

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE DE BLIDA 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES

Mémoire de Fin d'étude

En vue de l'obtention de Diplôme de master Académique

Option : Système de production Agro-écologique

**Etude phytochimique et activité antioxydant de
l'Armoise blanche de la région de Boussaada**

Présenté par :

**. M^{lle} AMIRI Roumaïssa
. M^{lle} BELHADJ Nesrine**

Soutenu le : 09/09/2020

Devant le jury :

M^{me} BENREBIHA F. Z.	P. R	U. Blida 1	Présidente
Mr BOUTAHRAOUI	M.C.A	U. Blida1	Examineur
M^{me} MOUASS Y.	M.C.A	U. Blida 1	Promotrice
M^{me} MOHAMMEDI Z.	Doctorante	U. Blida 1	Co-promotrice

2019/2020

RESUME

Dans le cadre de la découverte de nouveau antioxydant à partir des ressources naturelles, nous nous sommes intéressés par l'étude phytochimique et l'activité antioxydante de la plante d'Armoise blanche *Artemisia herba helba* de la région de Boussaâda.

Au vu des circonstances exceptionnelles et de la situation sanitaire actuelle, mais aussi à cause de l'annulation de notre stage et du manque de ressources, nous avons été contraints de remplacer notre sujet d'étude qui était au début l'étude phytochimique et activité antioxydante d'Armoise blanche qui comprend que la première partie de la récolte et le séchage des échantillons et nous nous sommes contentés de faire une étude analytique et comparative entre des résultats d'études antérieures ressemblant à la nôtre et on a trouvé que :

L'analyse qualitative et quantitative par LC-UV-vis-DAD-ESI-MS, a permis de constater la richesse des extraits aqueux et méthanoliques en principes actifs, en particulier polyphénols et flavonoïdes dans l'extrait de *l'Artemisia herba alba*.

L'activité anti-oxydante qui a été évaluée par la méthode de réduction de radicaux libres DPPH avec différents extraits montre que la plante possède une activité antioxydante remarquable.

Le screening phytochimique nous a révélé la présence de quelques groupes chimiques alcaloïdes, tanins, terpénoïdes, saponosides, polyphénols dans des extraits préparés basés sur des essais de solubilité des extraits en lumière ultraviolette.

Une grande variété de phyto-chimiques biologiquement actifs dans *l'Artemisia herba alba* tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les terpénoïdes, les caroténoïdes, etc., sont dérivés d'aliments végétaux et de produits naturels qui présentent des avantages prometteurs pour la santé. Ces divers phyto-composés ont des effets protecteurs contre les maladies chroniques tout en agissant en combinaison plutôt qu'individuellement.

Mots clés : *Artemisia herba helba*, extrait méthanolique, extrait aqueux, l'activité antioxydante.

ABSTRACT

As part of the discovery of a new antioxidant from natural resources, we were interested in the phytochemical study and the antioxidant activity of the white mugwort plant *Artemisia herba helba* from the Boussaâda region.

In view of the exceptional circumstances and the current health situation, but also because of the cancellation of our internship and the lack of resources, we were forced to replace our subject of study which was at the beginning the phytochemical study and activity Antioxidant of White Mugwort which includes only the first part of collecting and drying samples and we contented ourselves with making an analytical and comparative study between the results of previous studies resembling our own and we found that:

The qualitative and quantitative analysis by LC-UV-vis-DAD-ESI-MS, made it possible to observe the richness of the aqueous and methanolic extracts in active ingredients, in particular polyphenols and flavonoids in the extract of *Artemisia herba alba*.

The anti-oxidant activity which has been evaluated by the DPPH free radical reduction method with defeated extracts shows that the plant has remarkable antioxidant activity.

The phytochemical screening revealed to us the presence of some chemical groups alkaloids, tannins, terpenoids, saponosides, polyphenols in extracts prepared based on tests of solubility of examinations in ultraviolet light.

A wide variety of biologically active phytochemicals in *Artemisia herba alba* such as polyphenols, flavonoids, alkaloids, terpenoids, carotenoids, etc., are derived from plant foods and natural products which exhibit promising health benefits. These various phytocompounds have protective effects against chronic diseases while working in combination rather than individually.

Key words: *Artemisia herba helba*, methanolic extract, aqueous extract, anti-oxidant activity.

ملخص

كجزء من اكتشاف أحد مضادات الأكسدة الجديدة من الموارد الطبيعية ، كنا مهتمين بدراسة الكيمياء النباتية والنشاط المضاد للأكسدة لنبات الشيح *Artemisia herba helba* من منطقة بوسعادة.

في ضوء الظروف الاستثنائية والوضع الصحي الحالي ، وأيضًا بسبب إلغاء فترة التدريب ونقص المراجع ، اضطررنا إلى استبدال موضوع دراستنا الذي كان في البداية دراسة نشاط الكيمياء النباتية و مضادات الأكسدة لنبات الشيح ، والذي شمل الجزء الأول فقط من حصاد العينات والتجفيف واكتفينا بإجراء دراسة تحليلية ومقارنة بين نتائج الدراسات السابقة التي تشبه دراستنا ووجدنا أن:

أتاح التحليل النوعي والكمي الذي أجرته LC-UV-vis-DAD-ESI-MS مراقبة ثراء المستخلصات المائية والميثانولية بالمكونات النشطة ، وخاصة البوليفينول والفلافونويد في مستخلص *Artemisia herba alba*.

يُظهر النشاط المضاد للأكسدة الذي تم تقييمه بواسطة طريقة تقليل الجذور الحرة DPPH مع المستخلصات المهزومة أن النبات له نشاط مضاد للأكسدة ملحوظ .

كشف الفحص الكيميائي النباتي عن وجود بعض المجموعات الكيميائية القلويدية ، التانينات ، التربينويدات ، السابونوزيدات ، البوليفينول في المستخلصات المحضرة بناءً على اختبارات قابلية ذوبان الفحوصات في الأشعة فوق البنفسجية.

مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية النباتية النشطة بيولوجيًا في *Artemisia herba alba* مثل البوليفينول والفلافونويد والقلويدات والتربينويدات والكاروتينات وما إلى ذلك ، مشتقة من الأطعمة النباتية والمنتجات الطبيعية التي تظهر واعدة الفوائد الصحية . هذه المركبات النباتية المختلفة لها تأثيرات وقائية ضد الأمراض المزمنة أثناء العمل معًا بدلاً من العمل بشكل فردي.

الكلمات الدالة: *Artemisia herba helba* ، مستخلص ميثانولي ، مستخلص مائي ، نشاط مضاد للأكسدة.

REMERCIEMENT

Avant tout nous remercions Allah, le miséricordieux, le tout puissant et le plus clément qui nous aide et nous donne le courage de tout faire.

Nos vifs remerciements, nos profonds respects à notre promotrice **M^{me} MOUAS Yamina** pour sa proposition de ce thème et son aide, son soutien.

Nous tenons à remercier également notre co-promotrice **MOHAMMEDI Zineb** pour son inlassable énergie, sa gentillesse, sa disponibilité, ses encouragements indispensables, son aide précieuse. Merci pour tout.

Nos sincères remerciements s'adressent à **M^{me} BEN REBIHA F.Z.** d'avoir accepté de présider ce jury.

Nos remerciements chaleureux vont également au Dr **BOUTAHRAOUI** pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant d'examiner ce travail.

Enfin, nous remercions les amis et les étudiants du département pour leur soutien en particulier les amis les plus proches de notre promotion, ainsi à tous ce qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

J'adresse surtout, ma plus profonde et tout mon amour à ma mère. Qui me fait confiance et me soutenir en toutes circonstances au cours de toutes mes années d'études c'est avec émotion que je l'exprime toute mon affection, mon admiration et mon profond respect.

A la mémoire de Mon père:

Ce travail t'est dédié en témoignage de mon profond respect pour ton âme et en reconnaissance de ton affection. Dors en paix mon père et que le Tout Puissant t'accepte dans son paradis.

A la mémoire de Ma grande mère :

Vous avez quitté ce monde, mais votre souvenir toujours vivace dans mon cœur. Ce travail vous est dédié en témoignage de mon profond respect pour votre âme. Dors donc en paix ma sœur et que le Tout Puissant t'accepte dans son paradis.

A mes grands-parents, qui m'ont soutenu par la prière, je leur souhaite longue de vie et santé.

A mes chères sœurs Hadjer, Leila et Lina tous ce que j'ai dans cette vie, pour ses encouragements pendant toutes mes années d'études et a mon neveu Adam.

A ma tante Saida et à tous mes oncles et leurs femmes, merci pour votre encouragement et confiance et les sympathiques moments qu'on passe ensemble.

A ma chère amie Chahra, je te remercie pour ton amitié chère à mon cœur, et je te souhaite tout le bonheur du monde.

Mes chères amies, mes sœurs, mes cousines Manel, Fadila, Fella, Sabrina, Maya, Meriem et tous mes cousins.

A mon adorable binôme Nesrine pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous ceux que j'aime et que je respect.

Roumaïssa

Dédicace

Avant tout chose, je dédie le dieu, le tout puissant pour m'avoir donné la force et la patience.

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde :

A la mémoire de ma Méré : Vous nous avez quitté très tôt, mais votre souvenir toujours vivace dans mon cœur. Ce travail vous est dédié en témoignage de mon profond respect pour votre âme. Dors donc en paix ma sœur et que le Tout Puissant t'accepte dans son paradis.

Mon cher père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Ma sœur Amira et mon frère Ahmed.

A mes meilleures amies que j'ai vécu avec elles les bons moments au cour de mon cursus à l'université Yasmine et Widad.

A mon binôme Maissa pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Et à tous ceux que j'ai connus durant mon cycle d'étude.

Nesrine

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAU

LISTE DES FIGURES

Figure 1: *Artemisia herba alba*: (A) la plante au début de la saison de floraison, (B) la plante à la fin de la saison de floraison.

Figure 2 : Dessin de détail d'après G.POTTER, 1981 d'*Artémisia herba alba*.

Figure 3 : L'hydrodistillation.

Figure 4 : La distillation par entraînement à la vapeur d'eau.

Figure 5 : Extraction par micro-ondes.

Figure 6 : Les relations métaboliques entre les principales classes de métabolites secondaires.

Figure 7 : Structure de base des flavonoïdes.

Figure 8 : les principaux composés des coumarines.

Figure 9 : la plante de l'*Artemisia herba alba* dans la région de Bousâada.

Figure 10 : Le séchage de la plante.

Figure 11 : La plante après le séchage.

Figure 12 : Carte de localisation géographique de la zone d'étude.

Figure 13: La variation des précipitations moyennes mensuelles de la région Bousâada (2009/2018).

Figure 14 : Diagramme Ombrothermique de la région de Bousâada (2009/2018).

Figure 15 : Positionnement de la station de Bousâada dans le climagramme d'Emberger.

Figure 16: Un évaporateur rotatif.

Figure 17 : Protocole de préparation de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*.

Figure 18 : Protocole de préparation de l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba*.

Figure19: Schéma de transformation du DPPH de sa forme active à celle inactive.

Figure 20 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Figure 21 : Chromatogramme LC/MS de l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* à 330 nm.

Figure 22 :Chromatogramme LC/MS de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* à 330 nm.

Figure 23 : Activité antioxydant de l'extrait éthanolique CE, SE, ME, et UE d'*Artemisia herba alba* contre les radicaux DPPH.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Appellation de la plante d'*Artemisia herba alba* selon les pays et les régions.

Tableau 2 : Classification de la plante *Artemisiaherba-alba*.

Tableau 3: Les produits chimiques et les appareillages utilisés dans la présente étude.

Tableau 4 : Les caractéristiques climatiques et géologiques disponibles de Bousâada.

Tableau 5 : Répartition des températures moyennes et mensuelles de la région de Bousâada (2009/2018).

Tableau 6 : Screening phytochimique des trois extraits d'*Artemisia herba alba*.

Tableau 7 : Screening phytochimique des trois extraits d'*Artemisia herba alba*.**Tableau 8 :** Teneur en phénols totaux d'extraits méthanoliques d'*Artemisia herba alba*.

Tableau 9 : Quantification des composés phénoliques de différents extraits de parties aériennes d'*Artemisia herba alba*.

Tableau 10 : Quantification des composés phénoliques de parties aériennes d'*Artemisia herba alba* obtenu par les différentes techniques d'extraction.

Tableau 11 : Composition des extraits aqueux et méthanolique d'*A herba alba*.

Tableau 12: Activité antioxydante des extrait méthanoliques d'*Artemisia herba alba*.

Tableau 13: IC₅₀ de différents extraits de parties aériennes d'*Artemisia herba alba*.

LISTE DES ABREVIATIONS

% : Pourcentage

herba alba : *Artémisia herba alba*

A.F.NOR : Association Française de Normalisation

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium

CG/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la Spectrométrie de masse

DPPH : 2,2- diphényl -1-picrylhydrazyle

HES : Les huiles essentielles

HCl : Acide chlorhydrique

H₃PMO₁₂O₄₀ : Acide phosphomolybdique

H₃PW₁₂O₄₀ : Acide phosphotungstique

H₂O : Eau

IC₅₀ : Concentration initiale (50 %)

ml : Millilitre

mm : Millimètre

MeOH : Méthanol

mg : Milligramme

nm : nanomètre

T : Température

UV : Ultra-violet

V : Volume

µl: Microlitre

µm: Micromètre

SOMMAIRE

RESUME

REMERCIEMENT

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAU

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION1

CHAPITRE I : DESCRIPTION DE LA PLANTE ETUDIEE

I.1. L'Armoise blanche (*Artemisa herba-alba* Asso).....3

I.2. Historique.....3

I.3. Répartition géographique4

I.4. Etude botanique de la plante4

I.4.1. Description4

I.4.1.1. Partie aérienne.....4

I.4.1.2. Partie souterraine.....5

I.4.2. Nom vernaculaire6

I.4.3. Classification7

I.5. Exigences écologiques et biologique de la plante8

I.5.1. Biologie..... 8

I.5.2. Ecologie.....8

I.6. Composition chimique	9
I.6.1. Terpènes de l'armoise herbe blanche.....	9
I.6.2. Flavonoïdes de l'armoise herbe blanche.....	10
I.7. Utilisation de la plante	10
I.7.1. Domaine thérapeutique	11
I.7.2. Domaine alimentaire	11
I.7.3. Domaine de la cosmétologie	11
I.8. Données toxicologiques et pharmacologiques	12

CHAPITRE II : LES EXTRAITS DES PLANTES MEDICINALES

II.1. Utilisation des plantes médicinales et aromatiques	13
II.2. Extraits des plantes médicinales	13
II.2.1. Définition.....	13
II.2.2. la nature des extraits.....	13
II.2.2.1. Les extraits fluides.....	13
II.2.2.2. Les extraits mous ou fermes.....	14
II.2.2.3. Les extraits secs.....	14
II.2.3. l'extraction.....	14
II.2.3.1. Méthodes d'Extraction Traditionnelles.....	15
II.2.3.2. Méthodes d'Extraction modernes.....	16
II.3. Huiles essentielles des plantes médicinales et aromatiques	16
II.3.1. Définitions.....	16
II.3.2. Localisation des huiles essentielles.....	16

II.3.3.Composition chimiques des huiles essentielles.....	17
II.3.4.Procédés d’obtentions des huiles essentielles.....	17
II.3.5.Domaines d'utilisation des HE.....	20
II.3.6. Activité antimicrobienne.....	21
II.3.6.1. Activité antibactériennes.....	21
II.3.6.2. Activité antifongiques.....	21
II.3.6.3.Mécanismes d’action antimicrobienne.....	22
II.3.7. Activité anti-oxydante.....	22
II.4. Métabolites secondaires des plantes médicinale.....	23
II.5. Groupes des principes actifs	24
II.5.1. Les polyphénols.....	25
II.5.2. Flavonoïdes.....	25
II.5.3. Les saponosides.....	26
II.5.4. Les coumarines.....	26
II.5.5. les alcaloïdes.....	27
II.5.6. les huiles essentielles.....	27

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE

III.1. Objectif.....	29
III.2. Matériels.....	29
III.2.1. Matériel végétal.....	29
III.2.2. Conservation du matériel végétal	29
III.2.3. Matériels de laboratoire	31

III.3. Présentation de la zone d'étude.....	32
III.3.1. Localisation et situation géographique.....	32
III.3.2. Géologie et géomorphologie.	33
III.3.3. Hydrographie	34
III.3.4. Climat.....	34
III.3.4.1. Origine des données climatiques.....	34
III.3.4.2. Les précipitations	34
III.3.4.3. Les températures	35
III.3.5. Synthèse climatique.....	36
III.3.5.1. Diagramme Ombrothermique de Bangnoulis et Gaussen	36
III.3.5.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger	37
III.4. méthode	39
III.4.1. Préparation des extraits	39
III.4.2. Méthode d'extraction.....	39
III.4.2.1. Extractions par macération	39
III.4.2.1.1. Préparation d'extrait méthanolique.....	39
III.4.2.1.2. Préparation d'extrait aqueux.....	41
III.4.3. Calcul du rendement.....	42
III.4.4. Screening phytochimique	42
III.4.4.1. Les polyphénols.....	42
III.4.4.2. Flavonoïdes.....	42
III.4.4.3. Tanins.....	43
III.4.4.4. Terpénoïdes.....	43

III.4.4.5. Saponosides	43
III.4.4.6. Quinones.....	43
III.4.4.7. Anthraquinones	43
III.4.4.8. Alcaloïdes.....	43
III.4.5. Analyses qualitatives et quantitatives des extraits de plante	44
III.4.5.1. Dosage des polyphénols totaux.....	44
III.4.5.2. Dosage des flavonoïdes.....	44
III.4.5.3. Analyse HPLC/UV-vis-DAD/ESI-MS et HPLC/UV-vis/DAD.....	45
III.4.6. Activité antioxydante.....	46
III.4.6.1. Test au DPPH.....	46
III.4.6.2. Expression des résultats	48

CHAPITRE IV : SYNTHÈSE

IV.1. Screening phytochimique	49
IV.2. Etude phytochimique.....	50
IV.2.1. Taux des phénols totaux.....	50
IV.2.2. Analyses de la composition chimique d'Artemisia herba alba.....	53
IV.2.2.1. Analyses qualitatives et quantitatives des extraits aqueux et méthanoliques d'Artemisia herba halba.....	53
IV.2.2.2. Analyses qualitatives et quantitatives des huiles essentielle d'Artemidia herba alba.....	56
IV.3. Activité antioxydant.....	57
CONCLUSION.....	60

LES REFERENCES

INTRODUCTION

L'Algérie avec sa diversité de climats et de sols, sa situation géographique et ses reliefs, présente une flore d'environ 3510 espèces dont 450 espèces sont répertoriées dans les hauts plateaux et le grand Sud du pays (STANKOVIC, 2011). La flore médicinale naturelle est relativement abondante et compte plus de 300 espèces utilisées en médecine traditionnelle (ABED, 1997).

Pendant longtemps, les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales furent le principal, voire l'unique recours de la médecine de nos grands parents, cependant, malgré le développement de l'industrie pharmaceutique qui a permis à la médecine moderne de traiter un grand nombre de maladies qui étaient souvent mortelles, les plantes médicinales et les remèdes qu'on pouvait en tirer ne furent jamais totalement abandonnés et les gens ne cessèrent jamais de faire appel à la médecine traditionnelle, ce qui a conduit à maintenir vivante une tradition thérapeutique connue depuis nos ancêtres. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales, trouvent des applications dans divers domaines tels que la médecine, la pharmacie, la cosmétologie (parfumerie, savonnerie...) et l'agriculture. L'évaluation de leurs propriétés phytothérapeutiques notamment comme antioxydantes et antimicrobiennes, demeure une tâche de plus en plus recherchée (Nostro et al., 2002).

L'*Artemisia herba alba* (Armoise blanche ou Chih) qui pousse à l'état spontané dans la steppe Algérienne et au Sahara. Elle est fréquemment employée par la population contre de nombreuses pathologies telles que les aménorrhées, les syndromes neurologiques, les troubles hépatiques, les troubles gastriques et certains empoisonnements (Valnet, 1984).

Le genre *Artemisia* comprend quelque 400 espèces, réparties sur les cinq continents. En Algérie, il est présenté par dix espèces dont certaines sont rares et d'autres très répandues (Abdelguerfi, 2003).

L'*Artemisia herba alba*, ou encore l'armoise blanche désignée en arabe sous le nom de « chih » de la famille des Asteraceae, pousse généralement en touffes de tailles réduite. C'est une plante à différents usages. Elle se caractérise par sa richesse en huile essentielle de composition différente qui a conduit à la définition

de plusieurs chémotypes; sa forte valeur fourragère et son rôle écologique très important contre l'érosion et la désertification (**BouziD, 2016**).

Le but principal de cette étude c'est d'effectuer une analyse phytochimique sur l'*Artemisia herba alba* et de déterminer les capacités antioxydante de leur extrait méthanolique par la méthode du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

La présentation de ce mémoire a été organisée en différents chapitres décrivant les étapes successives de cette étude.

Le premier chapitre concerne un rappel bibliographique où nous apportons des données générales sur l'espèce étudiée.

Dans le deuxième chapitre, nous parlons sur les extraits des plantes médicinales.

Dans le troisième chapitre nous mettrons en évidence les procédures expérimentales.

Le quatrième chapitre, On a pris des résultats équivalents à notre travail et on a fait une synthèse de ces derniers.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Description de la plante étudiée

I.1. L'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso)

L'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) (**Figure1**), connue sous le nom d'absinthe du désert (en arabe : شبيح) est une plante steppique poussant dans les terres arides ou semi-arides de l'Afrique du Nord, au Moyen-Orient ainsi qu'en Espagne. Le genre *Artemisia* (famille des *Asteraceae*) comprend un nombre variable d'espèces (de 200 à 400 espèces, selon les auteurs) localisées à travers le monde (**AL-EISAWI, 1998 ; BRECKLE, 1983 ; QUEZEL et SANTA, 1962 ; VERAÏN, 1995 ; ZOHARI, 1973**).

En Algérie, les steppes d'armoise (*Artemisia herba-alba*) recouvrent 3 millions d'hectares et sont situées dans les étages aride et semi-aride frais, avec des précipitations variant de 100 à 300 mm (**DJEBAILI et al., 1989**).



(A)

(B)

Figure 1: *Artemisia herba alba*: (A) la plante au début de la saison de floraison, (B) la plante à la fin de la saison de floraison (**MESSAI, 2011**).

I.2. Historique

L'Armoise herbe blanche, connue depuis des millénaires, a été décrite par l'historien grec Xénophon, dès le début du 4^e siècle av. J.-C., dans les steppes de la Mésopotamie elle a été répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Jordán

Claudio de Asso y del Rio, Elle présente une odeur caractéristique d'huile de Thymol et un goût amer d'où son caractère astringent (BEZZA *et al.*, 2010).

I.3. Répartition géographique

L'Armoise blanche connu en Algérie sous le nom de « Chih » est une plante spontanée vivace et hermaphrodite. On la rencontre dans la steppe marocaine, dans les îles Canaries et en Amérique du Sud. C'est une espèce méditerranéenne et Sahara-Indienne, elle est très commune en Afrique du Nord et au Moyen Orient (TRABUT, 1988).

En Algérie elle affectionne les climats secs et chauds, elle forme des peuplements importants dans les zones désertiques. Très abondante sur les hauts plateaux mais rare au Sahara septentrional (BENMANSOUR, 2001).

I.4. Etude botanique

I.4.1. Description

Sous arbrisseau tomenteux blanchâtre, vivace, de couleur verdâtre-argenté, de 30 à 50cm de hauteur avec des tiges ramifiées, rigides et dressées. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes, et à aspect argenté (QUEZEL *et SANTA*, 1962), divisées en languettes fines, blanches et laineuses. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre. Le fruit est un akène oblong. Odeur aromatique caractéristique (BEZZA *et al.*, 2010).

I.4.1.1. Partie aérienne

Elle est représentée par la partie ligneuse, la tige, les feuilles et les fleurs (**Figure2**) :

- **La tige** : L'armoise présente une tige principale très épaisse, rougeâtre, qui se ramifie et se prolonge par de nombreuses tiges de plus en plus fines. Chaque tige se distingue par une taille allant de 30 à 50 cm (BENDAHOU, 1991).
- **Les feuilles** : Les feuilles de l'armoise blanche sont blanches, laineuses, canescentes, courtes, généralement pubescentes argentées et pinnatipartites

(Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991). Elles sont très polymorphes, profondément bipennatiséquées, gris argentées, tomenteuses (Aidoud, 1988).

- **La fleur :** La fleur est formée d'inflorescences en capitules. Ces derniers sont très petits, étroits (12 à 5 mm) ovoïdes à involucre scarieux de contenant que 3 à 8 fleurs, tous hermaphrodites. Ces capitules pauciflores, en général homogames sont insérés directement sur l'axe et sans aucun support (OZENDA ,1985).

I.4.1.2. Partie souterraine

La racine peut être définie comme un organe dont le rôle est de fixer la plante au sol et d'absorber l'eau et les sels minéraux (Deysson, 1976).

L'armoise blanche présente une racine principale, épaisse, et ligneuse, bien distincte des racines secondaires, qui s'enfoncent dans le sol comme un pivot. Le system racinaire a une extension peu profonde avec un grand nombre de ramifications latérales particulièrement abondantes entre 2 et 5 cm de profondeur mettant en relation cette forme de racine avec l'existence d'une croute calcaire superficielle (AIDOUD, 1983).

Quand l'armoise se développe dans une région plus humide, ses racines pénètrent profondément jusqu'à 40 à 50 cm et ne se ramifient qu'à cette profondeur (POURRAT, 1974).

La biomasse racinaire diminue très vite avec la profondeur et très peu de racines sont retrouvées à partir de 50 cm (AIDOUD, 1983).

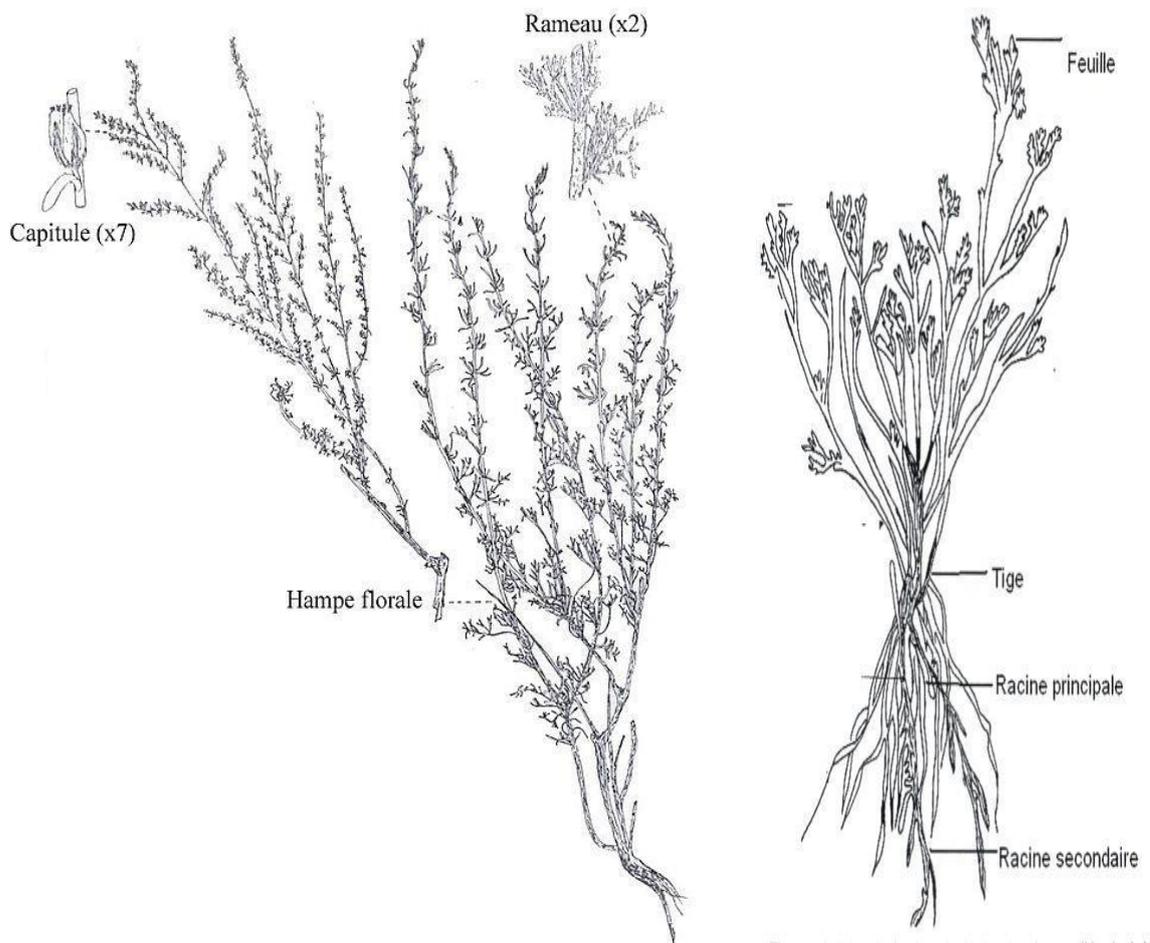


Figure 2 : Dessin de détail d'après G.POTTER, 1981 d'*Artémisia herba alba*

I.4.2. Noms vernaculaires

Il existe différentes nomination de l'armoise blanche (**Tableau 1**) selon les pays et les régions qu'on a rassemblés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Appellation de la plante d'*Artemisia herba alba* selon les pays et les régions

Nom Scientifique	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso ou <i>Artemisia inculta</i> Del
Nom anglais	Desert wormwood
Nom arabe	شبيح
Nom français	l'Armoise blanche, Absinthe du désert
Nom latin	<i>Artemisia herba alba</i>
Nom en Allemand	Wermut
Nom en Italie	assenzio romano
Nom en maroc	Kaisoum
Nom en Algérie	شبيح (à l'Est et Nord algérien), Isfi (en Kabylie), Zerrar, Semen contra deBérbér

(http://www.ethnopharmacologia.org/recherche-dans-prelude/?plant_id=640)

I.4.3. Classification

La classification classique de l'espèce *Artemisia herba-alba* est représentée dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Classification de la plante *Artemisiaherba-alba*

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Superdivision	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Sous-famille	Asteroideae
la tribu	Anthemideae
Sous-tribu	Artemisiinae
Genre	<i>Artemisia</i> L.
sous-genre	<i>Seriphidium</i>
Espèces	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso

(VALLES et MC ARTHUR, 2001 ; MOHAMED et *al.*, 2010).

I.5. Exigences écologique et biologique de la plante

I .5.1. Biologie

L'*Artemisia herba-alba* est une plante ligneuse basse et toujours verte. Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau (**OURCIVAL, 1992**).

Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'*Artemisia herba-alba* est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies (**LEFLOC'HE, 1989**).

Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur (**FLORET et al., 1982**).

Chez les plantes âgées d'*Artemisia herba-alba*, la tige principale se divise en « branches » physiologiquement indépendantes les unes des autres et susceptibles de mourir sans entraîner la mort de la plante entière (**EVENARI M et al. 1980**).

La floraison de cette espèce débute le plus souvent en juin mais les fleurs se développent essentiellement à la fin de l'été. Lors des années pluvieuses et dans les sols qui lui conviennent, l'*Artemisia herba-alba* présente une forte production de graines et un pouvoir de régénération élevé (**NABLI, 1989**).

I.5.2. Ecologie

L'*Artemisia herba-alba* existe dans des bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien (entre les isohyètes de 150 à 500 mm). Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans des régions d'hiver chaud à frais. Par ailleurs, cette espèce est abondante dans le centre sur des sols, à texture fine, assez bien drainées (marnes, marno-calcaires en pente). Dans le sud, elle pousse sur des sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur des sols sableux. L'armoise résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés. Dans un biome steppique type, les groupements d'*Artemisia herba-alba* sont marqués par deux

strates : une strate de ligneux bas (environ 40cm du sol) et une autre constituée d'herbacées annuelles (hauteur moyenne de 20cm) (NABIL, 1989).

I.6. Composition chimique

Au Maghreb, l'armoise herbe blanche constitue un fourrage particulièrement intéressant. En effet, la plante présente un taux de cellulose beaucoup moins élevé que ne laisse préjuger son aspect (17 à 33 %). La matière sèche (MS) apporte entre 6 et 11 % de matière protéique brute dont 72 % est constituée d'acides aminés. Le taux de β -carotène varie entre 1,3 et 7 mg/kg selon les saisons (FENARDJI *et al.*, 1974).

La valeur énergétique de l'armoise herbe blanche, très faible en hiver (0,2 à 0,4UF/kg MS), augmente rapidement au printemps (0,92 UF/kg MS) pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/kg MS) (AIDOUD, 1989).

En automne, les pluies de septembre provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/kg MS) Les plantes de la famille des Astéracées, à laquelle appartient l'armoise herbe blanche, ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique surtout pour leurs huiles essentielles. Les molécules identifiées sont les sesquiterpènes lactones, les coumarines et les hydrocarbures Acétyléniques (DASILVA, 2004).

I.6.1. Terpènes de l'armoise herbe blanche

Les terpènes sont des polymères constitués d'unités en C5 (isopentylpyrophosphate). Les monoterpènes (en C10) sont des substances légèrement volatiles qui forment les huiles essentielles. Ils protègent les végétaux contre les parasites, inhibent la croissance bactérienne et attirent les animaux pollinisateurs (LÜTTGE *et al.*, 1992).

Les principaux monoterpènes identifiés dans l'Armoise herbe blanche sont le thujone (monoterpène lactone), le 1,8-cinéol et le thymol (Duke, 1992). Des monoterpènes alcooliques (yomogi alcool, santoline alcool) ont été mis en évidence (Segal *et al.*, 1980). On a aussi identifié des sesquiterpènes (3 unités en C5) et des

sesquiterpènes lactones dans plusieurs chémotypes du Moyen-Orient (**Segal et al., 1985**).

La thuyone est probablement l'un des constituants terpéniques les plus bioactifs de l'Armoise. Son nom provient de Thuya (*Thuja occidentalis*) plante de laquelle il a été extrait pour la première fois. On a également identifié dans d'autres espèces, comme l'Absinthe (*Artemisia absinthium*) et l'Armoise romaine (*Artemisia pontica*). Structuellement lié au menthol, il est constitué d'un cycle en C6 (cyclohexane) avec en plus un groupement exocyclique isopropyl et un groupement lactone. La thuyone est un composé chiral présent à l'état naturel sous forme de deux stéréoisomères : l'alpha-thuyone et le bêta-thuyon (**PATOCKA et PLUCAR, 2003**).

I.6.2. Flavonoïdes de l'armoise herbe blanche

Ce sont des composés phénoliques qui contribuent à la pigmentation de la plante. Très ubiquitaires, certains d'entre eux jouent le rôle de phytoalexines, métabolites synthétisés par la plante pour lutter contre diverses parasitoses. Les flavonoïdes sont rencontrés à l'état libre (soluble) ou liés à un sucre (glycosides) dans le liquide vacuolaire. La coloration des dérivés dépend des différentes substitutions de l'atome d'hydrogène sur divers cycles, de la formation de complexes avec les ions métalliques (Fe^{3+} , Al^{3+}) et du pH (**LÜTTGE et al., 1992**).

Les principaux flavonoïdes isolés à partir de l'Armoise herbe blanche sont l'hispiduline, la cirsimaritrine (**Shen et al., 1994**).

Des flavones glycosides comme la 3-rutinoside-quercétine et l'isovitexine ont été mis en évidence chez des chémotypes du Sinaï (**SALEH et al., 1985**).

I.7. Utilisation de la plante

L'Armoise blanche est une plante médicinale et surtout aromatique, largement exploitée pour son huile essentielle. Son pouvoir antibactérien, antiseptique et antifongique lui a conféré une application dans de nombreux domaines : en thérapeutique, en cosmétologie et en industrie agro-alimentaire (**BENJILALI, 1984**).

I.7.1. Domaine thérapeutique

L'Armoise est utilisée en médecine traditionnelle depuis l'antiquité. Très recherchée pour ses propriétés pharmacologiques, elle est utilisée pour traiter les maux les plus divers : ulcères, dyspepsies, troubles hépatiques, aphtes, mycoses, contre les piqûres d'insectes et de scorpions et toutes les formes d'empoisonnements (**BENDJILALI, 1980**).

En chine, elle est utilisée pour régulariser le cycle menstruel et stopper leurs douleurs. Ses propriétés antispasmodiques la recommandent dans les syndromes neurologiques et psychiatriques : (hypotension, syncope, épilepsie), dans les affections du foie et de la vésicule biliaire (**BENJILALI, 1984 ; BENMANSOUR, 2001**).

Toutefois, elle doit être utilisée avec beaucoup de prudence et à des doses faibles car des doses trop élevées peuvent causer des intoxications très graves (caractérisées par une hépatonéphrite à prédominance rénale accompagnée de phénomènes convulsifs) causés par certains composés cétoniques, l' α -thujone, la β -thujone et le Camphre (**BENJILALI, 1984 ; DAHMANI, 2004**).

I.7.2 Domaine alimentaire

Par ses caractères organoleptiques l'Armoise blanche peut être utilisée pour aromatiser certaines boissons comme le café dans le sud des pays du Maghreb. Son emploi reste cependant limité à cause de la toxicité de l' α -thujone et de la β -thujone contenus dans les huiles essentielles. Le code des bons usages pour l'industrie des arômes préconise que le taux de la thujone ne doit pas dépasser 5 mg/kg dans les aliments et les boissons (**BENJILALI, 1984**).

I.7.3 Domaine de la cosmétologie

Exploitée industriellement, les huiles essentielles de l'*Artémisia herba alba* sont utilisées en parfumerie et en cosmétologie à cause de leur pouvoir antiseptique, et aromatique, elles servent à augmenter la durée de conservation des produits cosmétiques tout en leur assurant une odeur agréable (**BENJILALI, 1984 ; DAHMANI, 2004**).

I.8 données toxicologiques et pharmacologiques

A forte dose l'huile essentielle de l'armoise blanche risque de causer des lésions hépatiques et rénales et des convulsions, principalement dues à l' α -thujone. Elle est déconseillée pendant la grossesse, car elle peut provoquer des avortements. Cependant le pollen de fleurs est un allergisant et possède un pouvoir convulsivant à cause de la thujone (**BAKKALI et al., 2006**).

Chapitre II

Les extraits des plantes médicinales

II.1. Utilisation des plantes médicinales et aromatiques

Les plantes médicinales regroupent toutes les plantes dont l'un de leurs organes contient une ou des substances chimiques qui sont destinées à produire une activité pharmacologique. Elles représentent la forme la plus ancienne et la plus répandue de médication (**HALBERSTEIN, 2005**).

Actuellement grâce au progrès scientifique considérables enregistrés depuis la fin du XIX^{ème} siècle (technique d'analyse et extraction...etc.) les plantes médicinales constituent des ressources inestimables qui ont été utilisées pour trouver de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (**GURBI-FAKIM, 2006 ; HARRAR, 2012**).

D'après **ODILE et DANIEL (2007)**, environ plus de 30% des médicaments contiennent des principes actifs d'origine naturelle.

II.2. Extraits des plantes médicinales

II.2.1. Définition

Selon **GUIDE DES PLANTES QUI SOIGNENT, VIDAL, (2010)**, les extraits sont des préparations obtenues à partir de trempage dans un liquide (solvant). Après évaporation du solvant (eau, alcool, éther, propylène glycol), on obtient un extrait dont la consistance sera fluide, molle ou sèche. Les extraits secs sont parfois appelés nébulisats, car ils sont obtenus par pulvérisation fine (nébulisation) de l'extrait liquide dans une enceinte traversée par un courant d'air chaud. La conservation des extraits secs est délicate, car ils captent facilement l'eau de l'atmosphère.

II.2.2. la nature des extraits

II.2.2.1. Les extraits fluides

Selon **LA PHARMACOPEE EUROPEENNE (2002)**, sont des préparations liquides dont, en général, 1 partie en masse ou en volume correspond à une partie en masse de drogue végétale séchée. Ces préparations sont ajustées, si nécessaire, de façon à répondre aux exigences de la teneur en solvants, et, dans les cas appropriés, en

constituants. Leur obtention repose sur l'utilisation d'un procédé d'extraction par de l'éthanol de titre adéquat ou par l'eau ou la dissolution d'un extrait sec ou mou par ces solvants. Une filtration de ces extraits est possible. Les essais concernent la densité, la teneur en éthanol, les éventuels résidus de méthanol et de 2-propanol (maximum 500 ppm).

II.2.2.2. Les extraits mous ou fermes

Selon **LA PHARMACOPEE EUROPEENNE (2002)**, les extraits mous ou fermes sont des préparations semi-solides préparées par évaporation ou évaporation partielle du solvant ayant servi à leur extraction. Ils satisfont aux limites concernant le résidu sec et à l'essai limite du solvant utilisé.

II.2.2.3. Les extraits secs

Selon **PHARMACOPEE EUROPEENNE (2002)**, les extraits secs sont des préparations solides, obtenues par évaporation du solvant ayant servi à leur production. Les extraits secs ont généralement une perte à la dessiccation ou une teneur en eau qui est au maximum de 5 % m/m.

II.2.3. l'extraction

L'extraction veut dire la séparation des parties actives de tissus végétaux ou animaux des composants inactifs ou inertes à l'aide de solvants sélectifs, traditionnellement l'eau, les huiles végétales ou les graisses animales. Les produits ainsi obtenus sont relativement impures sous forme de liquides, semi-solides ou poudres exclusivement destinés à un usage oral ou externe. Il s'agit de préparations connues comme les tisanes et les huiles médicinales (**HANDA, 2008**).

La tisane, que ce soit infusion, décoction ou macération, est un procédé d'extraction de constituants actifs des plantes médicinales. Le mot tisane vient du grec ptisané qui désignait orge mondé, puis tisane d'orge. L'utilisation de la plante en tisane est retrouvée parmi les méthodes les plus anciennes à côté des fumigations, des inhalations de vapeur, de l'application d'une solution sur le corps. L'eau chaude permet ainsi de récupérer certains constituants actifs hydrosolubles. La présence d'un

composé ou d'un autre dépend de sa solubilité dans le solvant utilisé, la température et la durée d'extraction et la fragmentation de la plante (GOETZ, 2004).

II.2.3.1. Méthodes d'Extraction Traditionnelles

II.2.3.1.1. Infusion

C'est la forme de préparation la plus simple, elle se prépare en versant de l'eau bouillante sur les parties de plantes fraîches ou séchées et les bien tremper afin d'extraire leurs principes médicinales. Elle convient pour l'extraction de parties délicates ou finement hachées des plantes: feuilles, fleurs, graines, écorces et racines, ayant des constituants volatiles ou thermolabiles comme les huiles essentielles (BABA-AÏSSA, 2000 ; KRAFT et HOBBS, 2004).

II.2.3.1.2. Décoction

Elle convient pour l'extraction de matières végétales dur ou très dur : bois, écorce, racines, ou des plantes avec des constituants peu solubles (ex : l'acide silicique). Elle consiste à faire bouillir les plantes fraîches ou séchées dans de l'eau pendant 10 à 30 min, pour bien extraire les principes médicinales (BABA-AÏSSA, 2000 ; KRAFT et HOBBS, 2004).

II.2.3.1.3. Macération

Elle consiste à mettre une plante ou partie de plante, dans de l'eau froid (macération aqueuse) ou une huile végétale (macération huileuse), pendant plusieurs heures, voir plusieurs jours, pour permettre aux constituants actifs de bien diffuser. Elle convient pour l'extraction de plantes contenant du mucilage, comme les graines de lin ou les graines du plantain des sables, leur forte concentration en amidon ou pectine peut causer une gélatinisation s'ils se préparent dans de l'eau bouillante. Egalement utilisée pour empêcher l'extraction de constituants indésirables qui se dissolvent dans l'eau chaude (KRAFT et HOBBS, 2004).

II.2.3.2. Méthodes d'Extraction modernes

De nombreuses techniques d'extraction ont évolué au cours des siècles. Les principales utilisées de nos jours sont :

1. l'extraction par solvant

On solubilise dans un solvant l'espèce chimique à extraire du fait de la grande solubilité de cette espèce dans le solvant. Pour une extraction liquide-liquide les deux solvants, initial et extracteur, doivent être non miscibles.

2. l'hydrodistillation

La vapeur d'eau entraîne les espèces à extraire qui se retrouvent dans le distillat avec l'eau (ainsi on obtient deux liquides non miscibles séparés dans une ampoule à décanter).

II.3. Huiles essentielles des plantes médicinales et aromatiques

II.3.1. Définitions

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles et odorantes qui sont sécrétées par les plantes aromatiques. Elles sont obtenues soit à partir des matières premières naturelles par distillation à l'eau, soit à partir des fruits de citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques (AFNOR, 1986).

Selon BOUTAYEB (2013), les huiles essentielles sont des mélanges liquides très complexes, elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance d'une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie.

II.3.2. Localisation des huiles essentielles

Dans beaucoup de plantes aromatiques, les huiles essentielles sont localisées dans les poiles glandulaires qui se développent à la surfaces des feuilles et autres organes des plantes. Ces poiles pelletés contiennent une grande partie des huiles et sont désormais appelés "glandes" (WERKER, 1985).

II.3.3.Composition chimiques des huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles comprennent deux classes de composés caractérisés par des origines biogénétiques bien distinctes (DUQUENOIS, 1982).

Le groupe des terpénoïdes, d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane d'autre part. IL existe également d'autres corps qui entrent en faible proportion dans la constitution de certaines huiles essentielles (acides organiques, esters et autres...) (RAHILI, 2002 ; EL ABED et KAMBOUCHE, 2003).

- **Les terpénoïdes :** D'une manière générale, les huiles essentielles ne contiennent que les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée: mono- et sesquiterpènes. Ce sont des hydrocarbures ayant respectivement dix et quinze atomes de carbone. Ils peuvent être saturés ou insaturés, acycliques, monocycliques, bicycliques ou polycycliques. Ils peuvent également être accompagnés de leurs dérivés oxygénés: alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, etc.
- **Les composés aromatiques :** De manière moins systématique que les terpénoïdes, une autre famille chimique est fréquemment rencontrée parmi les composés volatils. Il s'agit des dérivés du phénylpropane. Ce sont très souvent des allyle- et propénylphénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae (anis, fenouil, persil, etc.: anéthole, anisaldéhyde, apiole, méthylchavicol..) mais aussi de celles de girofle, de la muscade, des cannelles, etc. (eugénol, myristicine, asarones, cinnamaldéhydes,...)(BRUNETON, 1993).

II.3.4.Procédés d'obtentions des huiles essentielles

En général le choix de la méthode d'extraction dépend de la nature de matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles), de la nature des composés à extraire (les flavonoïdes, les huiles essentielles, les tanins), de rendement en l'huile et la fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées (HELLAL, 2011).

Il existe plusieurs méthodes d'extraction dont voici les principales :

- **L'hydrodistillation :**

Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité (**Figure3**). L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat (**FRANCHOMME, 1990**).

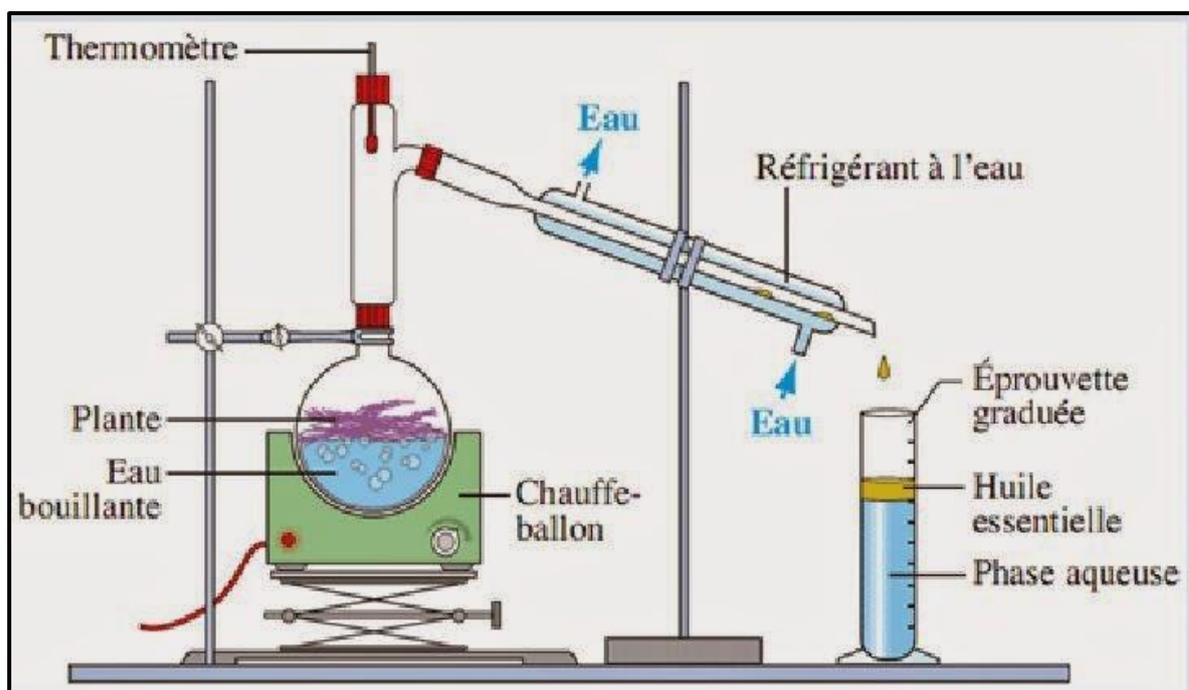


Figure 3 : L'hydrodistillation (<https://dorossinet.blogspot.com/2016/11/extraction-separation-et-identification.html>).

- **La distillation par entraînement à la vapeur d'eau :**

Le matériel végétal est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau (**Figure 4**). La vapeur d'eau traverse le matériel végétal et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques (**FRANCHOMME, 1990**).

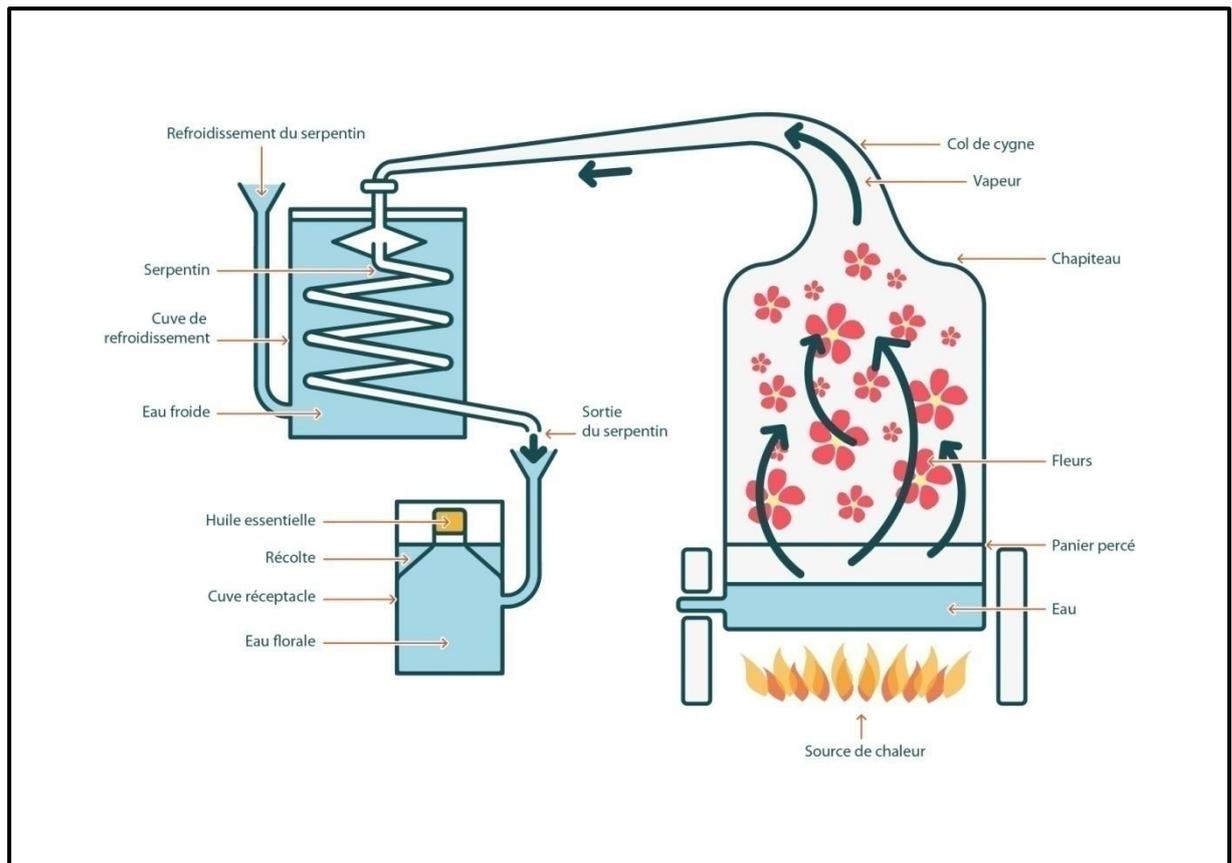


Figure 4 : La distillation par entraînement à la vapeur d'eau

(<https://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=aromatherapie-huiles-essentielles-quotidien-d-ou-provient-l-huile-essentielle->)

- **L'hydrodiffusion :**

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur. Cette technique relativement récente et particulière. Elle exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale (**BRUNETON, 1999**). L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (**EL HAIB, 2011**).

- **Extraction par micro-ondes :**

Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes (**Figure5**). Dans une enceinte fermée dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont en suite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation. Ce procédé permet un gain de temps (temps d'extraction divisé par 5 à 10) et d'énergie (température plus basse) considérable (**MENGEL, 1993**).

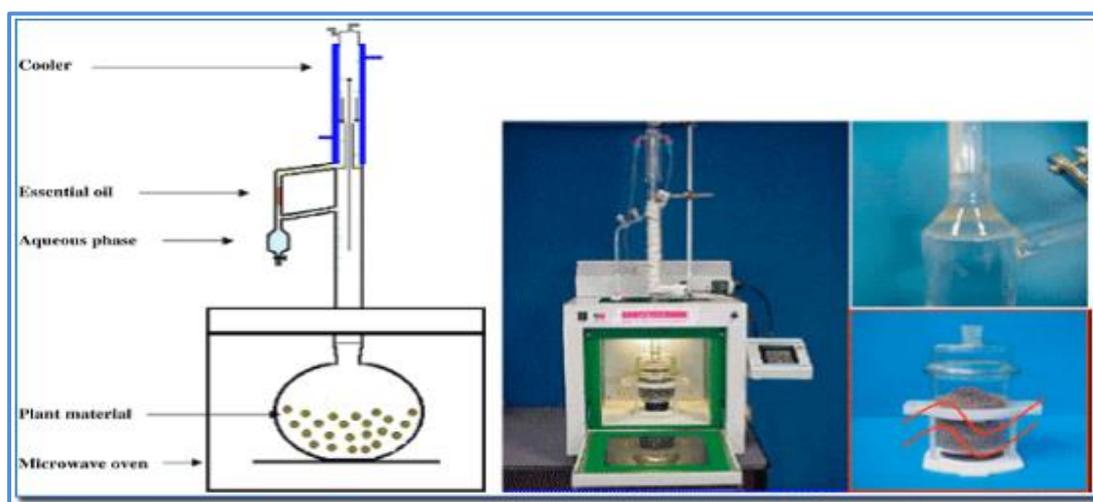


Figure 5 : Extraction par micro-ondes (**BOUTAYEB, 2013**).

- **L'expression à froid :**

Ce mode d'obtention ne s'applique qu'aux fruits d'agrumes (*Citrus spp.*) par des procédés mécaniques à température ambiante. L'expression à froid consiste à soumettre la substance végétale à une forte pression à l'aide d'une presse hydraulique (**C. DESMARES et al, 2008**).

II.3.5. Domaines d'utilisation des HE

Les huiles essentielles sont connues par leur utilisation dans plusieurs domaines; en médecine pour le traitement de diverses maladies comme les rhumatismes, la fièvre, le diabète, de même, elles ont un effet antioxydant, antifongique, insecticide et nématicides. En industrie, elles sont utilisées comme

des arômes pour l'amélioration de la saveur et pour empêcher l'oxydation des aliments (KIM *et al.*, 2013 ; EKREN *et al.*, 2013).

En cosmétique et parfumerie , Les HE sont utilisées pour leur saveur et odeur en industrie des produits naturels et en industrie des parfums , dans les cosmétiques et produits de toilette, dans des lotions de soins corporels, soins capillaires, soins de la peau et produits de soins buccaux, et dans les parfumeries et les parfums (SMALLFIELD, 2001).

II.3.6. Activité antimicrobienne

Les extraits aromatiques des plantes ont été utilisé dans différentes formulation, comme pour les médicaments et la parfumerie (HEATH, 1981).

Les huiles essentielles ont été considérées comme les agents antimicrobiennes les plus efficaces présents dans ces plantes. Les qualités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité (ESSAWI *et al.*, 2000).

II.3.6.1. Activité antibactériennes

Les H.E les plus étudiées pour leurs propriétés antibactériennes appartiennent aux Labiatae : origan, thym, sauge, romarin, clou de girofle sont d'autant de plantes aromatiques à HE riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne. Le carvacrol est le plus actif de tous, reconnu pour être non toxique, il est utilisé comme agent de conservation et arôme alimentaire dans les boissons, friandises et autre préparations. Le thymol et l'eugénol sont utilisés dans les produits cosmétiques et, alimentaires. Ces composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries : E-coli, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Listeria monocytogenes, Clostridium spp, Helicobacter pylori (PAULI, 2001).

II.3.6.2. Activité antifongiques

Un grand nombre de composés volatils ont été testés contre une large gamme de champignons : Candida (C. albicans), Aspergillus (A. niger, A. flavus, A. fumigatus), Penicillium chrysogenum (KALEMBA *et* KUNICKA, 2003).

Les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antifongiques appartiennent à la famille des Labiatae : thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge. Etant donnée la grande complexité de la composition chémotypique des huiles essentielles, malgré de possibles synergies certains auteurs préfèrent étudier l'effet d'un composé isolé pour pouvoir ensuite le comparer à l'activité globale de l'huile. Ainsi l'activité fongistatique des composés aromatiques semble être liée à la présence de certaines fonctions chimiques (VOUKOU *et al*, 1988).

II.3.6.3.Mécanismes d'action antimicrobienne

Le mode d'action des huiles essentielles sur les cellules bactériennes n'est pas clairement élucidé (KALEMBA et KUNICKA, 2003 ; BURT, 2004).

Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des HE, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire (CARSON *et al.*, 2002).

D'une manière générale, leur action se déroule en trois phases :

- attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie (DAFERERA *et al.*, 2003).

II.3.7.Activité anti-oxydante

Un antioxydant est défini comme toute substance qui lorsqu'elle est trouvée à des concentrations faibles par rapport à celles d'un substrat oxydable, retarde ou prévient significativement l'oxydation de ce substrat (ASGARPANAH et KAZEMIVASH, 2012).

- Mécanisme d'action des antioxydants

Les antioxydants peuvent protéger l'organisme contre les effets néfastes des espèces réactives comme suit:

- Inhibition de la formation des radicaux libres.
- Neutralisation des radicaux libres.
- Augmentation du système de défense du corps.
- Réparation des dommages résultants de radicaux libres (**LAMINA et al., 2013 ; LIOCHEV, 2013**).

II.4. métabolites secondaires des plantes médicinales

Les métabolites secondaires (**Figure 6**) végétaux sont des molécules organiques possèdent une grande diversité structurales, ils n'appartiennent pas au métabolisme primaire, c'est-à-dire ne sont pas directement impliquées dans la photosynthèse, la respiration, la croissance et le développement de la plante. Ce sont des outils très importants à la vie des plantes, elles les utilisent surtout contre les herbivores, les microbes (bactéries, champignons) et les virus (**WINK, 2010**).

En général, les termes : composés secondaires, composés phytochimiques et facteurs antinutritionnels sont été utilisées dans la littérature pour désigner ce groupe de composés (**MAKKAR, 2007**).

Les métabolites secondaires se trouvent dans toutes les parties de la plante mais ils sont distribués selon leurs rôles défensifs. Cette distribution varie d'une plante à l'autre (**MERGHEM, 2009**).

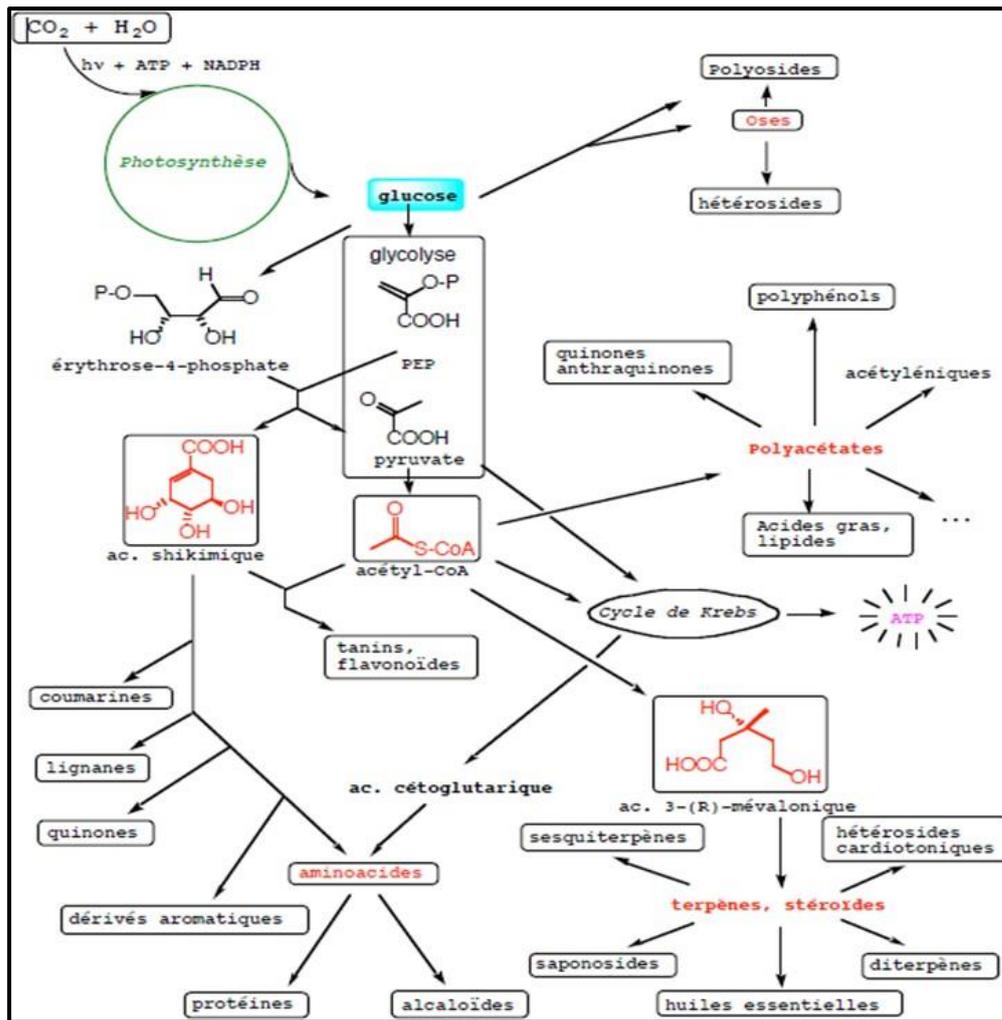


Figure 6 : Les relations métaboliques entre les principales classes de métabolites secondaires (VERCAUTEREN, 2007).

II.5. les groupes des principaux actifs

Le principe actif c'est une molécule contenu dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisé pour la fabrication des médicaments. Cette molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animale, elle est issue de plantes fraîches ou des séchées, nous pouvons citer comme des parties utilisées: les racines, écorces, sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines (DI-PIETRO, 2004).

II.5.1. Les polyphénols

Forment une grande classe de produits chimiques qui on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficielles, ils sont des composés photochimiques polyhydroxylés et comprenant au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils subdivisent en sous classe principales; les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins. Comme ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes, elles ont un rôle principale à la vie de plante, à la défense contre les pathogènes; principalement les moisissures et les bactéries phytopathogènes et la protection contre les rayonnements UV; sachant que tous les composés phénoliques absorbent les rayonnements solaire. Les polyphénols ont également un rôle dans le contrôle de la croissance et le Développement des plantes en interagissant avec les diverses hormones végétales de croissance. Les polyphénols sont également utilisés dans l'industrie agro-alimentaire comme additif, colorant, arôme ou agent de conservation (**BRUNETON, 1999**).

II.5.2. Flavonoïdes

Ont une structure de C₆-C₃-C₆ (**Figure7**) à poids moléculaire faible, ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plante à côté des chlorophylles et caroténoïdes . Les flavonoïdes ont des sous-groupes caractérisés à contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, chacun portant une ou plusieurs groupes hydroxyles phénoliques et reliées par un pont carbone. Les flavonoïdes sont généralement des antibactériennes. Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire (jus de citron) et de l'industrie pharmaceutique (les fleurs de trèfle rouge traitent les rhumes et la grippe en réduisant les sécrétions nasales), comme certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales. (**Bruneton, 1999**).

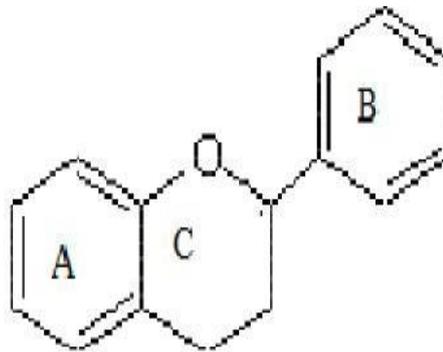


Figure 7 : Structure de base des flavonoïdes (**Bruneton, 1999**)

II.5.3. Les saponosides

On entend par saponosides (mot latin « sapon », savon ; « saponaire », l'herbe à savon), des hétérosides à aglycones de structure stéroïde ou triterpénique qui tiennent une grande place parmi les substances d'origine végétale (**ROBINET, 1951**).

Les saponosides ont une activité expectorante, ils rendent un peu moussant la Muqueuse des bronches inflammatoires et facilitent l'expectoration. De plus, ils sont de puissants hémolytiques, ils possèdent également des propriétés édulcorantes, largement utilisées dans l'industrie agro-alimentaire.

D'autre part les travaux de ont mis en évidence l'activité antifongique de saponosides triterpéniques extraits du lierre sur les levures et les dermatophytes. Dans un même ordre d'idée, les saponosides l' α -hédérine ont montré une activité anti tumorale et antibactérienne (**BRUNETON, 1999**).

II.5.4. Les coumarines

Ceux sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone. Isolées la première fois de *Coumarouna odorata* par Vogel en 1820, aujourd'hui, près de 1000 composés coumariniques sont isolés dans plus de 800 espèces de plantes et dans les micro-organismes. Dans les plantes, on les rencontre dans les Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae et Solanaceae. Du point de vue structural (**Figure8**), on les classe en coumarines simples avec des substituants sur le cycle du benzène, les furanocoumarines, les

pyranocoumarines, ceux substitués en position 3 et ou 4 et le dernier groupe serait celui des dimères (SMYTH *et al.*, 2009).

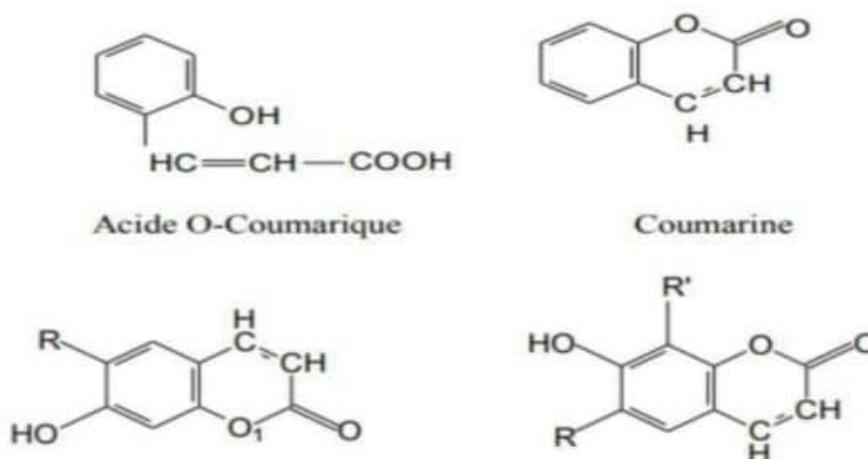


Figure 8 : les principaux composés des coumarines(SMITH *et al.*, 2009).

II.5.5. les alcaloïdes

Sont des substances organiques hétérocycliques azotées, basiques et d'origine végétale. Bien que beaucoup d'entre eux soient toxiques (comme la strychnine ou l'aconitine), certains sont employés dans la médecine pour leurs propriétés analgésiques (comme la morphine et la codéine), dans le cadre de protocoles de sédation (anesthésie, atropine) souvent accompagnés des hypnotiques, ou comme agents antipaludéens (quinine, chloroquinine) ou agents anticancéreux (taxol, vinblastine, vincristine) (FRANÇOIS, 2010).

Les alcaloïdes peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, ils s'accumulent uniquement dans les écorces, les racines, les feuilles ou les fruits (HARBORNE JB.,HERBERT B1995). En générale, les alcaloïdes sont insolubles ou très peu solubles dans l'eau, ils sont solubles dans les solvants organiques apolaires ou peu polaires (MAMADOU, 2011).

II.5.6. les huiles essentielles

Les huiles essentielles HES Les molécules actives impliquées dans les mécanismes de défense des plantes, sont issues du métabolisme secondaire. Elles ne participent pas directement à la croissance des plantes, mais ont évolué pour leur

fournir une protection naturelle contre les attaques de microbes ou d'insectes. Une partie de ces métabolites secondaires se concentre dans les sacs oléifères, qui sont des poches sécrétrices d'huiles essentielles (**GUINOISEAU, 2010**).

Les HES extraites des plantes par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes. Elles sont largement employées en parfumerie. Les huiles essentielles contenues telles quelles dans les plantes sont des composés oxygénés, parfois d'origine trapénoïde et possédant un noyau aromatique (**ISERIN, 2001**).

PARTIE EXPERIMENTAL

Chapitre III

Matériel et Méthodes

III.1. Objectif du travail

Dans cette partie, l'extrait de la plante *Artemisia herba alba* est utilisé comme modèle expérimental dans l'étude phytochimique et l'activité antioxydante et aussi pour les tests chimiques qui permettent de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques.

III.2. Matériel

III.2.1. Matériel végétal

Nous avons effectué des expérimentations sur des plantes du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* asso). Ces plantes ont été récoltées dans la région de Bousàada de la wilaya de Msila pendant le mois de Juin 2020 (**Figure 9**).



Figure 9 : la plante de l'*Artemisia herba alba* dans la région de Bousàada (MOHAMMEDI, 2020).

III.2.2. Conservation du matériel végétal

Une fois la récolte est achevée, le matériel végétal est nettoyé pour éliminer les débris puis étaler sur des papiers et laisser à l'ombre à la température ambiante dans une pièce aérée pendant 15 jours (**Figure 10**). Les échantillons sont brassés chaque jour, surtout au début du séchage pour faciliter celui-ci. La conservation est faite dans des sacs en papier (**Figure 11**).



Figure 10 : Le séchage de la plante (MOHAMMEDI, 2020).



Figure 11 : La plante après le séchage (MOHAMMEDI, 2020).

III.2.3. Matériel de laboratoire

Plusieurs réactifs chimiques et appareillages (**Tableau 3**) ont été utilisés dans la présente étude (extraction, dosage et activités ...).

Tableau 3: Les produits chimiques et les appareillages utilisés dans la présente étude.

Appareillages et logiciels	Réactifs chimiques
<ul style="list-style-type: none">✓ Broyeur électrique.✓ Evaporateur rotatif (Büchi rotavapor R-144).✓ Spectrophotomètre.✓ Appareil Waters.✓ Appareil Dionex P580.✓ Détecteur UV.✓ Four de fléau (Hitachi L-2300).✓ Un détecteur d'alignement de la photodiode PDA-100.✓ Un compartiment de fléau de TCC-100 thermostatés.✓ Un injecteur ASI-100 automatisé témoin.✓ Logiciel de masse Lynx (v.4.00)✓ Système de gestion de l'information de chromatographie chromeleon (v.6.70).	<ul style="list-style-type: none">✓ Sachets en papier.✓ Des papiers.✓ Flacon en verre.✓ Papier filtré.✓ Des tubes à essai.✓ Chlorure ferrique.✓ Chlorure d'aluminium.✓ Acide sulfurique.✓ Acide sulfurique concentré.✓ Acide gallique.✓ NH₄OH.✓ FeCl₃ diluée.✓ Chloroforme.✓ HCL.✓ Eau distillé.✓ Solution de carbonate de sodium.✓ DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).✓ Réactif Folin-Ciocalteu.✓ Réactif de Mayer.✓ Les solvants

dunes du côté Nord. Alors, on peut dire que « Le territoire de Bousâada est bien déterminé par des éléments naturels ».

Le territoire de la ville de Bousâada est un territoire varié mais superposé et chevauché, il se caractérise par des éléments écologiques, paysagers très variés, complexes et fragiles soumis à de fortes pressions anthropiques « L'oued, la montagne et les dunes l'ont donc imposée là où elle est, en déclivité vers la palmeraie. » (NACIB, 1986).

Le bassin versant d'Oued Bousâada, s'étend sur une superficie de 1032 Km² avec une longueur de 69 Km, avec une pente variant de 7%0 à 12%0. La plus grande partie de ce bassin est montagneuse de formation calcaire, pratiquement sans végétation, à l'exception des palmeraies de Bou Saada et El Hamel à l'amont du bassin (NEE, 2012). L'oued Bou Saada traverse la ville de Bou Saada sur un bief d'une longueur de 2200 m avec des profondeurs géométrique variant entre 3 et 5 m, et 27,5 m de largeur moyenne.

III.3.2. Géologie et géomorphologie

Les principaux traits de la zone ont été dégagés des travaux de **Savornin (1920) et d'Emberger (1964)** pour la géologie et des travaux de **Capolini et Sari (1969)** pour la géomorphologie. Ainsi, les unités suivantes peuvent-elles être distinguées :

- **Les reliefs** : faisant partie de l'extrémité septentrionale de l'Atlas saharien, ils correspondent aux massifs montagneux cités précédemment. Ils sont composés d'une alternance de marnes argileuses et de niveaux calcaires relevant du Cénomaniens.
- **Les glacis « chebket »** : surfaces plus ou moins planes au pied des reliefs et constitués par des dépôts alluviaux du Quaternaire.
- **Les dépressions** : zones de concentration des eaux de ruissellement et de décantation des particules solides, elles correspondent à deux types selon leur caractère salé « sebkha, chott » ou non salé « daya ».

- **Les dunes** : amas de sable quartzeux, souvent riche en matériel argileux (KAABECHE, 1990).

III.3.3. Hydrographie

Les divers oueds (cours d'eau temporaires à écoulement principal sous forme de crue, et dont le lit correspond donc habituellement au substrat rocheux) se déversent dans la dépression du Chott el Hodna. On distingue deux grands réseaux convergeant vers cette dépression : au Nord, l'oued Ksob draine les eaux des versants des Monts du Hodna, au Sud l'Oued Bou Saada, l'Oued Chair et l'Oued Melh drainent ceux des versants de l'Atlas saharien (KAABECHE, 1990).

III.3.4. Climat

III.3.4.1. Origine des données climatiques

Les données climatiques dans la présente étude proviennent de la station météorologique d'Ain Ediss (Bousâada) et couvrent une période de 10 ans allant de 2009 à 2018. Ces données concernent la température avec ses variantes et les précipitations.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques climatiques et géographiques disponibles de Bousâada :

Tableau 4 : Les caractéristiques climatiques et géologiques disponibles de Bousâada :

Station	Coordonnée		Altitude	Données disponibles	Période
	Latitude	longitude			
Bou Saada	35°13'14''N	4°11'18''N	560 mètre	P , T	2009-2018

Source : station météorologique de Bousâada 2018

III.3.4.2. Les précipitations

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la réparation des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques, tels les mares et les lacs temporaires et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (RAMADE, 2003).

D'après la **Figure 13**, on constate l'irrégularité des précipitations dans la région de Bousâada. Nous remarquons que le mois le plus pluvieux est le mois de Avril avec 24,85mm, alors que le mois le moins pluvieux est juillet avec 6,245mm.

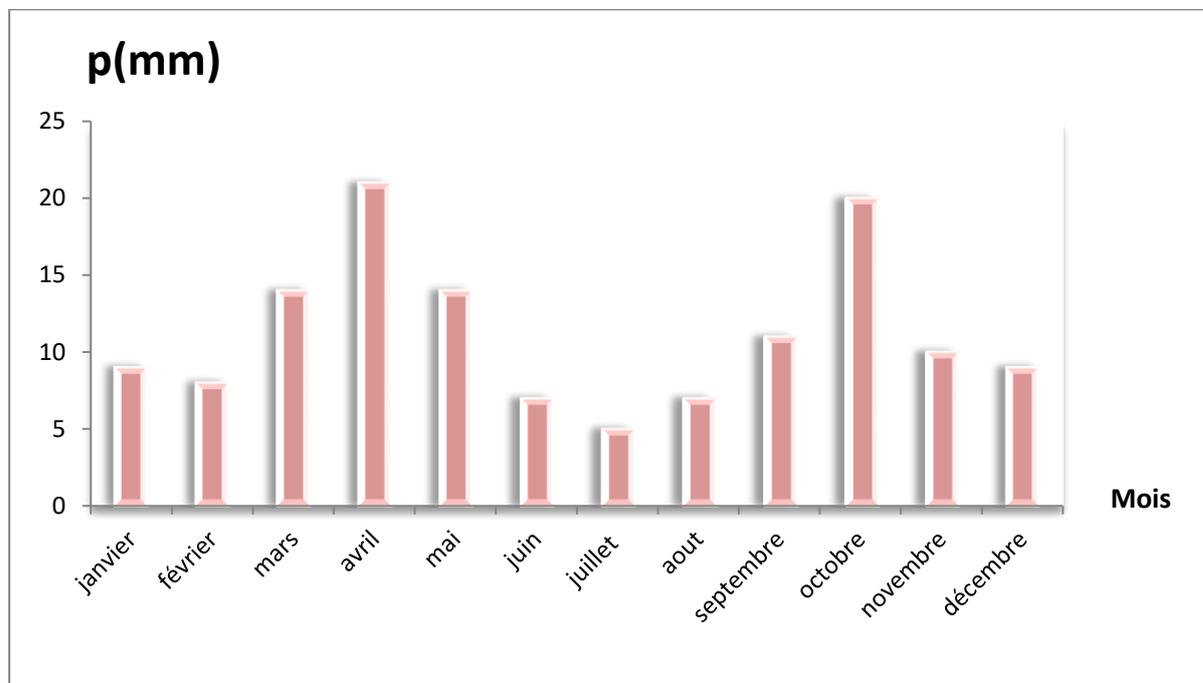


Figure 13: La variation des précipitations moyennes mensuelles de la région Bousâada (2009/2018)

III.3.4.3. Les températures

La température est de tous les facteurs climatiques la plus importante. Elle agit sur l'activité et la répartition des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. La température constitue un important facteur dans la distribution des organismes. En effet, elle a une influence sur les processus biologiques (CAMPBELL et REECE, 2007).

Le tableau ci-dessous montre que la température la plus basse de la région d'étude est atteinte au mois de décembre 10.03°C. Le maximum est de 35.7°C enregistré au mois de juillet. La température moyenne annuelle est de 20.41°C.

Tableau 5 : Répartition des températures moyennes et mensuelles de la région de Bousâada (2009/2018).

Mois	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	juil	aou	sept	oct	nov	dec
T max	15.15	16.4	20.39	25.22	29.61	35.25	44.20	38.16	32.16	27.97	19.65	15.69
T min	4.97	5.29	8.53	12.09	17.6	20.73	27.29	23.91	20.1	14.3	8.91	5.01
T moy	10.06	10.84	14.46	18.91	23.6	27.99	35.7	31.03	26.42	21.13	14.28	10.3
(M+m)/2												

- **M** : Est la moyenne mensuelle des températures maximale exprimées en °C.

- **m** : Est la moyenne mensuelle des températures minimale exprimées en °C.

- **(M+m)/2** : Est la moyenne mensuelle des températures exprimées en °C.

III.3.5. Synthèse climatique

III .3.5.1. Diagramme Ombrothermique de Bangnoulis et Gaussen

Le diagramme représentant en abscisse les mois de l'année et en ordonnée à droite la température et à gauche les précipitations moyennes mensuelles a raison de l'équivalence d'échelle $1^{\circ}\text{C} = 2\text{mm}$ de précipitation (**RAMADE, 2008**).

Le climat est sec quand la courbe des températures est au-dessus de celle des précipitations, humide dans le cas contraire (**DREUX ,1980**).

La saison sèche apparait lorsque la courbe des précipitations rencontre et passe sous celle des températures (**BANGNOULS ET GAUSSEN, 1957**).

La **Figure 14**, montre que la région de Bousâada présente une période sèche qui s'étend sur douze (12) mois, allant de janvier jusqu'à décembre.

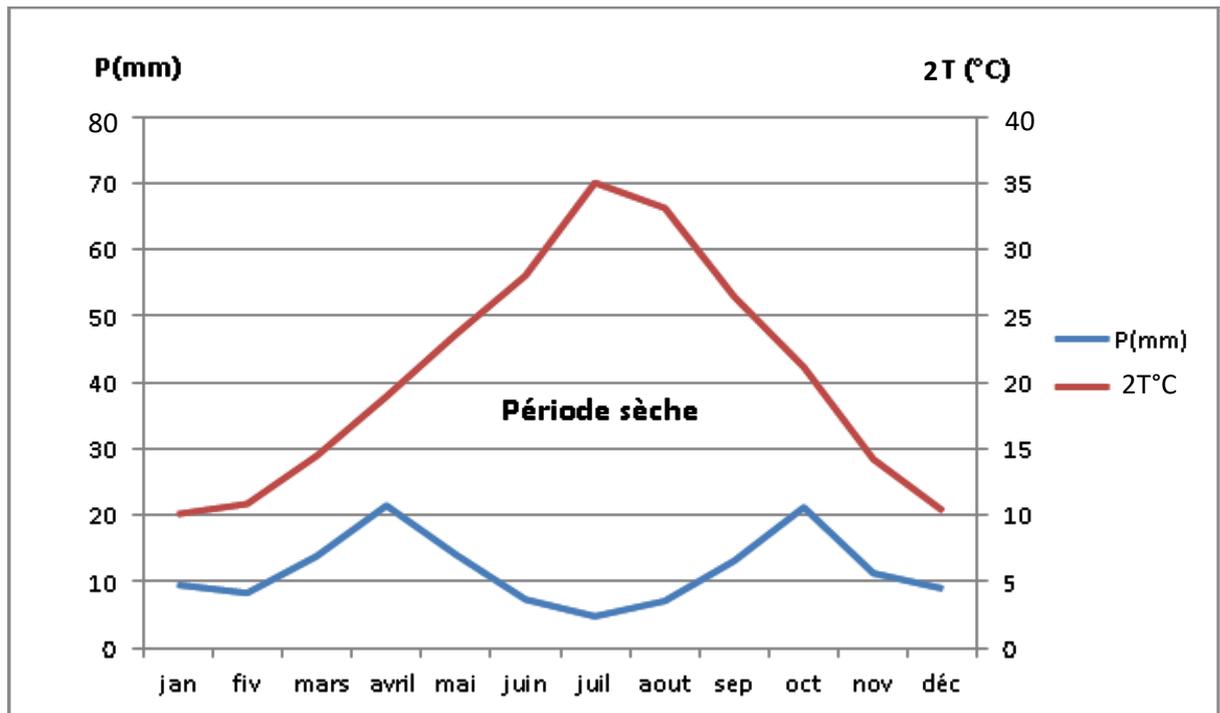


Figure 14 : Diagramme Ombrothermique de la région de Bousâda (2009/2018)

III .3.5.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger

Il est exprimé par la formule :

$$Q2 = 2000P / (M^2 - m^2)$$

Où:

P= exprime les précipitations annuelles exprimées en (mm)

M= la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m = la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

(Les températures sont exprimées en degrés Kelvin $K^\circ = T^\circ C + 273$).

La représentation graphique porte **m** sur l'axe des abscisses et **Q2** sur celui des ordonnées. Aux valeurs du quotient correspondent les étages bioclimatiques et à celle des températures minimales du mois le plus froid.

$$Q_2 = 2000P / M^2 - m^2$$

$$P = 130,62 \text{ mm}$$

$$M = 40,20 \text{ }^\circ\text{C} + 273\text{K} = 313,2\text{K}$$

$$m = 4,97 \text{ }^\circ\text{C} + 273\text{K} = 277,97\text{K}$$

$$Q_2 = 2000 * 130,2 / (313,2)^2 (277,97)^2 \quad Q_2 = 12,54$$

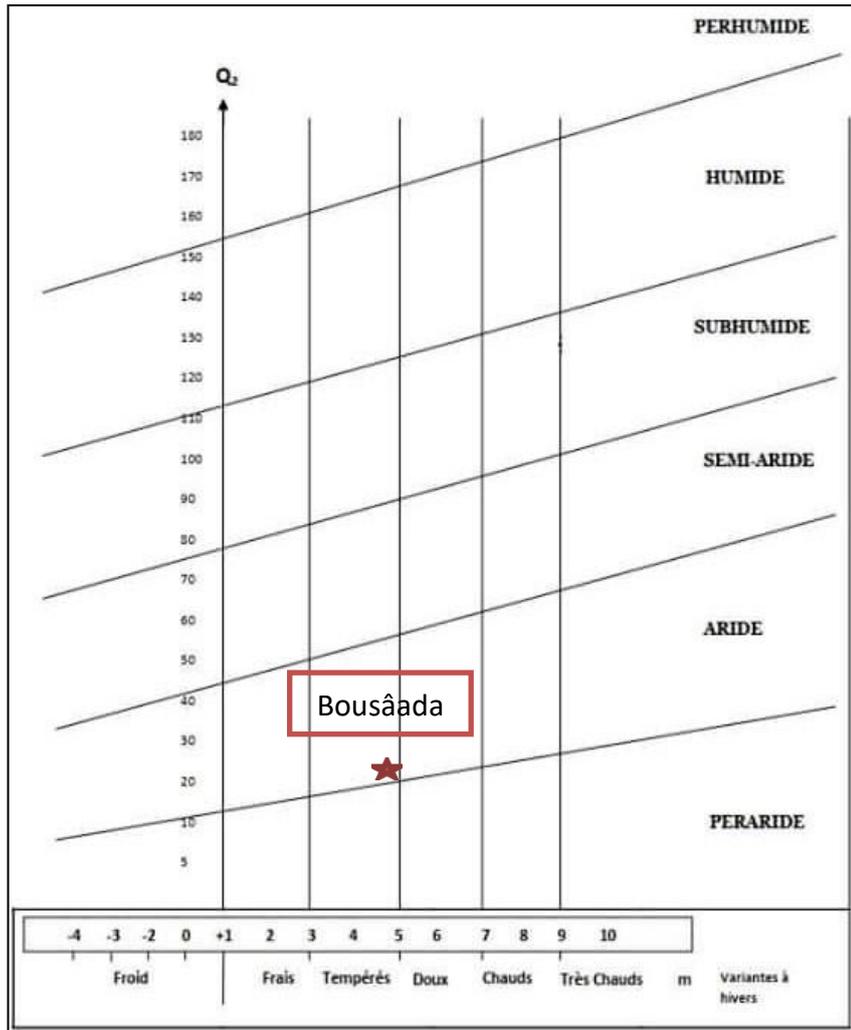


Figure 15 : Positionnement de la station de Bousâada dans le climagramme d'Emberger.

III.4.Méthode

III.4.1. Préparation des extrais

Après le séchage et la conservation de matériel végétal, nous avons le broyé à l'aide d'un broyeur électrique et le broyat obtenu a été conservé dans des sachets en papier à température ambiante, dans un endroit sec et à l'abri de l'humidité et de la lumière jusqu'à son utilisation.

III.4.2. Méthode d'extraction

L'extraction veut dire la séparation des parties actives de tissus végétaux ou animaux des composants inactifs ou inertes à l'aide de solvants sélectifs, traditionnellement l'eau, les huiles végétales ou les graisses animales. Les produits ainsi obtenus sont relativement impures sous forme de liquides, semi-solides ou poudres exclusivement destinés à un usage oral ou externe. Il s'agit de préparations connues comme les tisanes et les huiles médicinales (**HANDA et al., 2008**).

La méthode d'extraction qui nous avons utilisé dans notre étude c'est la macération.

III.4.2.1. Extractions par macération

La macération est la méthode d'extraction solide-liquide la plus simple. Elle consiste en la mise en contact du matériel végétal avec le solvant sans ou avec agitation, L'opération bien que généralement longue et a rendement souvent médiocre, est utilisée dans le cas d'extraction de molécules thermosensibles (**LEYBROS et FREMEAUX, 1990**).

III.4.2.1.1. Préparation d'extrait méthanolique

La macération consiste à émerger 10 g de poudre dans un flacon en verre contenant 100 ml de méthanol absolu pour une macération de 24 heures à température ambiante. Le macéra obtenu est ensuite filtré sur papier filtre. Le filtrat récupéré est conservé et le matériel végétal est macéré une deuxième fois. Les filtrats sont regroupés puis évaporés à sec sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif(Büchi Rotavapor R-144, Suisse)(**Figure 16**) à 45°C. L'extrait obtenu a été conservé au 4°C jusqu'à l'utilisation (**STANKOVIC, 2011**).

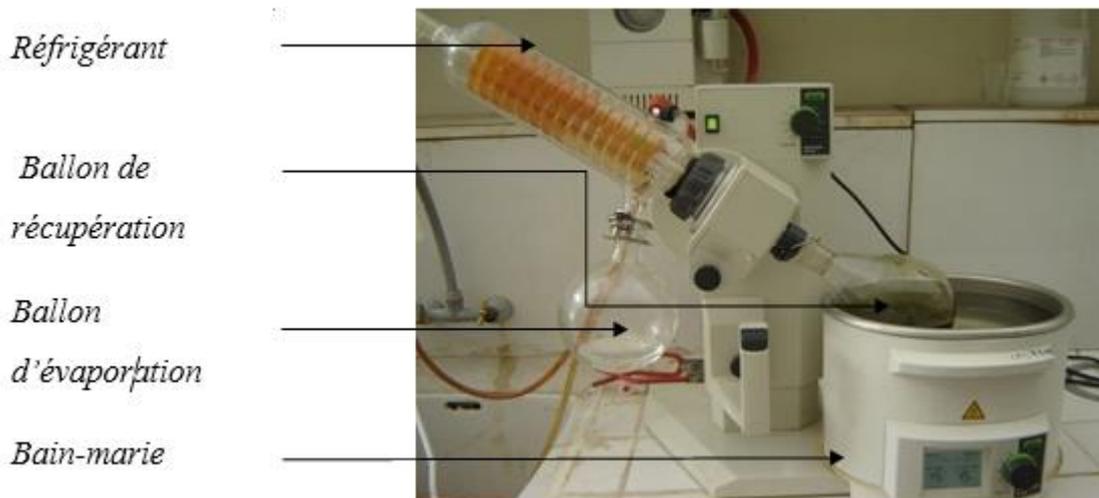


Figure 16: Un évaporateur rotatif.

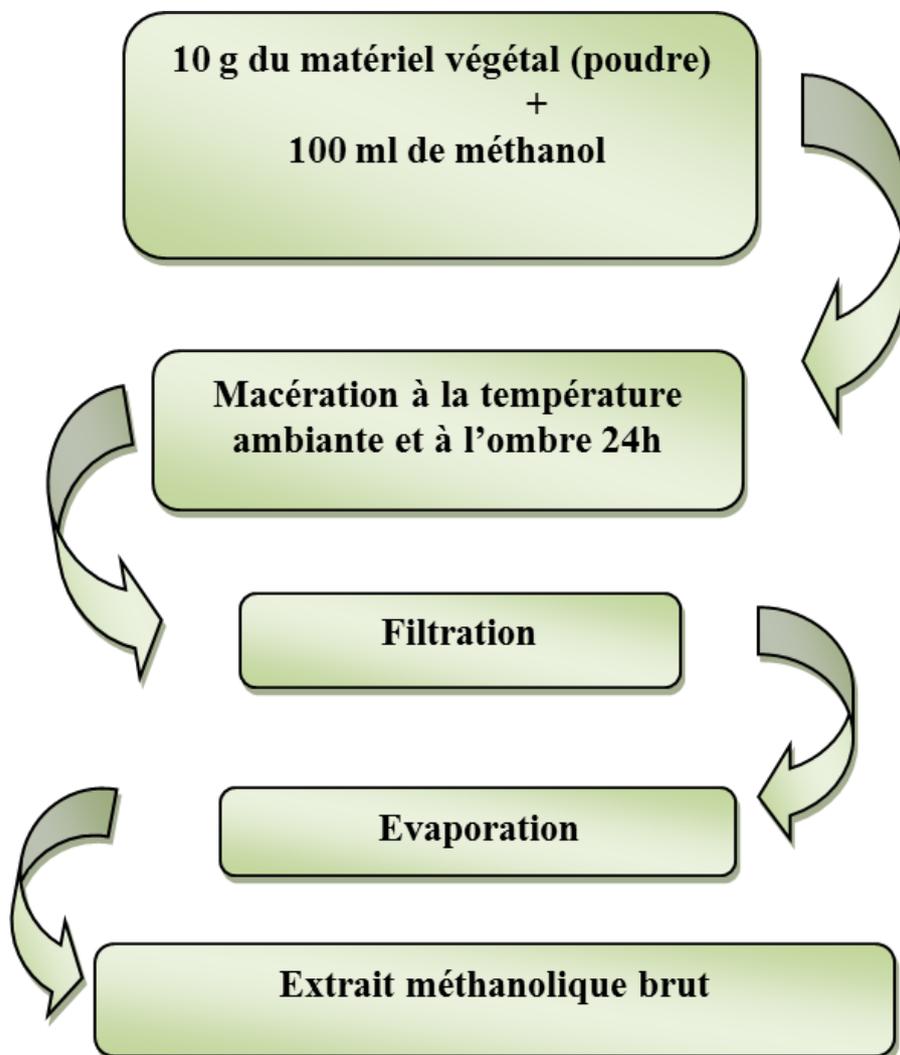


Figure 17 : Protocole de préparation de l'extrait méthanolique *d'Artemisia herba alba*

III.4.2.1.2. Préparation d'extrait aqueux

10g de matériel végétal découpé en petit morceaux sont mise en macération à température ambiante avec 100ml de l'eau distillé pendant 48h. L'extraction est réalisé par percolation 3fois après extraction l'extrait est filtré. Le filtrat récupéré est séché a sec.

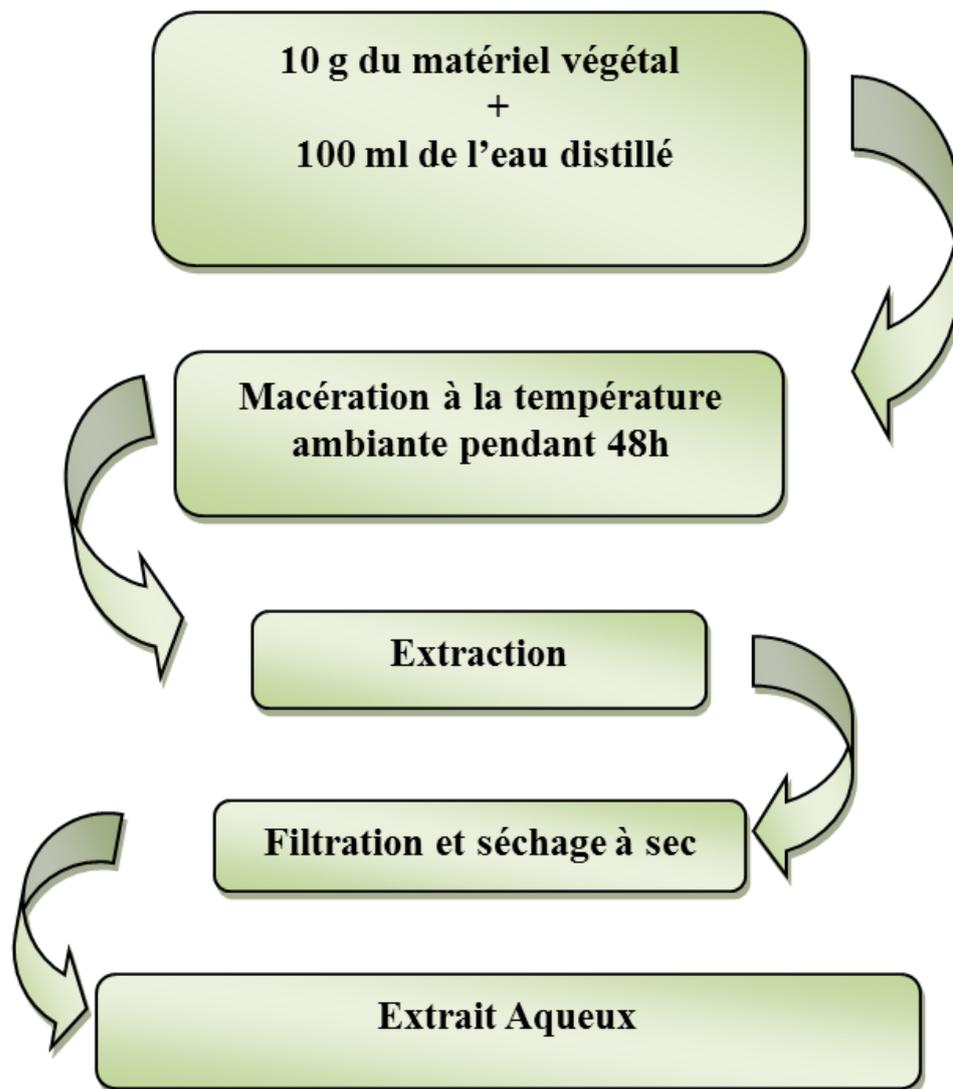


Figure 18 : Protocole de préparation de l'extrait aqueux *d'Artemisia herba alba*

III.4.3. Calcul du rendement

Le taux d'extraction (%) est calculé en appliquant la formule suivante :

$$R(\%) = \{(P1 - P0) / E\} \times 100$$

R (%) : Rendement exprimé en %.

P1 : poids d'extrait après évaporation (g).

P0 : poids vide du ballon (g)

E : poids de la poudre végétale (g).

III.4.4. Screening phytochimique

Le but de cette étude est de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques (les alcaloïdes, flavonoïdes.....etc) dans notre plante. Elle est basée sur des essais de solubilité, des réactions de coloration et de précipitation ainsi que des examens en lumière ultraviolette. Les tests phytochimiques ont été réalisés par différentes méthodes décrites par **VIJAYALAKSHMI et al., 2012 ; BAGRE et al., 2007 ; KHALDI et al., 2012 ; DAHOU et al., 2003.**

III.4.4.1. Les polyphénols

Mettre 2 ml d'extrait dans un tube à essai puis ajouter une goutte de solution alcoolique de chlorure ferrique 2%. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue noirâtre ou verte plus ou moins foncée.

III.4.4.2. Flavonoïdes

La réaction de détection des flavonoïdes consiste à traiter 2 ml de l'extrait avec 2 ml d'acide sulfurique et 2 ml de NH₄OH. La présence des flavonoïdes est mise en évidence si la coloration s'accroît en présence de l'acide et vire au bleu violacé en milieu basique cela signifie la présence des anthocyanes.

III.4.4.3. Tanins

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant à 1 ml de l'extrait, quelques gouttes de solution de FeCl_3 diluée. L'apparition d'une coloration vert foncée ou bleu-vert indique la présence des tanins.

III.4.4.4. Terpénoïdes

Leur détection consiste à traiter 0.5 ml de l'extrait avec 2 ml de chloroforme et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. En cas de réaction positive, il se forme un anneau rouge-brunâtre à la zone de contact des deux liquides.

III.4.4.5. Saponosides

Mettre 3ml d'extrait dans un tube à essai, puis agiter fortement pendant 30 secondes et laisser reposer 15 secondes. Si la mousse persiste pendant cette période cela signifie qu'il y a des saponosides.

III.4.4.6. Quinones

1 ml d'acide sulfurique concentré est ajouté à 1 ml d'extrait. Un test positif est révélé par la formation de la couleur rouge.

III.4.4.7. Anthraquinones

La détection des anthraquinones est réalisée en ajoutant quelques gouttes de HCL à 0.5 ml d'extrait. L'apparition d'un précipité de couleur rouge indique la présence d'anthraquinones.

III.4.4.8. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont également mis en évidence par le réactif de Mayer (10 g de KI et 2,70 g de HgCl_2 dissous dans 20 ml d'eau). L'ajout de quelques gouttes de ce réactif à 2 ml de la solution d'extrait entraîne la formation d'un précipité blanc ou blanc-jaune en présence d'alcaloïde.

III.4.5. Analyses qualitatives et quantitatives des extraits de plante

IV.3.5.1. Dosage des polyphénols totaux

- Principe

Le réactif Folin-Ciocalteu est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). L'oxydation en milieu alcalin de ce réactif par les groupements oxydables des composés phénoliques, conduit à la formation d'un mélange d'oxyde bleu de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). L'intensité de la coloration produite qui a une absorbance maximale à 765nm, est proportionnelle à la quantité des polyphénols présente dans l'extrait analysé (**GEORGE et al., 2005**).

- Mode opératoire

100 μ l d'extrait de plante a été mélangé à 200 μ l du réactif de Folin et 3.16 ml de H_2O . Le mélange est incubé à température ambiante pendant 3 minutes. Ensuite 600 μ l de la solution carbonate de sodium anhydre à 20% (poids/volume) sont ajoutés au mélange. Les polyphénols totaux sont déterminés après 2 h d'incubation à température ambiante par mesure de l'absorbance à 765 nm (Spectrophotometer UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan). La quantification est faite selon la courbe d'étalonnage standard de l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par ml d'extrait (**ATHAMENA et al., 2010**).

III.4.5.2. Dosage des flavonoïdes

- Principe

Les flavonoïdes sont quantifiés par la méthode du trichlorure d'aluminium selon le protocole décrit par **KOSALEC et al., 2004**.

Les méthodes qui ont été rapportées pour la détermination des flavonoïdes sont basées sur la formation d'un complexe de chlorure d'aluminium - flavonoïde qui est l'une des procédures analytiques les plus utilisées pour la détermination de la teneur en flavonoïdes dans diverses plantes (**HUMADI et ISTUDOR, 2008**).

- Mode opératoire

La quantification des flavonoïdes est réalisée en ajoutant à 1 ml d'extraits (préparés dans l'éthanol), 1 ml d'AlCl₃ à 2% dans le méthanol. Après une agitation vigoureuse, l'ensemble est incubé à l'ombre à la température ambiante pendant 30 minutes. L'absorbance de la solution est déterminée à 430 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre. Une courbe d'étalonnage est établie avec la quercétine en qualité de flavonoïde standard. Les résultats sont exprimés en microgrammes équivalents de quercétine par milligramme d'extrait. Les mesures sont réalisées deux fois.

III.4.5.3. Analyse HPLC/UV-vis-DAD/ESI-MS et HPLC/UV-vis/DAD

Les analyses HPLC/UV-vis-DAD sont effectuées à l'aide d'un appareil Waters équipé d'une pompe de chromatographie liquide de haute pression 1525 binaires munis d'un détecteur UV à barrettes de diodes (DAD) et d'un spectromètre de masse Quadrupol équipé d'une interface d'ionisation ESI en mode négatif (Micromass ZQ). Les analyses ont été réalisées en phase reverse avec une colonne C18 (5 µm, 250 x 4.6 mm) (Alltech, Italie). La température a été maintenue à 25°C avec un four de fléau (Hitachi L-2300, Italie) et le volume d'injecteur choisi était 20 µl. Les solvants utilisés sont de qualité HPLC et le débit est fixé à 1 ml/min. Les conditions chromatographiques consistent en un gradient ACN/HCOOH 2.5% avec le gradient suivant : 0 mn: 5% B; 10 mn: 15% B; 30 mn: 25 % B; 35 mn: 30% B; 50 mn: 90% B; ensuite laisser pendant 7 mn: 100% B.

Le détecteur UV à barrette diode (DAD) est réglé sur les signaux entre 190 nm et 800 nm en plaçant le détecteur à 330 nanomètres pour les acides cinnamiques et à 340 nanomètres pour les flavonoïdes. Des chromatogrammes d'ion total (TIC) ont été saisis en mode négatif, utilisant une tension de cône de -20 V avec un balayage des masses entre 1500 et 1800 éléments de m/z.

Les autres paramètres utilisés pour la saisie des TIC étaient :

- Tension capillaire : 2.75 kilovolts
- Température de source: 150°C

- Température de dissolution: 280°C.
- Écoulement de gaz (L/hr) : 400 (dissolvation) et 210 (cône).

Les données rassemblées ont été traitées par un logiciel de masse Lynx (v. 4.00) (Waters Milan, Italie).

La quantification des métabolites des extraits aqueux et méthanoliques de plante a été effectuée à l'aide d'un appareil Dionex P580 équipé d'une pompe à haute pression binaire, un détecteur d'alignement de la photodiode PDA-100, un compartiment de fléau de TCC-100 thermostatés et un injecteur ASI-100 automatisé témoin. Les données rassemblées ont été traitées par un système de gestion de l'information de chromatographie Chromeleon (v. 6.70). Des passages chromatographiques ont été exécutés en utilisant les mêmes conditions expérimentales précédemment décrites. La quantification a été effectuée à 330 nanomètres pour les dérivés d'acides chlorogéniques et de verbascoside utilisant des courbes d'étalonnage établies avec de l'acide chlorogénique et le verbascoside (coefficient de corrélation $R^2 = 0.9992$ et $R^2 = 0.9998$, respectivement). La même longueur d'onde a été employée pour quantifier l'apigénine et ses dérivés (apigénine en tant que norme externe, $R^2 = 0.9999$). La lutéoline et les métabolites relatifs ont été mesurés à 340 nanomètre utilisant la lutéoline elle-même pour accumuler la courbe d'étalonnage ($R^2 = 0.9999$).

III.4.6. Activité antioxydante

IV.3.6.1. Test au DPPH

- Principe

La molécule de 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) est un radical libre stable, largement utilisé pour évaluer l'activité antioxydant de différents composés (WOJDYLO *et al.*, 2007) dont la solution possède une coloration violette et une absorption caractéristique à 517 nm. Quand une solution de DPPH est mélangée avec une substance donneuse d'atome d'hydrogène, antioxydant, il y a formation de la forme réduite (Figure 19). ceci provoque la perte de la coloration violette en coloration jaune (MOLYNEUX, 2004) caractérisée par une bande d'absorption dans le visible à 517 nm (BRAND *et al.*, 1995). La réaction primaire est :

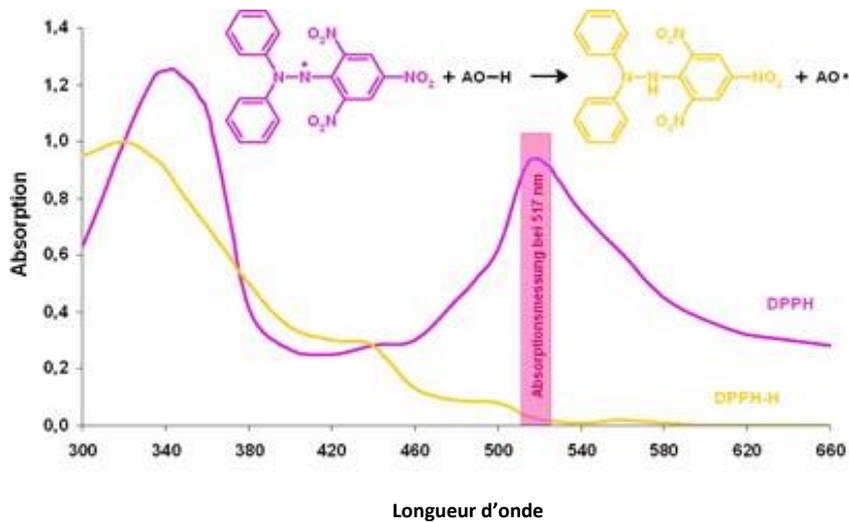


Figure19: Schéma de transformation du DPPH de sa forme active à celle inactive (MATKOWSKI, 2008).

- Protocole expérimental

Dans des tubes on introduit 2.5 ml de chaque extrait (0.1mg/ml) et 1ml de la solution méthanolique au DPPH (0.3 mM), après agitation au vortex, les tubes sont placés à l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes. La lecture est effectuée par la mesure de l'absorbance à 517 nm (Spectrophotometer UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan) (MAATAOUI, 2006).

IV.3.6.2. Expression des résultats

Les résultats peuvent être exprimés en tant qu'activité anti-radicalaire où l'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I %) en utilisant la formule suivante :

$$\% = [1 - (\text{Abs échantillon} - \text{Abs contrôle négatif})] \times 100$$

% : pourcentage de l'activité anti-radicalaire

Abs Échantillon : absorbance de l'échantillon

Abs Contrôle négatif : absorbance du contrôle négatif

Le contrôle négatif est composé de 1 ml de la solution méthanolique au DPPH et de 2,5 ml de méthanol (**Lopes-Lutz, 2008**). Plusieurs concentrations ont été testées (2,5 mg/ml – 20 mg/ml) jusqu'à l'obtention de la concentration idéale de l'extrait.

CHAPITRE IV
SYNTHESE

L'objectif de notre travail était l'étude phytochimique de l'armoise blanche de la région de Boussaâda ainsi que l'étude de son activité antioxydant vis-à-vis des extraits aqueux et méthanolique. Malheureusement et suite à l'état de la pandémie du Covid-19 on n'a pas eu l'occasion de fait le côté pratique a part la première étape du travail qui est la collecte et le séchage du matériel végétal ; Vu cela on s'est intéresser de faire une synthèse des résultats de quelque chercheurs qui ont les même objectifs que les notes avec des extraits et des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* via des thèses et des articles.

IV.1. Screening phytochimique

NIA(2018), a fait le screening phytochimique de trois extraits (éthérique éthanolique et aqueux) sur six plantes étudiées, parmi ces plantes l'*Artemisia herba alba*.

Les résultats obtenus par NIA (2018) (Tableau 6), montre que les polyphénols étaient présents seulement dans l'extrait éthanolique. Quant aux alcaloïdes, ces molécules étaient absentes dans tous les extraits et les saponines sont présent que dans l'extrait Aqueux et les terpènes sont trouver dans tous les extraits d'*Artemisia herba alba*.

Tableau 6 : Screening phytochimique des trois extraits d'*Artemisia herba alba*.

Espèce	Alcaloïdes			Polyphénols			Saponines			Terpènes		
	E	Et	A	E	Et	A	E	Et	A	E	Et	A
<i>A. herba-alba</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	++	+	+

(+) : positive, (-) : négative. E : éthérique, Et : éthanolique, A : aqueux. (NIA, 2018)

DIF et al.(2016), ont étudié aussi le criblage phytochimique de différents extraits de parties aériennes d'*Artemisia herba-alba* (Tableau 7). Ils ont trouvé qu'il y'a une présence de tous les composants sauf les tannins Catechiques dans l'extrait méthanolique et qu'il y'a une absence des terpenoids et des tannins catéchiques dans l'extrait éthanolique par contre pour l'extrait hexanique il y'a une présence de ces deux derniers et absence de tous les autres composants.

Tableau 7 : Screening phytochimique des trois extraits *d'Artemisia herba alba*.

	Extrait méthanolique	Extrait éthanolique	Extrait hexanique
Terpenoids	+	-	+++
Phenols	+	+	-
Flavonoids	+++	+++	-
Proanthocyan	+++	++	-
Tannins	+++	+++	-
Tannins catéchiques	-	-	+++

(+) : positive, (-) : négative.

(DIF *et al.*, 2016)

Les travaux de ces deux recherches montrent la présence des constituants phytochimiques, c'est-à-dire des terpénoïdes, des flavonoïdes, des tanins et des phénols sont présents dans l'*Artemisia herba alba*.

IV.2. Etude phytochimique

Les composés phénoliques (acides phénoliques, tannins et flavonoïdes) forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes (HADJ SALEM, 2009), et comme la majorité de leurs effets pharmacologiques est due à ces substances ; un dosage des polyphénols totaux d'extrait méthanolique a été effectué sachant que le méthanol a été recommandé et fréquemment employé pour l'extraction des composés phénoliques (FALLEH *et al.*, 2008).

IV.2.1. Taux des phénols totaux

Dans l'étude de BOUDJELAL (2013), la teneur en composés phénoliques de l'extrait méthanolique a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (Figure 20) et exprimé en milligramme par millilitre d'extrait équivalent en acide gallique (mg EAG/ ml E). Les résultats obtenus sont présentés dans le (Tableau 8).

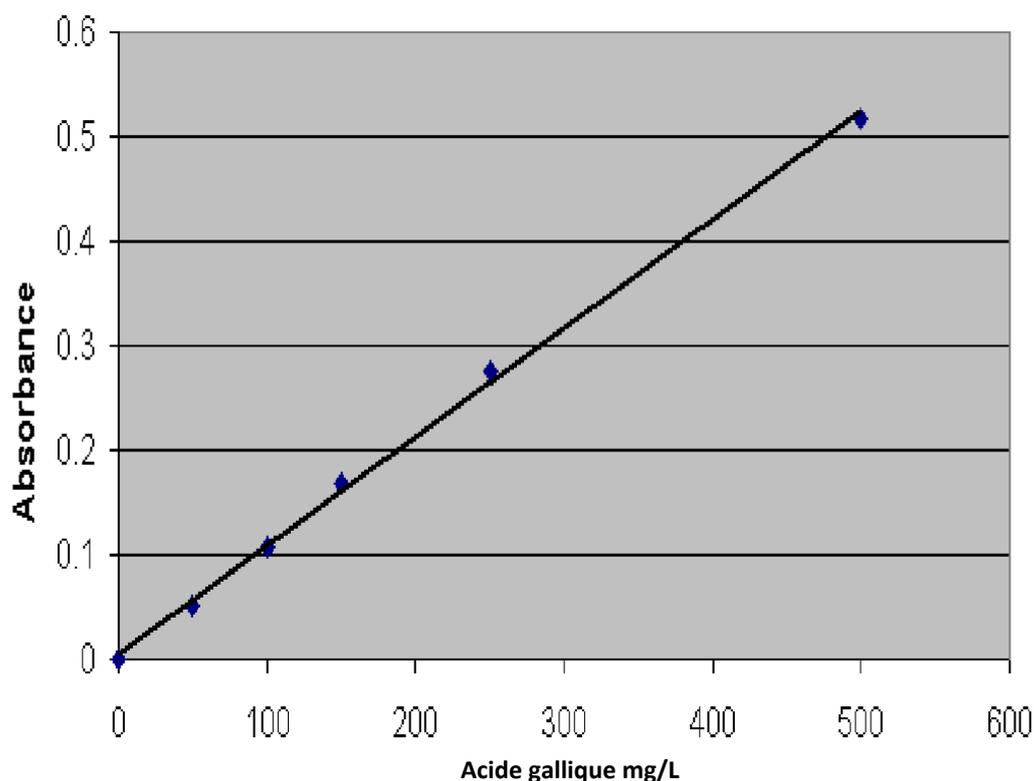


Figure 20 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (BOUDJELAL, 2013).

Tableau 8 : Teneur en phénols totaux d'extraits méthanolique d'*Artemisia herba alba*.

Extraits	Teneur en polyphénols(mg EAG/ml E)
<i>Artemisia herba alba</i>	25.34 ± 0.69

(BOUDJELAL, 2013)

D'après ces résultats l'extrait méthanolique de l'*Artemisia herba alba* est riche en polyphénols (25.34 ± 0.69 mg EAG / ml E). La teneur en polyphénols totaux de l'extrait d'*Artemisia herba alba* obtenue lors de cette étude est comparable à celle obtenue par d'autres auteurs (SEFI et al., 2010).

L'utilisation combinée de la chromatographie en phase liquide (LC) couplée avec l'UV-Visible et le détecteur à barrettes diode ainsi que la spectrométrie de masse (MS) et l'ionisation à pulvérisation électronique (ESI) est à ce jour un outil puissant

qui permet l'acquisition d'importantes données analytiques, à savoir les spectres UV-vis et les masse pour obtenir des indications fondamentales sur la nature chimique des composants d'extraits de plante étudiée.

DIF et al., (2016), ont fait une étude sur la quantification des composés phénoliques des parties aériennes d'*Artemisia herba alba* dans la région d'El-Bayad, en utilisant plusieurs extraits (Extrait éthanolique, méthanolique, hexanique).

D'après les résultats obtenus durant cette étude (**Tableau 9**), on remarque que la concentration en composés phénoliques et en tanins condensés la plus élevée a été observé chez l'extrait éthanolique ($279.734 \pm 3,906$ mg / ml, $33,500 \pm 0,000$), alors que l'extrait méthanolique était le plus riche en flavonoïdes totaux ($234,450 \pm 2,755$ mg/ml).

Tableau 9 : Quantification des composés phénoliques de différents extraits de parties aériennes d'*Artemisia herba alba*.

	TPC (mg / ml)	CTC (mg / ml)	TFC (mg / ml)
	Moyen	Moyen	Moyen
Extrait éthanolique	$279,734 \pm 3,906$	$33,500 \pm 0,000$	$209,169 \pm 0,918$
Extrait méthanolique	$43,614 \pm 0,623$	$20,182 \pm 1,928$	$234,450 \pm 2,755$
Extrait hexanique	$63,858 \pm 3,220$	$11,242 \pm 2,099$	$183,801 \pm 5,133$
TPC : concentration total des phénols CTC : concentration des tanins condensés TFC : concentration total des flavonoïdes			

(DIF et al., 2016)

Les résultats obtenus par **LAOUNI et al. (2018)** sur la quantification de la teneur phénolique totale d'*Artemisia herba alba* en utilisant différents techniques d'extraction (**Tableau 10**), montre que les quantités les plus élevées de composé phénolique, de flavonoïdes, de tanins condensés et d'anthocyanine sont enregistré chez la technique d'extraction classique par macération.

Artemisia herba

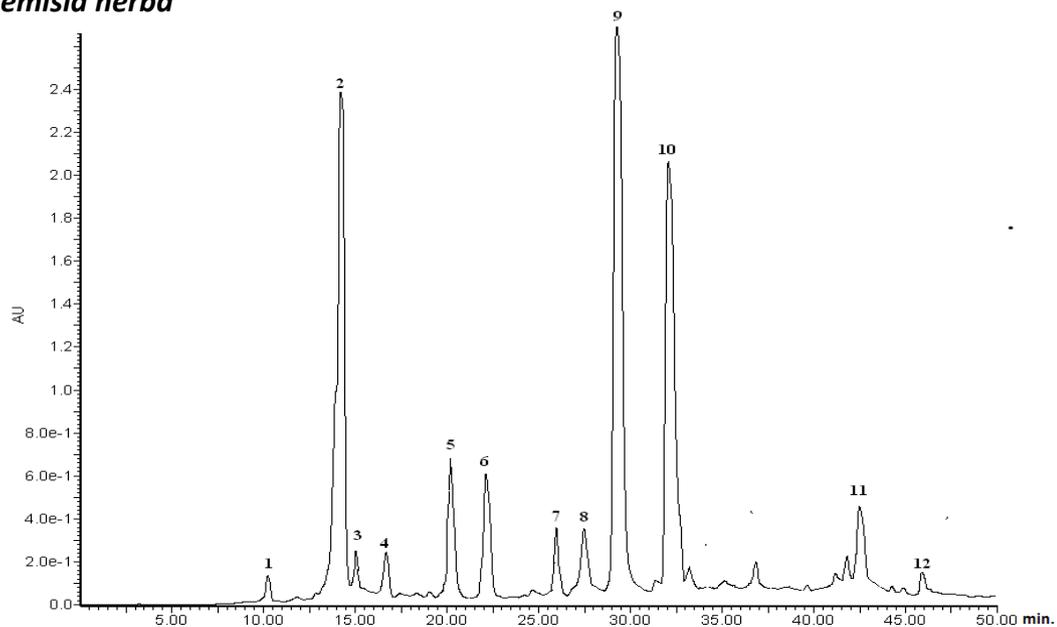


Figure 21: Chromatogramme LC/MS de l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* à 330 nm (BOUDJELAL, 2013).

Artemisia herba

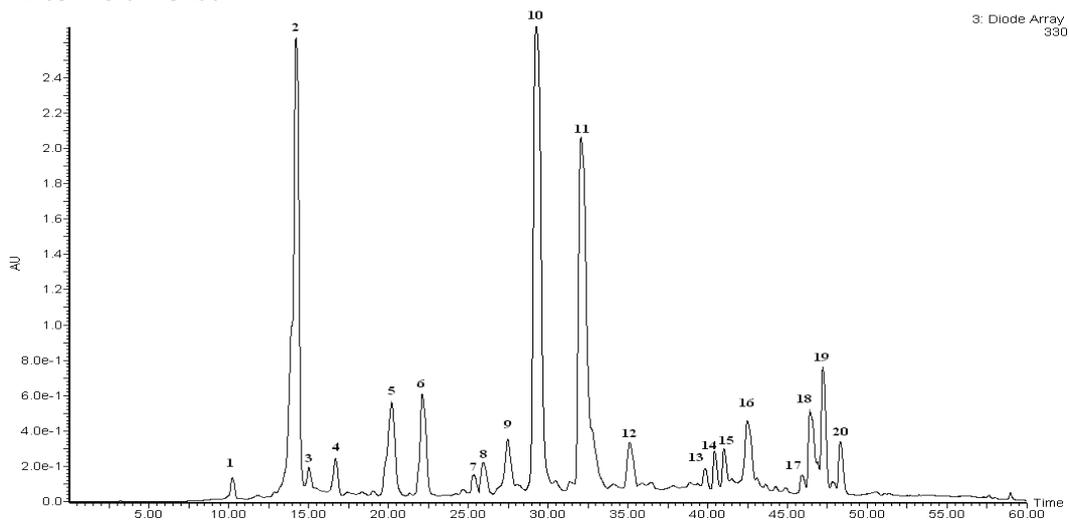


Figure 22 : Chromatogramme LC/MS de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* à 330 nm (BOUDJELAL, 2013).

Tableau 11 : Composition des extraits aqueux et méthanolique d'*A. herba alba*.

Pics	Composés	Extrait aqueux	Extrait méthanolique
1	acide 3-caféoyl-quinique	+	+
2	acide 5- caféoyl-quinique (chlorogénique)	+	+
3	acide 4- caféoyl-quinique	+	+
4	vicenine 2 (apigénine 6,8 di-C-glucoside)	+	+
5	acide 5- <i>p</i> -coumaroyl- quinique	+	+
6	acide 4-feruloyl- quinique	+	+
7	lutéoline di-glucoside	-	+
8	vitexine (apigénine 8-C-glucoside)	+	+
9	acide 3,4 dicaféoylquinique	+	+
10	acide 3,5 dicaféoylquinique	+	+
11	acide 4,5 dicaféoylquinique	+	+
12-15	dérivés de masse élevée des acides cinnamoylquiniques	-	+
16	Diosmétine	+	+
17	apigénine (aglycone)	+	+
18-20	dérivés de polyméthoxy apigénine et lutéoline	-	+

(BOUDJELAL, 2013)

La composition des deux types d'extraits ne diffère pas beaucoup et montre une richesse en polyphénols. Le chromatogramme peut être divisé en deux parties : la première, de 15.00 à 33.00 min ou les polyphénols (composants majeurs) s'éluent tandis que les flavonoïdes (composants mineurs) au nombre de 14 apparaissent dans l'intervalle entre 35.00 et 55.00 min. Les acides caféoyl quiniques, en particulier, la 5-caféoyl quinique (acide chlorogénique), les acides 3,5 et 4,5-dicaféoyl quiniques, sont

les principaux composants (qualitativement et quantitativement) des deux extraits et représentent environ 70% de l'extrait total. Dans ces extraits, les flavonoïdes sont présents à moindre mesure par rapport aux acides caféoyl quiniques, sont représentés par deux C-glycosides (vicenine 2 et vitexine) et par diosmétine et apigénine. Dans l'extrait méthanolique, les quatre composants liés aux pics 12-15, sur la base de données de la spectrométrie de masse, peuvent être considérés comme des dérivés tri et tétra de l'acide cinnamoyl-quinique. Si on les compare le profil des deux extraits, il faut souligner l'absence des pics attribués aux dérivés de l'apigénine et lutéoline méthoxylés (voir pics 18-20 du l'extrait méthanolique). Ces composants seraient probablement des résidus de la procédure d'extraction méthanolique (**BOUDJELAL, 2013**).

IV.2.2.1. Analyses qualitatives et quantitatives des huiles essentielle d'*Artemisia herba alba*

Dans l'étude de **LAKEHAL (2016)**, la composition chimique de huile essentielle de l'armoise blanche de la région de Djelfa a été identifiée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM), D'après le **tableau 1 en annexe1** les composés majoritaires de l'HE sont : le camphre (39,5%), le chrysanthénone (10,38%) et le 1,8-cinéole (8,6%) pour l'huile essentielle de l'armoise blanche.

Une autre étude menée par **MELIANI (2016)** sur l'identification de la composition chimique de huile essentielle de l'armoise blanche de la région de M'sila par CPG/MS a permis de déterminer les composants dominants de l'HE d'armoise blanche (**tableau 2 en annexe 1**) à savoir le camphre (34,5%), chrysanthénone (14,7%), 1,8-cinéole (9,2%), camphène (8,3%), α -thujone (7,3%) et le bornéol (4,7%).

IV.3. Activité antioxydant

La méthode DPPH a été choisie, en raison de sa simplicité, rapidité, sensibilité et de sa reproductibilité, mais aussi parce que les mesures IC₅₀ exprimées en mg/ml sont comparables entre elles et non pas seulement à celle d'une référence.

L'inhibition du DPPH radicalaire a été évaluée pour l'extrait de la plante, les résultats de **BOUDJELAL (2016)** sont présentés dans le **Tableau 12**. Une valeur faible d'IC₅₀ indique une activité antioxydante forte. Le pourcentage d'inhibition (%) pour l'extrait méthanolique a été calculé. La valeur d'IC₅₀, la concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du DPPH radicalaire, a été calculée par régression linéaire de pourcentage d'inhibition calculée en fonction de la concentration d'extrait préparé.

Tableau 12 : Activité antioxydant des extraits méthanoliques d'*Artemisia herba alba*.

Extraits	IC ₅₀ /DPPH (mg/ml)
<i>Artemisia herba alba</i>	0.56 ± 0.2

(**BOUDJELAL, 2013**)

Dans cette étude ils ont comparé l'activité antioxydant d'*Artemisia herba alba* avec d'autres espèces. L'activité anti-radicalaire d'extrait est donc relativement dépendante de la teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes.

On remarque que *Artemisia herba alba* donne une résultat moyenne de l'activité antioxydante malgré sa richesse en polyphénols, ceci est peut-être dû à la méthode de dosage des polyphénols totaux choisie qui ne donne pas une teneur exacte de l'extrait (**WU et al., 2004**).

Les résultats de **LAOUINI et al. (2018)**, sur la capacité de piégeage de DPPH de l'extrait éthanolique obtenu par différentes méthodes à partir d'*Artemisia herba alba* sont illustrée sur la **figure 23**.

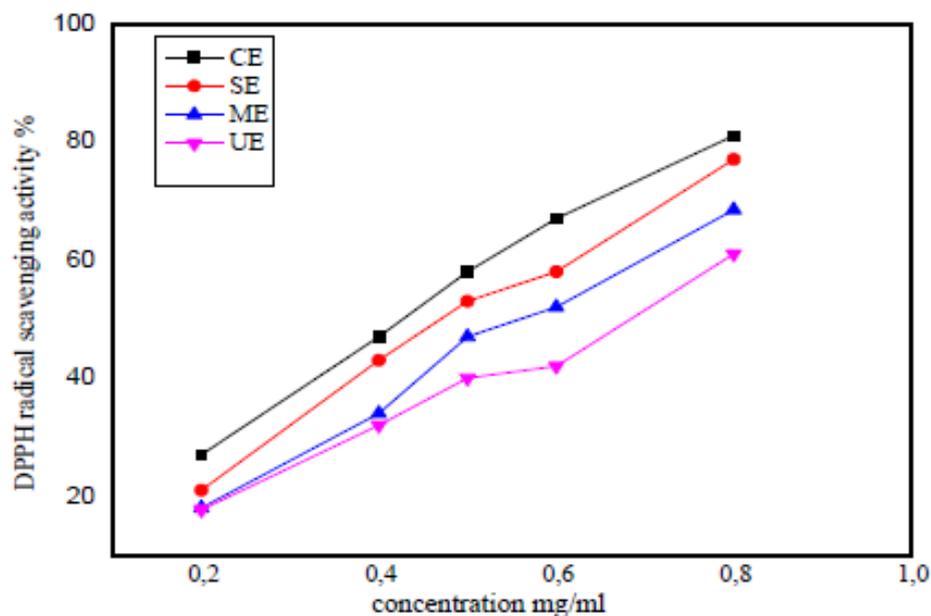


Figure 23 : Activité antioxydante de l'extrait éthanolique CE, SE, ME et UE d'*Artemisia herba-alba* contre les radicaux DPPH (LAOUINI *et al.*, 2018).

La plus forte activité de piégeage a été observée en CE suivi de SE avec l' IC_{50} valeurs de $0,31 \pm 0,02$ et $0,51 \pm 0,03$ mg / ml respectivement. L'ordre suivant d'inhibition des radicaux libres:

Extrait classique > extraits de Soxhlet > extraits assistés par micro-ondes > extraits ultrasoniques.

La valeur intermédiaire est trouvée pour le ME ($IC_{50} = 0,62 \pm 0,02$ mg / mL) et alors que l'UE affiche la réponse la plus faible dans ce test UE ($IC_{50} = 0,72 \pm 0,05$ mg / mL). La corrélation DPPH' entre la capacité de piégeage et le contenu phénolique total rapporté par plusieurs études. Dans ce cas, une corrélation entre l'inhibition des radicaux libres et la concentration phénolique est observée (TURCZ *et al.*, 2014).

DIF et al.(2016),ont étudié l'activité antioxydant de différents solvants d'*Artemisia herba alba*(**Tableau 13 ; Figure1 en Annexe 2**)et ils ont comparé les résultats avec autres résultats des déférents espèces d'*Artemisia*. Ils ont atteint que l'*Artemisia herba alba* à une moyenne activité antioxydant.

Tableau 13 : IC₅₀ de différents extraits de parties aériennes d'*Artemisia herba alba*.

	Activité antioxydante
	IC ₅₀ (mg / ml)
Extrait éthanolique	0,168
Extrait méthanolique	0,087
Extrait hexanique	11 114

(DIF et al., 2016)

Ces résultats concernant l'activité antioxydant de l'armoise blanche sont proches à ceux obtenus par **BOUDJELAL(2013)**.

CONCLUSION

La découverte de ressources naturelles du règne végétal reste capitale pour la mise au point de nouveaux remèdes thérapeutiques.

La présente étude a porté sur l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante de l'*Artemisia herba alba* qui appartient à la famille des Astéracées, une des familles les plus importantes et les plus utilisées par les thérapeutes traditionnels.

A cause de la pandémie (Covid-19) on n'a pas pu réaliser la partie pratique de notre étude (sauf l'étape récolte et séchage du matériel végétal), pour cela nous sommes intéressés par l'analyse d'un certain nombre de thèses et d'articles qui ont les mêmes objectifs que les nôtres en utilisant différents extraits (aqueux, méthanoliques, éthanoliques, ...etc) ainsi que les huiles essentielles pour l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante de l'armoise blanche.

D'après les résultats obtenus par ces auteurs on peut conclure que :

- Le criblage phytochimique de l'armoise blanche permis de mettre en évidence la présence de différents métabolites secondaires en particulier des polyterpènes, polyphénols, tanins catéchiques et des composés réducteurs qui leur confèrent les propriétés antioxydantes.

Le test de piégeage du radical DPPH a montré que l'extrait méthanolique de l'*Artemisia herba alba* a un pouvoir antioxydant moyen malgré sa richesse en polyphénols. Une exploitation de leurs propriétés antioxydantes implique une recherche plus poussée de ses principes actifs.

- La composition des deux types d'extraits méthanolique et aqueux ne diffère pas beaucoup et montre une richesse en polyphénols donc ils ont permis d'obtenir un rendement d'extraction relativement élevée.

La plante *Artemisia herba alba* est donc une source potentielle d'antioxydant naturel qui peut être utilisé dans plusieurs domaines.

En perspective, orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies et complémentaires des activités biologiques des plantes (composé polyphénoliques et flavonoïdes) en général. Ouvrir des pistes dans la compréhension de la relation structure-activité en particulier, afin de déterminer de

nouvelles substances bioactives naturelles pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques et de montrer aussi leur importance et la possibilité de leur exploitation dans certains domaines : pharmaceutique, cosmétique, insecticide et alimentaire.

LES REFERENCES

- Abed L., 1997. "La plante médicinale de la tradition à la science", Edition Michel Grancher, France, p 120-140.
- AFNOR., 1986. Association Française de Normalisation, Recueil de Normes Française « huile essentielles ». Paris.470p.
- Aidoud A., 1983. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-oranais. Phytomasse, productivité primaires et applications pastorales. Thèse 3ème cycle .Univ Sci Tech H. Boumediene Alger, 245p.
- Aidoud A., 1988. Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) : caractères généraux. Biocénose : Bulletin d'écologie terrestre. CRBT. Alger, Tome 3 .N° 12.
- Aidoud A., 1989. Les écosystèmes Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso). II: Phytomasse et productivité primaire. Biocénoses, 1-2 : 70-90.
- Al-eisawi D. M., 1998. Field guide to wild flowers of Jordan and neighbouring countries in Commercial Press (Al Rai), Amman, Jordany. 120-134.
- Asgarpanah J. et Kazemivash N., 2012. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Coriandrum sativum* L. African Journal of Pharmacy and Pharmacology 6(31): 2340-2345.
- Athamena S., Chalghem I., Kassah-Laouar A., Laroui S. et Khebri S., 2010. Activité anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. Lebanese Science Journal, 11 (1): 69-81.
- Bagre I., Bahi C., Gnahoué G., Djaman A. J et Guede G F., 2007. Composition phytochimique et évaluation in vitro de l'activité antifongique des extraits des feuilles de *Morinda morindoides* Baker (Milne-redhead) (Rubiaceae) sur *Aspergillus fumigatus* et *Candida albicans*. J. sci. pharm. biol 8(1): 15-23.
- Bakkali F., Averbeck S., 2008. Biological effects of essential oils -A review in science direct Food and Chemical Toxicology, n.46, p.446-475.
- Baba-aïssa F., 2000. Encyclopédie des Plantes Utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb, Substances Végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. EDAS Algérie. 65-88.

Bendahou M., 1991. Traité de la phytothérapie et d'aromathérapie. Tome I, l'aromatogramme. 32-45.

Bendjilali B., 1980. Rivista Italiana. Eppos. P. 62, 69-74.

Benjilali B., Richardet Liddle P., 1984. Congrès International du soc. Ital. Phyto. ,131-156.

Benmansour N. et 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. P. 54-70.

Bezza L. et Mannarino A., 2010. Composition chimique de l'HE d'artemesia herba-alba provenant de la région de Djelfa (Algérie) in springer-verlag phytothérapie, n.8, p. 277-281.

Bezza L., Mannarino A., Fattarsi K., Mikail C., Abou L., Hadjminaglon F. et Kaloustian J., 2010. Chemical composition of the essential oil of Artemisia herba alba from the region of Biskra (Algeria). Phytotherapy. ; 277-281.

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. Doctorat en Sciences. Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar Annaba, p 34-57.

Boumar R., Rebbas Kh., Ghadbane M., Dahia M., 2016. Study of floristic diversity of urban ecosystems under the urban influence, the case of bousaada city, Algeria. Scholar Research Library, 8(5),103-112.

Boutayeb A., 2013. Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales. Thèse de doctorat .Université Ibn Tofail. P.102-130.

Bouzidi N., 2016. Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « Artemisia herba alba Asso » Université Mustapha Stambouli de MASCARA. P 4.

Brand-Williams W., Cuvelier M. E. et Berset C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie, (28), p 25-30. Breckle S.W., 1983. Temperatedeserts and semideserts of Afghanistan and Iran.

In : West NE (ed) Temperatedeserts andsemideserts. Ecosystems ofthe world,Elsevier/Amsterdam. vol.5 :271–319.

Bruneton J., 1993. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales. Tec &Doc.Lavoisier, Paris, 2ème édition, 915 p.

Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition. Edition tec & doc, Paris, P. 783-823.

Burt S., 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential application in Foods.A review intern : J. Food. Microbiol. 94: 223-253.

Carson C., Rilley T. et Bosque F., 2002.Antimicrobial activity of the major components ofessential oil of *Malaleuca alternifolia*. J.Appl. Bacteriol. 78: 264-269.

CruzM., DominguezJ., Dominguez H. et Parajo C., 2001.Antioxidant and antimicrobial effects of extracts from hydrolysates ofligno cellulosic materials. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 49(5):2459-2464.

Dahmani H., 2004. Extraction et analyse d’huiles essentielles d’Armoise blanche Algérienne. Magister, U.S.T.H.B. P. 86-93.

Dasilva J., 2004. Mining the essential oils of the Anthemideae. African Journal of Biotechnology December Vol. 3 (12), P.706-720.

Daferera D., Ziogas B. et Polissiou M., 2003. The effectiveness of plant essential oils onthe growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp.*michiganensis*. Crop. Protection. 22 :39–44.

Deysson G., 1976. Organisation et classification des plantes vasculaires. 2emeédition . Paris,382P.

Dif F., Benali T. H., Boukaaza F., Mokaddem M., Benyahia S., Bouazza H., 2016. Teneur en composés phénoliques et activité antioxydante d’*Artemisa herba-alba* d’une région aride algérienne. Phytothérapie : 10(9) 3-4.

Di-Pietro M., 2004. Régulation des aquaporines et réponse des racines d'arabidopsis thaliana a des stimuli abiotiques et nutritionnels.66-82.

Djebaili S., Djellouli Y. et Daget P, 1989. Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens. Fourrages. 120 : 393-400.

Dohou N., Yamni K., Gmira N. et Idrissi Hassani L.M., 2003. Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine Thymelaealythroïdes, Bull. Soc. Bordeaux. p142, 61-78.

Duke J., 1992. Handbook of phytochemical constituents of grass herbs and other economic plants. Boca. Raton, FL. CRC Press.

Duquenois P., 1982. Les médicaments aromatiques, leur caractère, leur contrôle, Phytothérapie.21-33.

Dreux P., 1980. Précis écologie .paris : presses. 213p.

Ekren S., Yerlikaya O., Tokul E., Asli A. et Açu M., 2013. Chemical composition, antimicrobial activity and antioxidant capacity of some medicinal and aromatic plant extracts. African Journal of Microbiology Research 7(5): 383-388.

Elhaib A., 2011. Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse de doctorat. Université de Toulouse, P. 320-327.

Essawi T. et Srour M., 2000. Screening of some palestinian medical plants for antibacterial activity. Journal of Ethnopharmacology, 70: 343-349.

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.

Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M. and Abdelly C., 2008. Phenolic composition of Cynara cardunculus L. organs, and their biological activities .C. R. Biologies. 331: 372-379.

Fabrocini V., 1999. comment se soigner avec l'aromathérapie, éditions de vecchi S.A, paris, 7p.

Fenardji F., Klur M., Furlon C. et Ferrando R., 1974.White Artemisia (Artemisia herba-alba L.). Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 27(2):203-6.

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.

Franchomme P. et Penoël D., 1990. L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jallois éditeur. Limoges. 445p.

Georgé S., Brat P., Alter P. and Amiot M. J., 2005. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant - derived products. *Journal of agricultural and food chemistry* 53:1370-1373

Goetz P., 2004. Plaidoyer pour la tisane médicinale, *Phytothérapie*, 1, 8-15.

Guerin-Fauble V. et Carret G., 1999. L'antibiogramme, principes, méthodologie, intérêt et limites. Journées Nationales GTV- INRA. P. 142-158.

Guignard J. L., Cosson L. et Henry M., 1985. Abrégé de phyto-chimie. Masson, Paris, p. 175-191.

Guignard J. L., Cosson L. et Henry H., 1995. Abrégé de phytochimie ; Hasson. 224p.

Gurib-Fakim A., 2006. Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*. 27: 1-93.

Hadj Salem J., 2009. Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acyles de ces molécules par voie enzymatique. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine. France. P43.

Handa, S.S., Khanuja S.P.S., Longo G. et Rakesh D., 2008. Extraction technologies for medicinal and aromatic plants. Trieste: ICS UNIDO.

Harrar A., 2012. Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas de Sétif, Algérie, 73p.

Heath H.B., 1981. Source book of flavours, Elsevier 1st edition, London, P. 151-172.

Hellal Z., 2011. Contribution à l'étude des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des citrus. Application sur la sardine (*sardina pilchardus*). Thèse de magister en biologie. UMMTO, 8p.

- Humadi S S. et Istudor V., 2008. Quantitative analysis of bio-active compound in *Hibiscus sabdariffa* L. Extracts note I quantitative analysis of flavonoids. *Farmacia* 6: 699-707.
- Kaabeche M., 1990. Les groupements végétaux de la région de Boussaâda (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse de doctorat. Université de Paris sud, Centre d'essai, 104p.
- KADIRI M., 2005. Analyse urbaine de la ville de Boussaâda, mémoire d'ingénieur EPAU. P. 66-83.
- Kalembe D. et Kunicka A., 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10 : 813-829.
- Khaldi A., Meddah B., Moussaoui A. et Benmehdi H., 2012. Screening phytochimique et effet antifongique de certains extraits de plantes sur le développement in vitro des moisissures. *European Journal of Scientific Research* 80(3): 311-321.
- Kim M., Bae S., Kim Y., Cho C., Kim J., Kim Y., Lee S., Kim. H., Hwang Y., Kang S. et Lee W., 2013. Vitamin C prevents the stress-induced damages on the heart caused by the death of cardiomyocytes, through the down-regulation of the excessive production of catecholamine, TNF- α and ROS production in *Gulo(-/-)* Vit C-Insufficient. *Free radical biology and medicine*. [Http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.07.023](http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.07.023).
- Kosalec I. et Bakmaz M., 2004. Pepeljnjak S. and Vladimir-Knezevic S. Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta. Pharm* 54: p 65-72.
- Kraft K. et Hobbs C. 2004. *Pocket Guide to Herbal Medicine*. Thieme, Stuttgart, New York. 16p.
- Lakehal s., 2016. Extraction et caractérisation des composés secondaires de deux plantes : armoise blanche (*artemisia herba-alba* asso.) et romarin (*rosmarinus officinalis* l.) de la région de djelfa. Effets thérapeutiques et biopesticides. Mémoire de magister. Agro-ressources. Université blida 1, p74.
- Laouini SE., Kelef A., Ouahrani MR., 2018. Free radicals scavenging activity and phytochemical composition of *artemisia (herba-alba)* extract growth in Algeria. *J. Fundam. Appl. Sci.* 10(1), 268-280.

Lamina S., Ezema C., Theresa A. et Anthonia U., 2013. Effects of free radicals and antioxidants on exercise performance. *Oxidants and Antioxidants in Medical Science* 2(2): 83-91.

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.

Leybros J. et Frémeaux P., 1990. "Extraction solide-liquide aspects théoriques." techniques de l'ingénieur, traité Génie des procédés J1 077 06

Liochev S., 2013. Reactive oxygen species and the free radical theory of aging. *Free Radical Biology and Medicine* 60: 1-4.

Lopes-Lutz D., Alviano S. D., Alviano C.S. et Kolodziejczyk P. P., 2008. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. *Phytochemistry*, 69:1732-1738.

Lüttge U., Kluge M. et Bauer G., 1992. Botanique: traité fondamental (traduction française). Ed. Tec. & doc. Lavoisier, Paris, p. 205-218.

Maataoui B.S., Hmyene A., and Hilali S. 2006. Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*). *Lebanese Science Journal*, 7(1):3-8.

Makkar H. P. S., Siddhuraju P. et Becker K., 2007. Methods in molecular biology, *Methods Mol Biol.* 2007;393:1-122.

Matkowski A., Tasarz P. et Szypuła E., 2008. Antioxidant activity of herb extracts from five medicinal plants from Lamiaceae, subfamily Lamioideae. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2 (11): 321-330.

Meliani A., 2016. Secondaires de deux plantes : armoise blanche (*artemisia herba-alba* asso.) et romarin (*rosmarinus officinalis* l.) de la region de m'sila : effets therapeutiques et biopesticides. memoire de magister. Agro-ressources. universite blida 1, p55.

Mengel P., Beh D., Bellido G. et Monpon B., 1993. VHMD: extraction d'huile essentielle par micro-ondes. *Parfums Cosmétiques Arômes* .1993, 114, 66-67

- Merghem R, 2009. *Eléments de biochimie végétale*. Bahaeddine Editions: 95-121.
- Mohamed A., Magdi H., El-Sayed A., Hegazy M., Helaly¹ S., Esmail A. et Mohamed NS., 2010. Chemical Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba-alba*. *Rec. Nat. Prod.* 4:1 1-25.
- Molyneux P. et Songklanakarin J., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Sciences Technology*, Vol 26 (2), p 211-219.
- Moroburonzo A., 2008. *grand guide de l'huile essentielle, hachette pratique*, France, p 13, 23.
- Murry R., Mendez J. et Brown S., 1982. *The natural coumarins Occurrence Chemistry and Biochemistry*. Ed. Chichester John Wiley and Sons, UK. New York. England. 702 p.
- Brahmi N., Aribi M., Sari B., Philippe k. et Nablum A., 1989. *Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, tome I*. Ed. MAB (Faculté des sciences de Tunis). 186-188 p.
- Nacib Y., 1986. *Culture oasiennes Bou Saada*. Alger : *Essai d'histoire sociale ENAL*. 196P
- Nia B., 2018. *Effets des extraits phénoliques sur le potentiel biotique du puceron vert du pêcher (Myzus persicae Sulzer, 1776) (Homoptera : Aphididae)*. Thèse de doctorat. Sciences Agronomiques. Université Mohamed KHIDER Biskra, 52p.
- Nee S., 2009. *Nationale. Eau et environnement avec la direction de l'environnement .wilaya De M'sila, Scu de l'aire urbaine de Bou Saada : mission I délimitation du périmètre de l'étude*, 66P.
- Nostro A., Germano M.P., D'Angelo V., Marino A., Cannatelli M.A., 2002. Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Lettres en microbiologie appliqué*. 30(5), 379.
- Odile C. et Daniel R., 2007. *Botanique Pharmacognosie Phytothérapie*. 3^{eme} Edition, Wolters Kluwer France: 141.
- Ourcival J., 1992. *Réponse de deux chamaephytes de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations*. Thèse Doc. USTL, Montpellier, (1992) :167.

Ozenda P., 1985. Flore du Sahara Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique -Paris- 441p

Ozenda P., 1991. Flore et végétation du sahara. 3eme édition. CNRS Edition. Paris.662 P.

Paris M.et Hurabielle M., 1981. Abrégé de matière médicale (pharmacognosie). Tome 1. Masson, Paris, pp256-284

Patocka J. et Plucar B., 2003. Journal of Applied Biomedicine1 : 199–205, ISSN 1214-0287.

Pauli A., 2001. Antimicrobial properties of essential oil constituents. Int. J. Aromather. 11 :126-133.

PHARMACOPEE EUROPEENNE. 4ème édition. Conseil de l'Europe. Strasbourg, 2002. 2060p.

Pourra T., 1974. Propriétés éco physiologiques associées à l'adaptation d'*Artemisia herba-alba* Asso. plante désertique d'intérêt pastoral au milieu désertique. Thèse 3eme cycle Univ. Paris VI,135 p.

Privas E., 2013. Matériaux ligno-cellulosiques «Élaboration et Caractérisation laboration ». Thèse de Doctorat en Science et génie des matériaux, L'École Nationale Supérieure des Mines, Paris. France. 166 p.

Quenzel P. et Santa S.,1963.Nouvelles flores d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS Paris, ;1170p.

Quezel et Medail., 1995. in Benmokadem, N., “Contribution à l'étude des profils des huiles essentielles produites chez quelques espèces spontanées algériennes du genre *Artemisia*”, 76 p.

Rahili G., 2002. Les huiles essentielles et leur intérêt. La forêt algérienne n°4. Institut national de la recherche forestière. Bainem Alger, p.195-199.

Ramade F., 2003. Élément d'écologie-écologie fondamental .3eme édition. Paris : Dunod.864p

Ramade F., 2008. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Paris : Dunod.1152P.

Robinet F-G., 1951. Saponosides stéroïdes et triterpéniques de synthèse. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur ès Sciences Techniques, Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich, Suisse. P. 226-230.

Rolland Y., 2004. Actualités des lipides en cosmétique .Antioxydants naturels végétaux. OCL, Vol 11(6), p 419 - 424.

Saleh N., El-Nougoumy S., Abd-Allah M., Abou-Zaid M., Dellmonica G. e Chopin J.,1985.PHYTOCHEMISTRY 24(01): 201 203.

Sefi M., Fetoui H., Makni M. and Zeghal N., 2010. Mitigating effects of antioxidant properties of *Artemisia campestris* leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. Food and Chem. Toxicol. 48 : 1986–1993.

Segal R., Breuer A. et Feuerstein I., 1980.PHYTOCHEMISTRY 19(12): 2761 2762.

Segal R., Eden L., Danin A., Kaiser M. et Duddeck H., 1985. Phytochemistry (1985) 24,1381-1382.

Shen XL., Nielsen M., Witt MR., Sterner O., Bergendorff O. et Khayyal M., 1994. ZHONGGUO YAO LI XUE BAO.Sep, 15(5):385-8.

Smallfield B., 2001.Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary Purposes.Crop & Food Research, n.45, 4 p.

Stanković M. S., 2011.Total phenolic content, flavonoid concentration and antioxidant activity of *Marrubium peregrinum* L. extracts. Kragujevac Journal Science 33: 63-72.

Turcz Lu Z., Zong-cai T., Tao Y., Hui W., Zhi-feng F., Qing-hui W., Xiao-qin W., 2014. Optimisation des solvants, activité antioxydante et caractérisation chimique des extraits d'*Artemisia selengensis*. Cultures ind. Prod , 56 223–230.

Trabut L., 1988. Précis de botanique médicale, 2ème Ed, Masson et Cie Paris, 95p.

Vallès J. et Arthur MC., 2001. *Artemisia* systematic and phylogeny. USDA Forest Variétés Algériennes. Mémoire de Magister en Agronomie .Université de Tlemcen. P.122-132.

Valnet J., 1984. Aromathérapie traitement des maladies par les essences des plantes. Maloine S.A. France. 10, 23 – 178.

Vercauteren J., 2007. PLAN, Schéma, Formules du cours pharmacognosie. Université de Montpellier 1 laboratoire de pharmacognosie, 20, 87, 113, 187,

Vernin G., Merad O., Vernin G. M. F., Zamkotsian R.M., Párkányi C., 1995. GC-MS analysis of *Artemisia herba Alba* Asso essential oils from Algeria. In G. Charalambous (Ed.), Food flavors: Generation, analysis and process influence, Amsterdam, The Netherlands: Elsevier. p 147–205.

Vijayalakshmi R. et Ravindhran R., 2012. Preliminary comparative phytochemical screening of root extracts of *Diospyros ferrea* (Wild.) Bakh and *Aerva lanata* (L.) Juss. Ex Schultes. Asian Journal of Plant Science and Research 2(5): 581-587.

Voukou D., Kokkini S. et Bressiere J., 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece Distribution, volatile oil yield, and composition. Economy botanic. 42:407-412.

Werker E., Putievsky E. et Ravid U., 1985. The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. Journal Annals of Botany., 55, 793-801.

Wink M., 2010. Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites. 75p.

Wojdyło A., Oszmian'ski J. et Czemerys R., 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chemistry 105, p940-949.

Wu X., Beecher G. R., Holden J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt S. E. and Prior R. L., 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. J. Agricultural and Food Chem. 52 : 4026–4037.

Zenk H. et Juenger M., 2007. Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. Phytochemistry 68; 2757-2772.

Zohari M., 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. Gustav fisher

VerlagSwets&Zeitlingeréd.,Stuggart, Germany, 231p.

(<https://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=aromatherapie-huiles-essentielles-quotidien-d-ou-provient-l-huile-essentielle->)

(<https://dorossinet.blogspot.com/2016/11/extraction-separation-et-identification.html>).

(http://www.ethnopharmacologia.org/recherche-dans-prelude/?plant_id=640)

Annexe 1

Tableau1: Identification des principaux composants chimiques de l'huile essentielle d'armoise blanche analysés par CPG/MS de la région de Djelfa.

Numéros de structures	IK	TR	Nom du composant	Pourcentage%
1	934	12,78	α -pinene	1,16
2	950	13,01	Camphene	6,00
3	974	13,32	Sabinene	0,90
4	990	13,54	1-octen-3-ol	0,27
5	1017	15,99	α -terpipene	0,26
6	1025	16,12	para-Cymene	0,48
7	1033	16,30	1,8-cineole	8,60
8	1058	16,70	γ -Terpinene	0,30
9	1074	17,03	α -thujone	7,03
10	1091	17,28	α -Terpinolene	0,26
11	1107	17,59	Filifolone	1,04
12	1119	17,86	β -Thujone	1,74
13	1124	18,96	Chrysanthenone	10,38
14	1153	19,60	Camphre	39,50
15	1156	19,67	Sabina ketone	1,07
16	1162	21,83	Pinocarvone	1,79
17	1169	22,65	Borneol	3,35
18	1178	22,65	Terpinene-4-ol	1,07
19	1206	22,76	Verbenone	0,23
20	1229	23,26	Cis-carveol	0,25
21	1237	25,44	E-ocimene	0,34
22	1244	25,58	Carvone	0,15
23	1275	26,28	Bornyl acetate	2,52
24	1287	27,18	Carvacrol	0,70
25	1298	27,81	γ -Elemene	0,12
26	1313	28,14	Bicycloelemene	0,17
27	1393	30,02	Germacrene D	1,07
28	1418	30,61	Germacrene B	0,55
29	1444	31,19	Bicyclogemacrène	0,33
30	1457	31,51	Delta-cadinene	0,22
31	1465	38,22	Spathulenol	1,31
Les monoterpènes oxygénés				77,78 %
monoterpènes hydrocarbures				11,29 %
sesquiterpènes hydrocarbures				3,77 %
Total				92,84 %

(LEKHAL, 2016)

Annexe 1

Tableau2: Identification des principaux composants chimiques de l'huile essentielle d'armoise blanche analysés par CPG/MS de la région de M'sila.

Numéro de structure	IK	TR	Composant	Pourcentage%
1	911	12.22	santolina triène	0,4
2	926	12.50	tricyclène	0,2
3	934	13.12	α -pinène	0,5
4	950	13.61	camphène	8,3
5	974	13.73	sabinène	0,1
6	972	14.69	β -pinène	0,1
7	1005	15.88	α -phéllandrène	0,2
8	1017	15.9	α -terpipène	0,3
9	1025	16.4	para-cymène	0,7
10	1033	16.95	1,8-cinéole	9,2
11	1058	18.12	γ -terpinène	0,2
12	1074	18.27	filifolone	2,1
13	1074	18.36	α -thujone	7,3
14	1081	18.68	β -thujone	1,1
15	1081	19.8	chrysanthénone	14,7
16	1095	21.7	camphre	34,5
17	1106	21.84	trans-pinocarvéol	0,9
18	1110	22.53	cis-verbénol	0,7
19	1114	22.55	trans-verbénol	1,1
20	1121	22.59	pinocarvone	0,7
21	1134	22.62	bornéol	4,9
22	1184	22.89	terpinène-4-ol	0,5
23	1202	23.05	cis-carvéol	0,1
24	1211	24.11	pipéritone	0,3
25	1241	25.30	cis-chrysanthényl	0,4
26	1265	26.97	bomyl acétate	0,3
27	1286	27.18	carvacrol	0,5
28	1469	29.23	γ -muurolène	1,4
29	1487	31.78	bicyclogermacrène	0,4
30	1505	35.52	γ -cadinène	0,1
31	1551	38.22	spathuléol	0,1
Total %				92,3%

(MELIANI, 2016)

Annexe 2

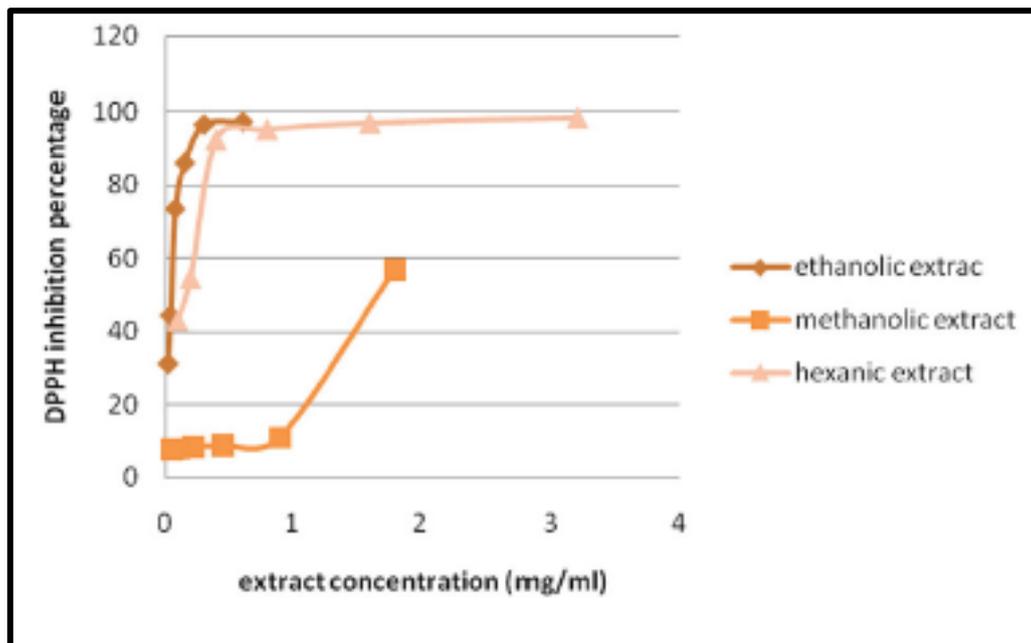


Figure 1 : L'activité antioxydante de différents extraits de parties aériennes d'*Artemisia herba alba*

(DIF et al.,2016)