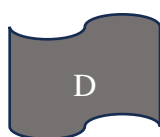
10. Badiaga M.,2011- Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologique de *Nauclea latifolia* smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Thèse de doctorat en chimie organique. Université de Bamako. pp. 20-22.

11. Bailey C. et Danin A. 1981. Bedouin plant utilization in Sinai and Negev. *Econ. Bot.*, 35. P : 145-162.
12. Berek 2020 Etude phytochimique et biologique d extraits de deux plantes médicinales *Genista sahara* et *Glycyrrhiza labra* Thèse pour l'optention du Diplôme de Doctorat Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen.
13. Bellebcir, L. 2008. Etude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversité chez les céréales (Mémoire de Magiste, Université Mentouri de Constantine).
14. Benattia, Z., et Hellali, A. (2019). Evaluation de l'activité antioxydant et antimicrobienne des différents extraits de la plante *Juniperus phoenicea* L Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila]. P.36_37
15. Bendif, H., Souilah, N., Miara, M. D., Daoud, N., Yamina, B. E. N., Lazali, M., ... & Bahlouli, F. (2020). Medicinal plants popularly used in the rural communities of Ben Srour (Southeast of M'Sila, Algeria). *AgroLife Scientific Journal*, 9(2).
16. Benmansour N., Hacene H.,2001. Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles Essentielles d'*Artemisia herba-alba* provenant de différentes régions d'Algérie. Thèse de Magister de Biologie Moléculaire Cellulaire U.S.T.H.B.
17. Bérubé-Gagnon, J. 2006. Isolation et identification de composés antibiotiques des écorces de *Picea mariana*. Université du Québec à Chicoutimi.
18. Bhadra, S.; Dalai, M.K.; Chanda, J.; Mukherjee, P.K. Chapter 13—Evaluation of bioactive compounds as acetylcholinesterase inhibitors from medicinal plants. In *Evidence-Based Validation of Herbal Medicine*; Mukherjee, P.K., Ed.; Elsevier: Boston, MA, USA, 2015; pp. 273–306
19. Boudjelal, A. 2013. Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie (Doctoral dissertaton, Université de Annaba-Badji Mokhtar)..
20. Boudjouref M., 2011- Etude de l'activité antioxydant et antimicrobienne d'extraits
21. Bougoutaiay.,2018.Étude du complexe *Artemisia herba-alba* Asso d'Algérie par des Approches pluridisciplinaires: cytogénétique classique, cytogénétique Moléculaire, phylogénie et phylogéographie.Thèse de Doctorat .univ.d'oran des Sciences et Technologies.mohamed boudiaf.144p.
22. Boukhatem M. N., Ferhat A. Et Kameli A., 2019. Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : revue de littérature. *Revue Agrobiologia*.9(2): 1653-1659.
23. Boullard B.,2001. Plantes médicinales du monde. Réalités et croyances. Dictionnaire. Edition ESTEM. 2001 ; Pp. 129-131.

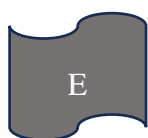
24. Boyd B., Ford C., Koepke M.C., Gary K., Horn E., McAnalley S., and McAnalley B. (2003). Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne santé.
25. Bruneton, J. 2009. Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales (4 ed.). Paris : Tec & Doc. Éditions Médicales Internationales-Lavoisier.



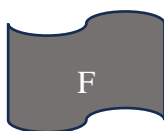
26. Celles J C ., 1980. Biologie et écologie végétales des régions arides. Université De Nice, 1980 ;1-20
27. Cerou, S. 1994. Radicaux libres et pathologie humaine: actualisation et perspectives d'avenir (Doctoral dissertation).
28. Chaachouay, N., Douira, A., Hassikou, R., Brhadda, N., Dahmani, J., Belahbib, N., et Zidane, L. 2020. Etude floristique et ethnomédicinale des plantes aromatiques et médicinales dans le Rif (Nord du Maroc) (Doctoral dissertation, Département de Biologie- Université Ibn Tofail-Kénitra).
29. Chabrier J, 2010 .plantes médicinales et formes D'utilisation en phytothérapie FACULTE DE PHARMACIEUNIVERSITE HENRI POINCARE - NANCY 1 Epinal
30. Clevenger J. F., 1928. Amer. Perf. Essent. Oil Rev. 467.
31. Couic-Marinié F. and Lobstein A. 2013. Composition chimique des huiles essentielles.
32. Cuendet, M. (1999). Recherche de nouveaux composés capteurs de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'Indonésie : « Fagraea blumei » (Loganiaceae) et de trois plantes d'altitude : « Bartsia alpina » (Scrophulariaceae), « Loiseleuria procumbens » (Ericaceae) et Camp, Thèse de doctorat, p 24.
33. Cuendet, M. (1999). Recherche de nouveaux composés capteurs de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'Indonésie : « Fagraea blumei » (Loganiaceae) et de trois plantes d'altitude : « Bartsia alpina » (Scrophulariaceae), « Loiseleuria procumbens » (Ericaceae) et Camp, Thèse de doctorat, p 24.



34. Damiche, R. (2017). Synthèse d'une nouvelle génération d'aminophosphonates à base de pyridine substituée et étude de leur activité antioxydante et antimicrobienne (Doctoral dissertation, Université Ferhat Abbas).
35. Djebaili.S, Djellouli. Y,Daget. P. (1989) Les steppes pâturées des Hauts Plateaux
36. Dob T., et Benabdalkader T., 2006- Chemical composition of the essential oil of *Artemisia herba-alba* grown in Algeria. *J. Essential. Oil Res* 18: 685-690.
37. Dohou, N., Yamni, K., Gmira, N., & Hassani, L. M. I. (2004). Etude de polyphénols des feuilles d'une endémique ibéro marocaine, *Thymelaea lythroides*. *Acta botánica malacitana*, 29, 233-239.

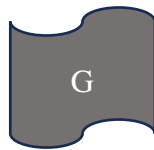


38. Elysia ,(2020).bioscience ,la fonction des antioxydants sur les radicaux libres .www. Elysia – bioscience .com
39. Essentielles 323 P. Tome 2 – Volume 2 Monographie relative aux huiles Essentielles. P : 663
40. Evenari M., Schulze E., Lange O., Kappen L. et Buschbom U., 1980.Long-term Effects of drought on wild land cultivated plants in the Negev desert I Maximal rates Of net photosynthesis. *Oecologia (Berl.)* (1980) 45 (1): 11-18

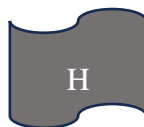


41. Farhat, A. (2010). Vapo-diffusion assistée par Micro-ondes: conception, optimisation et Application. Thèse de Doctorat en Sciences (option : Sciences des Procédés, Sciences des Aliments), Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (France) & Ecole Nationale d'Ingénieurs De Gabès (Tunisie).
42. Favier A. (2003) Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. 108-115
43. Fenardji F.,Klur M., Furlon C., Ferrando R.,1972.White *Artemisia* (*Artemisia herba-alba* L). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, (1974) 27(2):203-6
44. Fernandez X., Cabrol-Bass D., Analyse des arômes, Techniques-Ingénieur. Sept.2007, pp. 32335, 10.

45. Fettah, A. (2019). Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante-antibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. sous espèce Thymoïdes de la région Beni Souik, Biskra [UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA].
46. Filleul, E. (2019). Les astéracées: description botanique, biologique et étude de plantes médicinales et toxiques (Doctoral dissertation).
47. Floret CH. Et Pontannier R., 1982.L'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol, Végétation et aménagement. Trav. Docum. ORSTOM (1982) 155: 544. *foods Chemistry*, 97, 654-660.généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle,

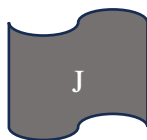


48. Ghanmi M., Satrani B., Aafi A., Ismaili M.R., Houtia H., Manfalouti H., Benchakroum k., Abarchane M., Harki L., Boukir A, Chaouch A., Charroif Z., 2010- Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guercif (Maroc oriental). *Phytothérapie* 8 (5): 295-301.
49. Gravot, A. (2008). Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux. Equipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV. Université de Rennes 1 – L2
50. Granger M M R ., Passet J.,et Arbouss G., 1973-l'essence de *Rosmarinus officinalis*.
51. Influence du mode de traitement du matériel végétal. *Parf . Cosm. Sav.france* -3(3) : 133-137.
52. Guessouri Mourad., Salem Bayar ., et Saidani Nadjet., 2010- L'étude de quelque plante
53. toxique. *Mém. (D.E.S).Univ. Biskra*. 60 p.

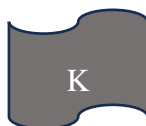


54. Hamma, S., Nouri, N., Fergani, I., Lekhal, A., & Cheriet, S. *Biologie Des Espèces Réactives Et Stress Oxydant*.
55. Hayette, M.-P., Huynen, P., & Meex, C. (2010). *Travaux pratiques de microbiologie générale*. 2.

56. Hmid, I. 2013. Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica granatum* L.): Caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais (Doctoral dissertation, Université d'Angers).
57. Hudaiba M., Aburjai T., 2006- Composition of the essential oil from *Artemisia herba-alba* grown in Jordan. *J. Essential Oil Res* 18 (3): 301-304.



59. Jackson, C. M., Esnouf, M. P., Winzor, D. J., & Duerwer, D. L. 2007. Defining and measuring biological activity: applying the principles of metrology. *Accreditation and quality assurance*, 12,283-294
60. Jean-Jacques Macheix, Annie Fleuriet, Christian Jay 2005 -Allemand les composés phénolique des végétaux un exemple de métab Lefloc'he E., 1989. Biologie et écologie des principaux taxons dans “ Essai de Synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne: I. Eléments de botanique et De phyto-écologie”. 193p
61. olites secondaire d'importance économique , presse polytechnique et universitaire romandes , Italie .
62. Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A. Et Stevens P.; 2002; *Botanique Systématique: une perspective phylogénétique*; Ed 1: DEBOECK; p: 84-336

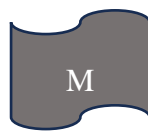


63. Kaufmann S. H. E. 1997. Host response to intracellular pathogens. New York. 345 p.
64. Khebri S., 2011: Etude chimique et biologique des huiles essentielles de trois *Artemisia*. Mémoire de Magister. Université de Batna.
65. Koudou, P. J. 2009. Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines. Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines.



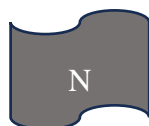
66. Lagnika, L. 2005 Lamendin H. (2004). Huiles essentielles en diffusion atmosphérique. *Chir. Dent. Fr*, 1185, 78-80

67. Lakhdar L. 2015. Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines Sur *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro. Thèse de Doctorat de la Faculté de médecine dentaire de Rabat, centre d'études doctorales des sciences de la vie Et de la santé. Rabat, Maroc
68. Lamendin H. 2004. Huiles essentielles en diffusion atmosphérique. *Chir. Dent. Fr.*, 1185, 78-80
69. Lebham, 2005. Thèse au laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. (IVEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO).
70. Leverage, X. 2009. Stress oxydant et antioxydants ? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 44(5), P.219-224. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cnd.2009.09.001](https://doi.org/10.1016/j.cnd.2009.09.001)
71. Lhuillier-Chaigneau, A., 2007. Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauriasalicifolia* Hook. f. ex Oliver, *Agauriapolyphylla* Baker (Ericaceae), *Tambouris satrichophylla* Baker (Monimiaceae) et *Embelia concinna* Baker (Myrsinaceae). Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, spécialité: sciences des Agroressources, p 43.
72. Licois, D., 2010. Pathologie d'origine bactérienne et parasitaire chez le lapin: apports de la dernière décennie. *Cuniculture Magazine*, 37, P.35-49.
73. Lugasi, A ; Hovari, J ; Sagi, K.V ; et Biro, L., 2003 Mammari, J. , 2015. Extraction et dosage des polyphénols totaux de la lavande (*Lavandula stoechas* L.). Evaluation de leurs activités antibactériennes vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et de *Pseudomonas aeruginosa*. Estimation de l'effet insecticide de la poudre des feuilles sur les adultes de *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) Université Mouloud Mammeri]

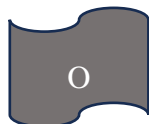


74. Mainardi, J. L., 2015. Mécanismes d'action et de résistance aux antibiotiques/Session interactive autour de l'antibiogramme. Unité Mobile de Microbiologie Clinique, Faculté et Université Paris René Descartes.
75. Mamyrbekova-Bekro, J. A., Boua, B. B., Kouassi, K. C., & Békro, Y. A. (2013). Sur l'analyse qualitative et pharmacologique de 2 plantes anti-hypertensives utilisées à N'gramanssabo en Côte d'Ivoire. *Nature & Technology*, (8), 2A.

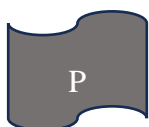
76. Manach ,C., Scalbert ,A., Morand ,C.,Rénésey ,C, bioavailability .the Americanjournal of chimical nutrition ,79(5),727 – 747
77. Mansour ;S ,2014, (evaluation de l’effet anti inflammatoire de trois plantes Médicinales :Artemisia absinthium L ,Artemisia herba alba asso et hypericum Scarboides_Etude in vitro)université de Mohamed Boudiaf d’Oran ,p33.
78. Mechaala, S. 2021. Etude ethnobotanique et détermination du pouvoir inhibiteur des huiles essentielles de deux plantes médicinales de la région de Biskra sur des bactéries productrices de β -lactamases à spectre étendu isolées à partir du lait cru et du babeurre (Doctoral dissertation, université mohamed kither biskra).
79. Meda et al., 2005. Tropical Medicine & International Health, Blackwell Synergy. Volume 11 Issue 2 pp 136- 143
80. Medjoujda ,O.,2012.Méthodes d’études d’activité des antioxydants des plantes médicinales. Mémoire de licence. Université d’Agadir.
81. Mehani, M., Segni, L., Terzi, V., Morcia, C., Ghizzoni, R., Goudgil, B., & Benchikh, S. 2018. Antifungal activity of Artemisia herba-alba on various fusarium. Phytothérapie, 16(2), 87.
82. Mengel P., Beh D., Bellido G.M., Monpon B.,1993. VHMD: extraction d’huile essentielle par Micro-ondes. Parfums Cosmétiques Arômes ., 114, 66-67.
83. Meratate, F. 2013. Etude phytochimique et pouvoir biologique des métabolites secondaires de la plante Zizyphora hispanica L. de la région de M'SILA (Doctoral dissertation, Université de M'Sila-Mohamed Boudiaf).
84. Mohammedi, D. 2010.,Classification et mode d’action des antibiotiques. Pages (3-10).
85. Moon J.K. et Shibamoto T., 2009- Antioxidant assays for plant and food components. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(5) : 1655-1666.
86. Moon, J .K., Shibamoto, T.,2009. Antioxidant assays for plant and food components. Journal of agricultural and food chemistry, 57(5), 1655-1666.
87. Mounir T , Hassan A , Abdeslam J , and Abdelmajid Z. ,2015.Comparative Phytochemical Analysis of Essential Oils from Different Biological Parts of Artemisia Herba Alba and Their Cytotoxic Effect on Cancer Cells. 10(7): e0131799.
88. Mucciarelli M and Maffei M. , 2002. Artemisia: Introduction to the Genus Vol. 18 Ed
89. Muylaert, A., Mainil, J. ,2013. Résistance bactériennes aux antibiotiques, les mécanismes et leur" contagiosité". In Annales de Medecine vétérinaire (Vol. 156). Ulg-Université de Liège, Liège, Belgium.



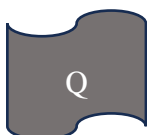
90. Naouel, K., Farida, S., & Abdelkader, B. 2012. EFFET INHIBITEUR IN VITRO DE L'HUILE ESSENTIELLE D'Artemisia herba alba SUR DEUX SOUCHES DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. P.72
91. Nataro J. P., Kaper J. B., 1998 Diarrheagenic *E. coli*. *Clin Microbiol Rev.* 11 : 142-201.
92. Bouzidi N. ,2016. Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche" *Artemisia herba alba* Asso" (Doctoral dissertation, Université Mustapha Stambouli de Mascara, Département de Bi).



93. OMS (Organisation mondiale de la Santé) ,2003.- Principes méthodologiques
94. Osse, G. F. d. C. , 2014. Conception d'un Système de stérilisation centrale des instruments médicaux à l'Hôpital de Zone de Kandi. P.39 WOH/TRM/2000.1 ; annexe II : 31-35
95. Ould El Hadj, M., Hadj-Mahammed, M., & Zabeirou, H. 2003. Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrional est).
96. Ouranadeur M.,Fekraoui F.et Bendas L. 2022. Etudes chimiques et biologiques d'*Artemisia herba alba*, *Origanum vulgare* L. et un composé synthétique (Mémoire de Master, university center of abdalhafid boussouf-MILA).
97. Ourcival J., 1992. Réponse de deux chamaephytes de la Tunisie présaharienne à Différentes contraintes et perturbations. Thèse Doc. USTL, Montpellier, (1992) :167.
98. Ouyahya, A. 1995. Systématique du Genre *Artemisia* au Maroc. In D.J.N. Hind, C. Jeffrey and G.V. Pope (Editors). *Advances, in Compositae Systematics*, pp. 293-354. Royal Botanic Gardens, Kew



99. Piochon, M.,2008.; Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne : Composition chimique, activitéspharmacologiaues et hémi-synthèse. Mémoire, Université du Québec à Chicoutimi. Canada. .



100. Quezel et Santa.,1963. Nouvelle flore de l'Algérie Ed : éditions du centre nationale de la Recherche scientifique .Paris. Tome I. 990p



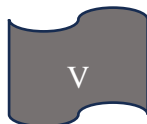
101. RADJAH, A.,2020. Valorisation et identification phytochimique des principes actifs de quelques plantes médicinales de la région de Biskra (Doctoral dissertation, sciences de la nature et de la vie).
102. Ringuet J., Bloth J., Botrel A., 2001- Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2éme édition de VUEF, Hong Kong: 335p.
103. Robert, G., 2000. Les sens du parfum. Osman Eroylls Multimedia. Paris. 224 p
104. Royer , M., 2013. Etude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs. Université de Lorraine – FranceSA, Paris: 514



105. Sahraoui W.,2018, les coumarines, Laboratoire de pharmacognosie, université .d'éducation paris 30 mar 2018.
106. Saihi, R., 2011. Etude phytochimique extraction des produits actifs de la plante Artemisia campestris de la région de Djelfa: Mise en évidence de l'activité biologique (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella).__
107. Salido, S., Valenzuela, L.R., Altarejos, J., Noguerras, M., Sanchez, A., Cano, E., 2004. Composition and intraspecific Variability of Artemisia herba-alba from southern Spain. Biochemistry Systematic Ecology 32: 265-277
108. Sanchez, M., 1994. Implication des radicaux libres dans l'efficacité et la toxicité des agents anticancéreux (Doctoral dissertation, PhD Thesis, Université Joseph Fourier-Grenoble I, Grenoble, France).
109. Shahidi F.; 1997; Natural Antioxidants: chemistry, health effects and applications; Ed: AOCS MISSION STATEMENT; p: 174-197.
110. Sofowora A. 2010. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Edition Karthala p.22



111. Tim C.T.P, and Andrew J. L.,2005. Antimicrobial activity of flavonoids.Int. J. Antimicrob. Ag.26:343–356.



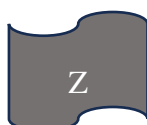
112. Vansant G. (2004). Radicaux libres et antioxydants. Principe de base. Symposium « antioxydant et alimentation». institut DANONE.



113. W .Robert ,Amer .J .,(1992).Free radical biology and medicine .vol 13,469-597.
114. WALSH G.; 2003; Biopharmaceuticals: Biochemistry and Biotechnology; Ed2: WILEY & SONS; p: 23- 40.
115. Wichtl M., Anton R., 2009- Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.
116. Wu, W., Jin, Y., Bai, F., & Jin, S., 2015. Pseudomonas aeruginosa. In Molecular medical microbiology (pp. 753-767). Elsevier



117. Yakhlef, G.,2010. Etude de l'activite biologique des extraits de feuilles de Thymus vulgaris L. et Laurus nobilis L (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
118. Yousfi, M., 2017. Contribution à la détermination d'un modèle d'exploitation d'un parcours steppique à base d'espèces autochtones par simulation de pacage (Doctoral dissertation, UB1).



119. Zaibet, W.,2016. Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de Daucus aureus (Desf) et de Reutera lutea (Desf.) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD) (Doctoral dissertation, Université Ferhat Abbas).

120. *Artemisia herba alba* Asso (Doctoral dissertation). 2018. عمر. دراسة بعض الخصائص البيوكيميائية لنبات الشيح

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة الخصائص الفيتوكيميائية والبيولوجية لنبات *Artemisia herba-alba* في ولاية المسيلة باستخدام تقنيات مثل كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة والاستخلاص. أظهرت النتائج أن النبات يحتوي على مركبات عالية القطبية مثل الفينولات والقلويدات، والزيوت الأساسية بنسبة 0.5% في الجزء الهوائي بينما الجزء الترابي لا يحتوي على زيوت. أثبتت الدراسة أن الزيوت الأساسية فعالة ضد البكتيريا والمستخلصات الإيثانولية تظهر نشاطاً عالياً ضد الأكسدة والبكتيريا، مما يشير إلى إمكانيات طبية وصيدلانية للنبات.

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية *Artemisia herba-alba*، الزيوت الطيارة،، النشاك البيولوجي، مضاد الأكسدة، مضاد بكتيري،
المسيلة

Résumé

Cette étude vise à examiner les propriétés phytochimiques et biologiques de la plante *Artemisia herba-alba* dans la wilaya de M'Sila en utilisant des techniques telles que la chromatographie sur couche mince et l'extraction. Les résultats ont montré que la plante contient des composés hautement polaires tels que les phénols et les alcaloïdes, ainsi que des huiles essentielles à hauteur de 0,5 % dans la partie aérienne, tandis que la partie souterraine n'en contient pas. L'étude a prouvé que les huiles essentielles sont efficaces contre les bactéries et que les extraits éthanoliques présentent une activité élevée contre l'oxydation et les bactéries, indiquant des possibilités médicales et pharmaceutiques pour la plante.

Mots-clés : Plantes médicinales, *Artemisia herba-alba*, Huiles essentielles, Activité biologique, Antioxydant, Antibactérien, M'sila

Abstract

This study aims to examine the phytochemical and biological properties of the plant *Artemisia herba-alba* in the M'Sila region using techniques such as thin-layer chromatography and extraction. The results showed that the plant contains highly polar compounds such as phenols and alkaloids, and essential oils at a concentration of 0.5% in the aerial parts, while the underground parts do not contain any oils. The study demonstrated that the essential oils are effective against bacteria and that the ethanolic extracts exhibit high activity against oxidation and bacteria, indicating potential medical and pharmaceutical applications for the plant.

Keywords: Medicinal plants, *Artemisia herba-alba*, Essential oils, Biological activity, Antioxidant, Antibacterial, M'sila.

