

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة احمد بوقرة بومرداس

Université M'Hamad Bouguera de Boumerdes



Faculté des sciences

Département de biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science Biologique

Spécialité : biotechnologie microbienne

Thème

Potentiel antimicrobien des extraits végétaux récupérés à partir d'*Anvillea radiata* (Cross et Dur).

Présenté par :

M^{lle} Melloul mounia & M^{lle} Ouargli soumia & M^{lle} Khalfi samira

Devant le jury composé de :

Mme khemili S. MCA (UMBB) Présidente.

Mme Behidj N. Pr (UMBB) Promotrice.

Mme Sayah A. MAA (UMBB) Examinatrice.

2019-2020



Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné courage, force et volonté pour réaliser ce travail.

Il est difficile d'énumérer toutes les personnes de près ou de loin, qui n'ont cessé de témoigner leur soutien moral ou matériel à notre égard. Nous les remercions donc infiniment.

Nos sincères remerciements et profonde reconnaissance vont à notre promotrice Madame Behidj Nassima pour son dévouement, ses conseils et son soutien tout au long de l'élaboration de ce travail.

Nos remerciements vont également à Mme Khemili S d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance de mémoire de Master.

Nous remercions Mme Sayah A pour avoir aimablement accepté d'examiner ce modeste travail.

Nos remerciements vont également à tous nos collègues et amis, avec qui nous avons entretenus une ambiance chaleureuse et amicale.

Nos vifs remerciements et tendres pensées vont à nos très chers parents, pour leur aide, encouragement, patience et soutien

Finalement, un grand merci à tous ceux et toutes celles qui d'une manière ou d'une autre nous ont aidés et soutenus de près ou de loin. Nos pensées vont à tous les enseignants qui ont participé à notre formation.

Dédicace

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté
d'entamer et de terminer ce mémoire*

Je dédie ce travail...

*A mes chers parents Ali et Habiba pour leurs sacrifices et leurs
encouragements durant toutes mes études*

A mon frère Mohammed Amin;

A mes très chères sœurs : Maissa, Lyna, et Ghadir Malak;

A toute la famille Melloul;

*En témoignage de mon profond attachement et avec mon grand amour et toute
ma tendresse, je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.*

A tous mes enseignants;

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leur témoigner mon profond respect
et ma loyale considération.*

*A mes amis et mes collègues, particulièrement Soumia et Samira, qui m'ont
partagé la réalisation de ce modeste travail.*

*A toute la sélection de BTM promotion 2019/2020 et à tous ceux qui nous
aiment et que nous aimons.*

A tous ceux qui aiment la nature.

#Melloul Mounia

***Dédicace ***

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté
d'entamer et de terminer ce mémoire*

Je dédie ce travail...

*A mes chers parents Mohammed et Zahia pour leurs sacrifices et leurs
encouragements durant toutes mes études.*

A mes chers grands parents Mohammed et Baya (Allah yarhamha);

A mes sœurs et mes frères;

A tous mes cousins;

A toute la famille Khalfi;

*En témoignage de mon profond attachement et avec mon grand amour et toute
ma tendresse, je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.*

A tous mes enseignants;

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leur témoigner mon profond respect
et ma loyale considération.*

*A mes amis et mes collègues, particulièrement Mounia et Soumia, qui m'ont
partagé la réalisation de ce modeste travail.*

*A toute la sélection de BTM promotion 2019/2020 et à tous ceux qui nous
aiment et que nous aimons.*

A tous ceux qui aiment la nature.

#Khalfi samira

***Dédicace ***

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté
d'entamer et de terminer ce mémoire*

Je dédie ce travail...

*A mes chers parents Allal et Hassina pour leurs sacrifices et leurs
encouragements durant toutes mes études.*

A mes frères Mohammed, Mustapha et Youcef;

A mes très chères sœurs : Amina et Asma;

A mon mari Salim;

A toute la famille Ouargli;

*En témoignage de mon profond attachement et avec mon grand amour et toute
ma tendresse, je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.*

A tous mes enseignants;

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leur témoigner mon profond respect
et ma loyale considération.*

*A mes amis et mes collègues, particulièrement Mounia et Samira, qui m'ont
partagé la réalisation de ce modeste travail.*

*A toute la sélection de BTM promotion 2019/2020 et à tous ceux qui nous
aiment et que nous aimons.*

A tous ceux qui aiment la nature.

#Ouargli Soumia

Abréviations

AcOEt : L'acétate D'éthyle

AlCl₃ : Trichlorure D'aluminium

BN : Bouillon Nutritif

C : Carbone

°C : Degré Celsius

CHCl₃ : Chloroforme

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

D : Diamètre

DMSO : Diméthylsulfoxyde

FeCl₃ : Trichlorure D'aluminium

Fig: Figure

GN : Gélose Nutritive

H : Heure

H.E : Huile essentielle

HCl : Acide Chlorhydrique

HIV : Virus de L'immunodéficience Humaine

MEC : méthyle éthyle cétone

MeOH : Méthanol

Mg : Magnésium

Mg EQ/g MS : Milligramme d'équivalent de Quercétine par Gramme de Matière Sèche

mg : Milligramme

MH : Muller Hinton

mL : Millilitre

mm : Millimètre

nm : nanomètre

UV : Ultraviolet

µL : Microlitre

V/V : Volume à volume

Liste des figures

Fig. 1: Aspects morphologiques d' <i>Anvillea radiata</i> Coss. & Dur.....	04
Fig. 2: Inflorescence en capitule d' <i>Anvillea radiata</i>	04
Fig. 3: Touffe d' <i>Anvillea radiata</i>	04
Fig. 4: Répartition géographique d' <i>Anvillea radiata</i> en Algérie.....	05
Fig. 5: Voie de l'acide shikimique.....	07
Fig. 6: Structure de l'acide caféique.....	08
Fig. 7: Squelette de coumarine.....	09
Fig. 8: Structure de base des flavonoïdes.....	10
Fig. 9: Les classes des tanins.....	13
Fig. 10: Structure de base des alcaloïdes.....	14
Fig. 11: Structure de sérotonine et de méscaline.....	15
Fig. 12: Structure des alcaloïdes terpéniques et les alcaloïdes stéroïdiques.....	15
Fig. 13: Classification des terpènes.....	17
Fig. 14: Structures de quelques hémiterpènes.....	18
Fig. 15: Structures de quelques monoterpènes.....	19
Fig. 16: Structures de quelques sesquiterpènes.....	19
Fig. 17: Structures de quelques diterpènes.....	20
Fig. 18: Structure d'un sesterterpène.....	20
Fig. 19: Structures de quelques triterpènes tétracycliques et pentacycliques.....	21
Fig. 20: Structures de quelques tétraterpènes.....	22
Fig. 21: Présentation du Soxhlet.....	27
Fig. 22: Protocole de préparation de l'extrait méthanolique par macération.....	28
Fig. 23: Protocole d'extraction des flavonoïdes.....	30
Fig. 24: Le Clevenger (hydrodistillateur standardisé).....	32
Fig. 25: Protocole représentant les étapes du test de l'activité antimicrobienne.....	35

Liste des tableaux

Tableau 1: Les principales classes des flavonoïdes.....	10
Tableau 2: Méthode de screening phytochimique de la plante <i>Anvillea radiata</i>	26
Tableau 3: Estimation de la sensibilité des souches.....	34

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Introduction.....	01
--------------------------	-----------

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Généralités sur les Astéracées.....	03
I.1.1 <i>Anvillea radiata</i>	03
I.1.1.1 Classification.....	03
I.1.1.2 Description botanique.....	04
I.1.1.3 Répartition géographique.....	05
I.1.1.4 Usage thérapeutique.....	05
I.2 Généralités sur les métabolites secondaires.....	06
I.2.1 les composés phénoliques.....	06
I.2.1.1 Définition.....	06
I.2.1.2 Biosynthèses des composés phénoliques.....	06
I.2.1.2.1 Voie de l'acide shikimique.....	06
I.2.1.2.2 Voie d'acétate.....	07
I.2.1.3 Propriétés biologiques.....	07
I.2.1.4 Structure et classe des composés phénoliques.....	08
I.2.1.4.1 Les acides phénoliques.....	08
I.2.1.4.2 Les coumarines.....	08
I.2.1.4.2.1 Définition.....	08
I.2.1.4.2.2 Propriétés biologiques.....	09
I.2.1.4.3 Les flavonoïdes.....	09
I.2.1.4.3.1 Définition.....	09
I.2.1.4.3.2 Classification.....	10
I.2.1.4.3.3 Propriété biologique.....	12
I.2.1.4.4 Les tanins.....	12
I.2.1.4.4.1 Définition.....	12
I.2.1.4.4.2 Classification.....	13
I.2.1.4.4.3 Propriété biologique.....	13
I.2.2 Les alcaloïdes.....	14
I.2.2.1 Définition.....	14

I.2.2.2 Propriété biologique.....	16
I.2.3 Les huiles essentielles.....	16
I.2.3.1 Définition.....	16
I.2.3.2 Propriété biologique.....	16
I.2.4 Les terpènes.....	17
I.2.4.1 Définition.....	17
I.2.4.2 Classification.....	18

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Matériels.....	24
II.1.1 Matériel biologique.....	24
II.1.1.1 Matériel végétal	24
II.1.1.2 Matériel microbiologique.....	24
II.1.2 Matériel non biologique.....	24
II.2 Méthodes.....	24
II.2.1 Tests phytochimiques et préparation des extraits.....	24
II.2.1.1 Infusion.....	25
II.2.1.2 Décoction.....	25
II.2.1.3 Macération.....	25
II.2.1.4 Cataplasme	25
II.2.2 Mode opératoire des tests phytochimiques	25
II.2.3 L'extraction (Soxhlet).....	26
II.2.3.1 Méthodes d'extractions.....	27
II.2.3.1.1 Extraction solide-liquide (Macération).....	28
II.2.3.1.2 Extraction liquide-liquide.....	29
II.2.3.2 Extraction des flavonoïdes.....	29
II.2.3.2.1 Dosage des flavonoïdes.....	31
II.2.3.3 Extraction des huiles essentielles.....	31
II.2.3.3.1 Méthodes d'extraction.....	31
II.2.4 Activité antimicrobienne.....	32
II.2.5 Techniques d'études du pouvoir antimicrobien.....	33
II.2.5.1 La méthode de diffusion sur disque en milieu gélosé.....	33
II.2.5.1.1 Préparation d'inoculum bactérien.....	33

II.2.5.1.2	Protocol expérimental.....	33
II.2.5.1.3	Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	34
II.2.5.2	Méthode de micro-dilution en milieu liquide.....	34
II.2.5.2.1	Protocol expérimental.....	34
Chapitre III : synthèses.....		37
Conclusion.....		40
Référence bibliographique		
Résumé		

INTRODUCTION

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner les maladies. Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et d'un très large éventail d'activités biologiques. Ainsi, l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études. L'Homme s'est soigné avec les plantes qu'il avait à sa disposition contre les maladies. Certainement, c'est l'expérience où les gens apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes (**Hans, 2007**).

Comparativement aux pays du Maghreb, la flore algérienne est représentée par 3000 espèces et 1000 genres (**Hanifi, 1991**). Celle de la Tunisie compte 2103 espèces et 742 genres (**Nabli, 1991**). Alors que la flore totale marocaine est représentée par 4200 espèces et sous espèces avec 940 genres et 135 familles (**Ibn Tatou et Fennane, 1991**).

Le continent africain est classé parmi les continents disposants d'une biodiversité en plantes médicinales très riches dans le monde, avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme herbes, comme aliments naturels et pour des buts thérapeutiques. En Algérie, les médecins et les chimistes cherchent à mieux connaître le patrimoine des espèces utilisées en médecine traditionnelle, leurs modes d'utilisation et leurs indications dans diverses pathologies. Ainsi, les principes actifs sont étudiés depuis une vingtaine d'années (**Favier, 2003 ; Kumari et Kakkar, 2008 ; Chu et al., 2010**).

Actuellement, la société scientifique, biologiste et chimiste, met en évidence le rôle tragique des plantes sahariennes médicinales et toxiques par l'étude des molécules et substances bioactives. Ces molécules sont à l'origine des activités biologiques. Aussi, vu le développement par les microorganismes d'une résistance aux antibiotiques, on remarque de plus en plus une orientation vers la découverte de substances naturelles dotées d'activité antimicrobienne.

A cet effet, on s'intéresse à évaluer l'effet antimicrobien des extraits notamment les huiles essentielles d'*Anvillea radiata* poussant à l'état spontané.

Ce travail est divisé en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique concernant la famille des Astéracées et la systématique d'*Anvillea radiata*, généralités sur les métabolites secondaires et leurs propriétés biologiques.

Le second chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés dans le cadre de cette étude comme l'étude du pouvoir antimicrobien fait par le test de diffusion sur disque en milieu gélosé, et le test de micro-dilution en milieu liquide. Le troisième chapitre traite la synthèse des données bibliographique.

Enfin, une conclusion générale qui porte sur une lecture attentive de cette étude.

PARTIE
bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Généralités sur les Astéracées

La famille des Astéracées est une importante famille qui comprend près de 23000 espèces (**Barreda et al., 2015**). Selon **Harkati (2011)**, ces espèces sont réparties en 1500 genres décrites dont 750 endémiques, distribuées principalement dans les zones tempérées du globe. C'est l'une des familles les plus importantes des angiospermes. Les *Asteraceae* sont des arbustes à feuillage persistant, des sous-arbrisseaux, des plantes herbacées vivaces, des plantes herbacées annuelles ou bisannuelles (**Barkely et al., 2006**). Elles sont appelées aussi composées (Compositae) ou, plus rarement des Composacées. En effet, ce que l'on prend à première vue pour des « fleurs » chez ces plantes est en réalité composé de fleurs minuscules, réunies en inflorescences appelées capitules (**Dictionnaire de l'Académie française, 2016**).

Anvillea radiata Coss & Dur (**Ozenda, 1958; Quezel and Santa, 1963**) est appelée aussi *Anvillea garcinii subsp radiata* (**Anderberg, 1982**). Cette plante appartient à la famille des *Asteraceae* (**Okunade, 2002**).

I.1.1 *Anvillea radiata*

I.1.1.1 Classification

Selon **Quezel and Santa (1963)**, cette plante est classée comme suit:

Embranchement: *Spermatophytes*

Sous embranchement: *Angiospermes*

Classe : *Eudicots*

Sous classe : *Astéridées*

Ordre : *Asterales*

Famille : *Asteraceae*

Genre : *Anvillea*

Espèce : *Anvillea radiata* Coss. & Dur

Noms vernaculaires:

Noug (Maiza et al., 1993)

Noug l'hoor (Hammiche et Maiza, 2006)

Noug, Arfej, Herf, Ain Bagra et Karfej, (**Brand et al., 1995; Ansari, 1997; Sokol et al., 2007**).

I.1.1.2 Description botanique

Quézel et Santa (1963) et Boullard (2001) signalent qu'*Anvillea radiata* Coss. & Dur est une plante endémique saharienne poussant sous forme d'arbrisseau de 20 à 50 cm de hauteur, très ramifiées, à tiges et rameaux ligneux à la base. Les feuilles vert bleuté ont une forme de triangle allongée et à bord denté. Les inflorescences disposées en larges capitules jaune orangé sont entourées de feuilles rayonnantes qui passent progressivement aux bractées coriaces et piquantes. La plante dégage un léger parfum agréable. Cette espèce constitue un excellent pâturage pour les chameaux et les chèvres.

Les parties utilisées sont les capitules, les feuilles et les graines (Figure 1. 2. 3).

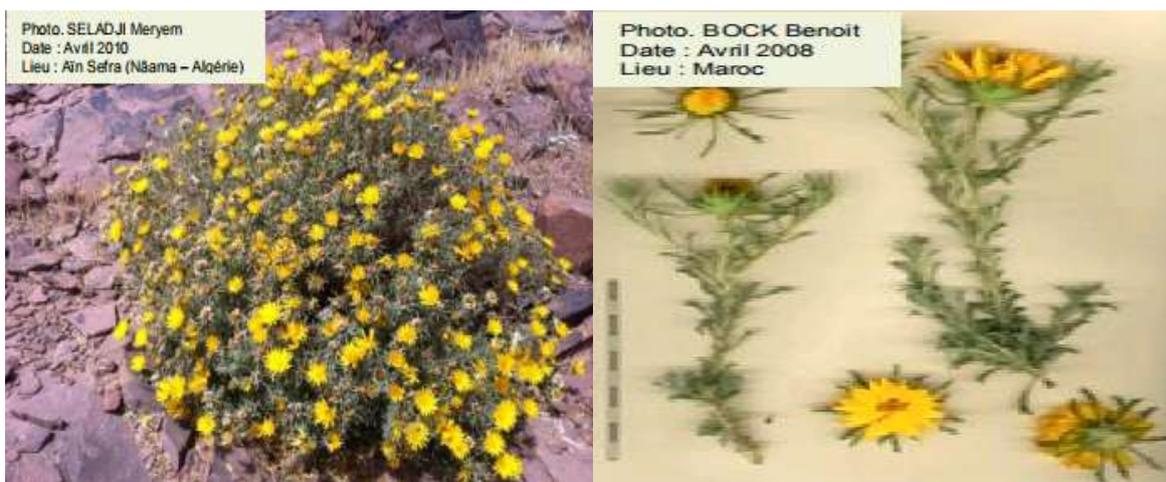


Fig. 1: Aspects morphologiques d'*Anvillea radiata* Coss. & Dur.



Fig. 2 : Inflorescence en capitule d'*Anvillea radiata* (Bammou, 2013).

Fig. 3: Touffe d'*Anvillea radiata* (Bammou, 2013).

I.1.1.3 Répartition géographique

Selon **Bellakhdar (1997)** et **Kumari and Kakkar (2008)**, *Anvillea radiata* est largement répandue dans les steppes nord-africaines, généralement les petites dépressions sablo-argileuses (**Figure 4**). Elle est distribuée dans les steppes de l'Afrique du Nord particulièrement en Maroc et Algérie (**Ansari, 1997; Oyaizu, 1986**). En particulier, on la trouve dans les régions d'Ouargla (**A. Sokol et al., 2007**), El-Djelfa, Bechar (**Unten, 1997**) et El Golia (**Oyaizu, 1986**).



Fig. 4: Répartition géographique d'*Anvillea radiata* en Algérie (**Wang et al., 2008**).

I.1.1.4 Usage thérapeutique

La plante est utilisée dans la médecine populaire comme excellent chauffage, pour le traitement de dysenterie, (**Bellakhdar, 1997**). Ainsi, elle a été rapportée comme plante à activité hypoglycémique (**Oyaizu, (1986) ; Bougatef et al., 2009**).

Elle y est utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement de diverses pathologies, des gastro-entérites, des spasmes et coliques, des arthrites et des rhumatoïdes (**Bellakhdar, 1997; El Rhaffari et Zaid, 2002**).

La poudre des feuilles d'*Anvillea radiata* associée au beurre des chèvres sont utilisés comme des suppositoires pour traiter le froid du dos. Cette poudre est employée contre les maux gastriques (**Ghourri et al., 2012**).

Les capitules ou bien les tiges feuillées en association avec celles d'*Artemisia abrotanum*, d'*Artemisia atlantica*, et d'*Artemisia herba alba*, en décoction dans l'eau minérale, sont utilisées contre la pyélonéphrite et la cystite à raison de deux verres par jour (**Benkhnigue et al., 2016**). Ces capitules sont employées contre les leucorrhées, le rhume, l'hépatite, le diabète, les maladies pulmonaires et l'indigestion (**El Rhaffari et Zaid, 2002; Ould El Hadj et al., 2003; Hammiche et Maiza, 2006; Djellouli et al., 2013; Douira et al., 2013**).

I.2 Généralités sur les métabolites secondaires

Les plantes produisent un grand nombre de composés pour lesquels on ne sait pas toujours le rôle qu'ils jouent pour la plante. Ces composés ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse. Mais, ils résultent de réactions chimiques ultérieures. On les appelle donc métabolites secondaires (**Chalandre, 2000**).

Selon **Seghiri (2015)**, des découvertes récentes ont montré qu'un nombre important d'entre eux ont un rôle défensif pour les plantes. Ils ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie, en agro-alimentaire, en cosmétologie et en pharmacie. Ils se sont surtout illustrés en thérapeutique et dépassent actuellement 100 000 substances identifiées. Parmi eux, on a les composés phénoliques, les alcaloïdes, les terpènes et autres substances naturelles.

I.2.1 les composés phénoliques

I.2.1.1 Définition

Les composés phénoliques sont des substances qui constituent une vaste famille, difficile à définir, et sont caractérisées par la présence d'au moins un noyau benzénique lié directement par un groupe hydroxyde libre ou engagé dans une fonction : éther, ester, hétéroside (**Bruneton, 1999**).

I.2.1.2 Biosynthèses des composés phénoliques

I.2.1.2.1 Voie de l'acide shikimique

Selon **Sarni et Cheynier (2006)**, elle conduit à la formation du précurseur immédiat des phénols par désamination de la phénylalanine. La séquence biosynthétique qui suit, appelée séquence des phénylpropanoïdes, permet la formation des principaux acides

hydroxycinnamiques. L'association des formes actives des phénylpropanoïdes avec le coenzyme A produisent les principales classes des composés phénolique (**Figure 5**).

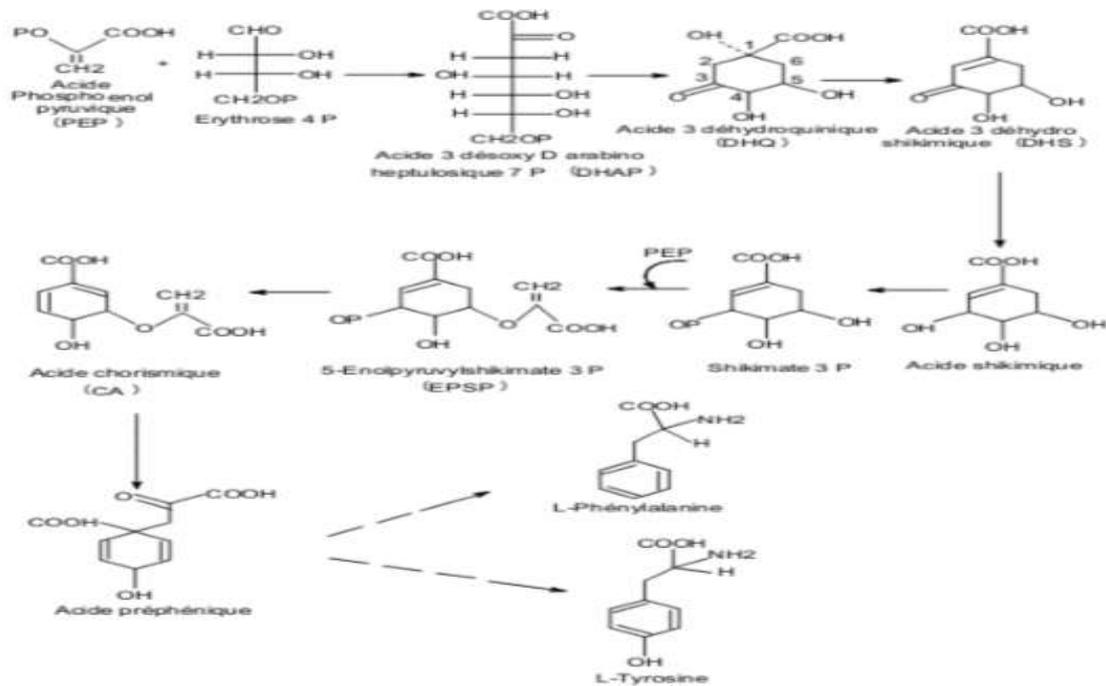


Fig. 5 : Voie de l'acide shikimique (Floss, 1997).

I.2.1.2.2 Voie d'acétate

Cette voie de biosynthèse permet la formation des composés aromatiques notamment les chromones, les isocomarines, et les quinones. La pluralité structurale des composés phénoliques due à cette origine biosynthétique est encore accrue par la possibilité très fréquente d'une participation simultanée du shikimate et de l'acétate à l'élaboration des composés mixtes comme les flavonoïdes, les stilbenes et les xanthones (**Bouhroum, 2007**).

I.2.1.3 Propriétés biologiques

Les composés phénoliques participent activement aux interactions de la plante avec son environnement en jouant soit le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie), entre les plantes et les symbioses, ou bien lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composés jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel.

D'un point de vue appliqué, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes médicinales, alliées à leur difficulté de production. Chez l'homme, ces molécules traces jouent un rôle important en agissant directement sur la qualité nutritionnelle des fruits et légumes et leur impact sur la santé des consommateurs (effet antioxydant, effet protecteur contre l'apparition de certains cancers...) (Macheix, 2005).

I.2.1.4 Structure et classe des composés phénoliques

I.2.1.4.1 Les acides phénoliques

Selon Mezouar (2013), Les acides phénoliques sont présents en abondance dans les aliments et divisés en deux classes : les dérivés de l'acide benzoïque et les dérivés de l'acide cinnamique, les acides hydroxycinnamiques sont plus fréquents que les acides hydroxybenzoïques et comprennent essentiellement l'acide p-coumarique, caféique, férulique et sinapique (Figure 6).

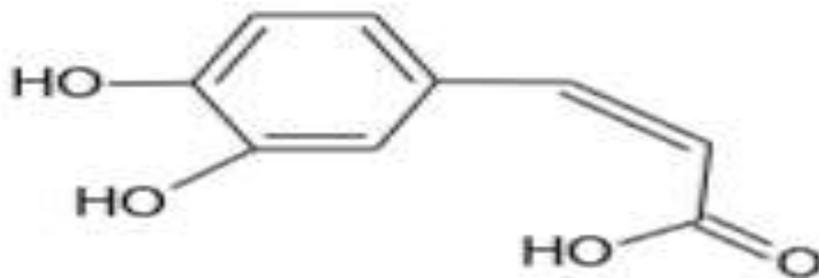


Fig. 6: Structure de l'acide caféique (Yezza et Bouchama, 2014).

I.2.1.4.2 Les coumarines

I.2.1.4.2.1 Définition

Les coumarines sont des substances naturelles connues. Il s'agit de composés à neuf atomes de carbone possédant le noyau benzo (2 H)-1 pyranone-2. Ce composé dérive de la cyclisation de l'acide cis cinnamique oxygéné en C-2 (Gray et Waterman, 1978). D'après le même auteur, les coumarines tirent son nom de kumarú, nom vernaculaire de la fève tonka *Coumarouna odorata* encore appelée *Disteryx odorata* Willd. Elles sont très largement distribuées dans le règne végétal. La coumarine et ses dérivés dont plus de 300 structures sont connus et se répartissent sur 9 familles de Monocotylédones et plus 70 familles de Dicotylédones. Ils participent dans les racines des plantes symbiotiques hébergeant les rhizobiums, à la formation

des nodules. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique de l'aspérule odorante et du mélilot desséché (**Figure 7**).

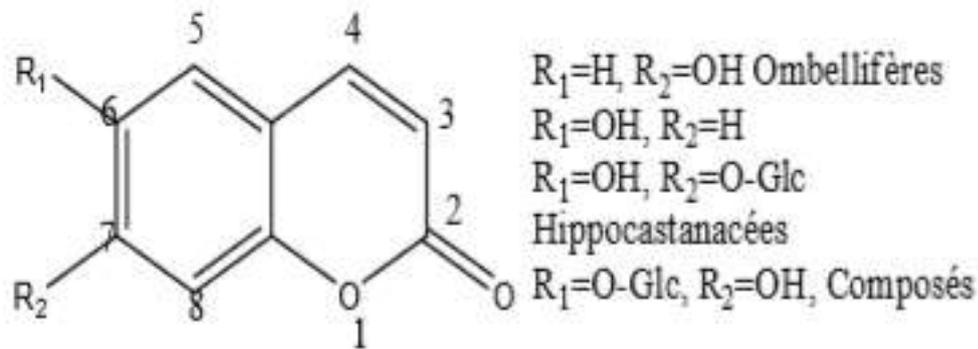


Fig. 7: Squelette de coumarine.

I.2.1.4.2 Propriétés biologiques

Les coumarines ont des propriétés antipyrétique, analgésique, sédative, antioédémateuses et anti convulsivante. Ils sont probablement responsables de l'effet anticonvulsivante (**Gupta et Nath, 1980**).

Les coumarines sont indiquées dans les cas de lymphoedème du membre supérieur après traitement radiochirurgical du cancer du sein. Concernant les dérivés coumariniques, certains d'entre eux possèdent des activités pharmacologiques, principalement des effets anticoagulants. Les plus connus sont le dicoumarol et l'esculoside (**Hostettmann, 1997**).

I.2.1.4.3 Les flavonoïdes

I.2.1.4.3.1 Définition

Les flavonoïdes sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux. Ils interviennent aussi dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes (**Bruneton, 2015**).

Le terme flavonoïde regroupe une très large gamme de composés naturels polyphénoliques. On dénombre près de 6500 flavonoïdes répartis en 12 classes. Ainsi, leur nombre ne cesse d'accroître (**Stöckigt et al., 2002**). Par définition, selon **De Rijke et al., (2006)**, les flavonoïdes sont des composés qui ont en commun la structure en C6-C3-C6 du diphenylpropane les trois

carbones servent de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B formant généralement un hétérocycle oxygéné C (**Figure 8**).



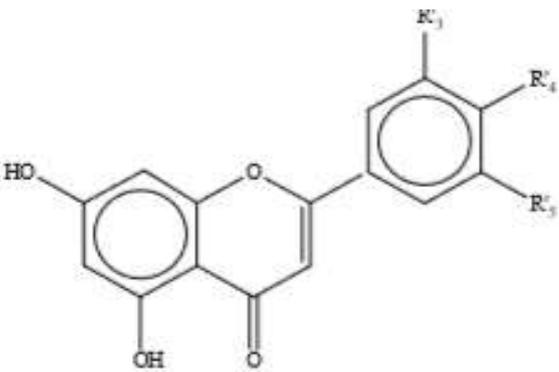
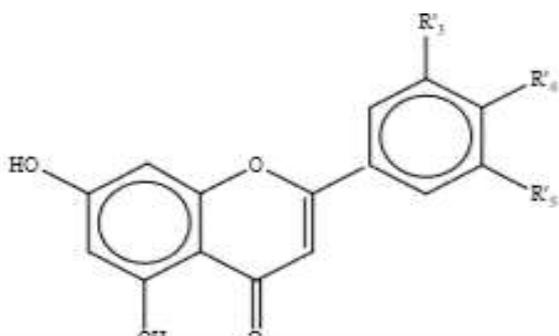
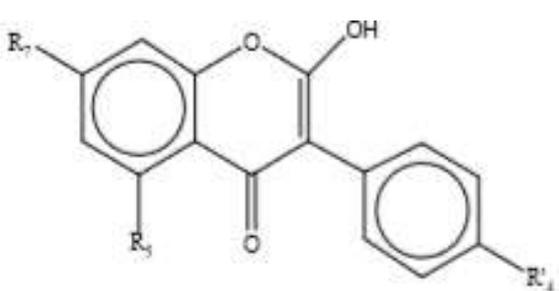
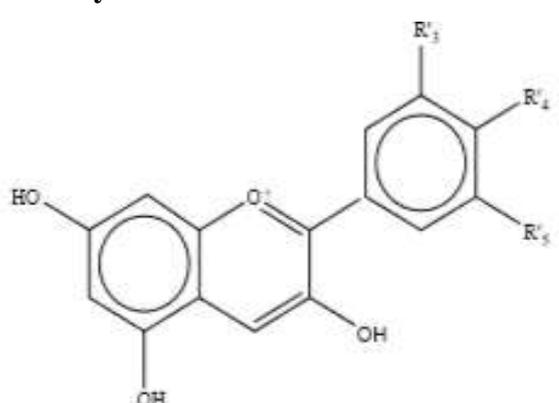
Fig. 8: Structure de base des flavonoïdes.

I.2.1.4.3.2 Classification

Les principales classes des flavonoïdes sont montrées sur le tableau suivant.

Tableau 1 : Les principales classes des flavonoïdes (**Erdman et al., 2007**).

Flavonoïdes	Caractéristiques
<p>Flavonols</p> <p>La structure chimique d'un flavonol est représentée. Elle montre un noyau flavone avec un groupe hydroxyle (HO) en position 5, un groupe carbonyle (C=O) en position 4, et un groupe hydroxyle (OH) en position 3. Le noyau B est substitué par des groupes R'1, R'4 et R'3.</p>	<p>Le groupe le plus abondant des composés phénoliques.</p> <p>Ils se caractérisent par l'existence d'un OH en position 3.</p>

<p>Flavones</p> 	<p>Le groupe le plus abondant des composés phénoliques.</p> <p>Les flavones se diffèrent des flavonols seulement par le manque d'un OH libre en C3. Ceci affecte ainsi leur absorption aux UV, mobilité chromatographique et les réactions de coloration.</p>
<p>Flavanones</p> 	<p>Ils sont caractérisés par l'absence de la double liaison C2-C3.</p> <p>Le flavanone le plus abondant est la naringénine, isolée pour la première fois à partir des écorces de citrus.</p>
<p>Isoflavones</p> 	<p>Ces substances sont caractérisées par leur variabilité structurale, dont l'attachement du cycle B se fait en C3.</p> <p>Ils sont présents dans les plantes sous forme libre ou glycosylée.</p>
<p>Anthocyanidines</p> 	<p>Ces molécules hydrosolubles contribuent à la coloration des angiospermes.</p> <p>Elles représentent le groupe le plus important des substances colorées.</p>

I.2.1.4.3.3 Propriétés biologiques

De nombreux travaux semblent indiquer que les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires (Da silva et al., 1994; Galati et al., 1994; Read Flavonoids, 1995). Ainsi, ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire (Middleton, 1996). Les flavonoïdes sont de puissants inhibiteurs de la prolifération des lymphocytes B et T (Mookerjee, 1986; Namgoong et al., 1994). L'effet antiprolifératif des flavonoïdes peut s'expliquer par leur capacité à inhiber l'activité de certaines protéines kinases à savoir la protéine Kinase C ou la protéine tyrosine kinase (Mookerjee, 1986; Namgoong et al., 1994). Les flavonoïdes sont susceptibles de diminuer la libération d'histamine des basophiles et des mastocytes (Middleton et Drzewiecki, 1984). Ainsi, ils sont capables d'agir au niveau de la synthèse des protéines Virales (Vrijssen et al., 1987). Middleton et Drzewiecki (1984) notent que d'autres travaux ont mis en évidence l'impact des flavonoïdes sur le rétrovirus HIV responsable du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA). De nombreux agents sont susceptibles d'inhiber la réplication du rétrovirus du SIDA par une inhibition de la reverse transcriptase. Les flavonoïdes peuvent inhiber les enzymes intervenant dans l'activation des procarcinogènes en intermédiaires mutagènes et carcinogènes (Obermeier et al., 1995). Les résultats dans ce domaine sont difficiles à interpréter car les flavonoïdes semblent avoir des effets divers sur l'activité des enzymes de détoxification (Lasker et al., 1984). Les flavonoïdes peuvent aussi empêcher le diabète ou du moins le réduire en inhibant l'enzyme aldose réductase (Chaudhry et al., 1983). Ong et Khoo (1997) reportent que la myricétine possède un effet hypoglycémiant chez des animaux diabétique. Outre, Ong et Khoo (2000) signalent que certains flavonoïdes peuvent entraver l'athérosclérose et par conséquent réduisent le risque des maladies cardiovasculaires.

I.2.1.4.4 Les Tanins

I.2.1.4.4.1 Définition

Les tanins sont des substances naturelles phénoliques de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 g/mol. Ils peuvent précipiter les protéines à partir de leurs solutions aqueuses, en partageant la capacité de tanner les protéines (Cowan, 1999). Selon Nouioua (2011), ce sont des métabolites secondaires des plantes supérieures que l'on trouve dans pratiquement toutes les parties des végétaux; écorces, racines, feuilles, et fruits. Sur le plan chimique, ils sont constitués soit de polyol (Glucose le plus souvent), ou de catéchine auquel sont attachés des unités galloyles, ou leurs dérivés, soit des oligomères ou des polymères de flavanols (Figure 9).

I.2.1.4.4.2 Classification

Selon **Nouioua (2011)**, les tanins sont divisés en deux groupes. On a :

-Les tanins condensés

Ils sont des polymères (d'où leur nom) de dérivés de résidus flavonols (**Figure a**) liée par des liens C-C (**Figure b**). Mais, de nombreuses autres combinaisons existent. Il est à noter qu'ils sont produits par la plupart des végétaux terrestres.

-Les tanins hydrolysables

Ils sont des phénols liées à un résidu sucre par un lien ester. Si le phénol est l'acide gallique, ce sont les gallitannins (**Figure c**). S'il s'agit de l'acide hexa-hydroxy-diphénique, ce sont les ellagitannins (**Figure d**). L'oxydation et autres polymérisations engendrent des structures variées. On trouve les tannins hydrolysables chez les dicotylédones et ils sont plus facilement hydrolysables par les microorganismes que les précédents.

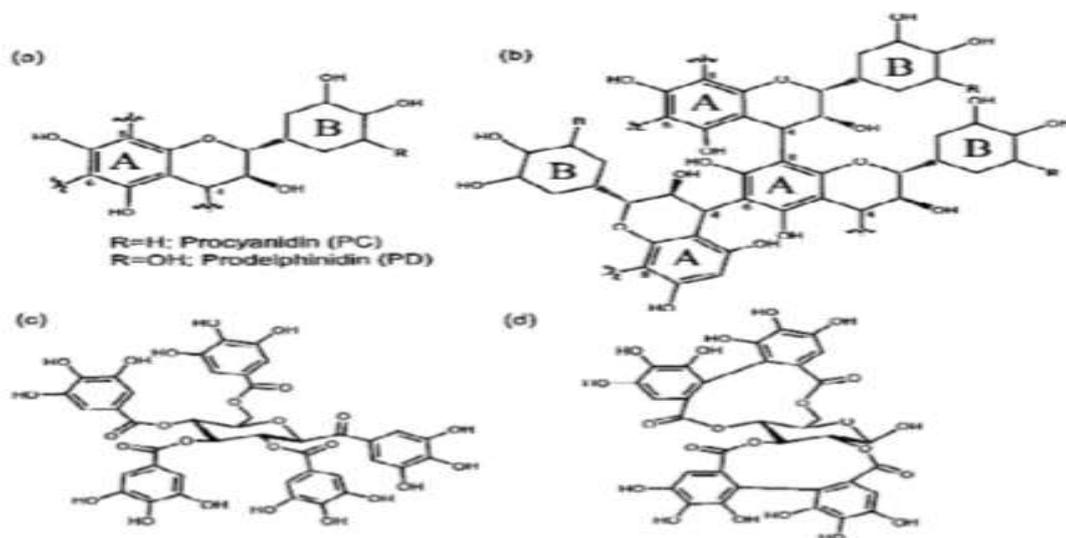


Fig. 9 : Les classes des tanins (Krauss et al., 2003).

I.2.1.4.4.3 Propriétés biologiques

Les tanins possèdent surtout des propriétés astringentes en usage externe et interne. Ce sont des inhibiteurs enzymatiques. En outre, de nombreux tanins, particulièrement les tanins hydrolysables inhibent la peroxydation des lipides induits par l'adénosine di phosphate (ADP) et l'acide ascorbique sur les mitochondries hépatiques du rat. Ils sont de bons contre-poisons des alcaloïdes et des métaux lourds (**Read et al., 2003; Bouhadjera, 2005**).

Les tanins favorisent la régénération des tissus en cas de blessures superficielles et de brûlures (Read *et al.*, 2003). Ils sont utilisés comme anti-diarrhéiques et hémostatiques, mais surtout comme protecteur veineux dans le traitement des varices. En cosmologie, les tanins sont des astringents très utilisés, sous forme de lotions. Ils sont largement employés dans l'industrie, notamment dans l'industrie du cuir, des vernis et de la peinture (Glombitz *et al.*, 1985).

I.2.2 Les alcaloïdes

I.2.2.1 Définition

Selon Gavot (2009), les alcaloïdes sont des composés azotés basiques. Ils sont extraits soit dans l'eau acide soit dans des solvants comme le chloroforme après alcalinisation. Ils précipitent généralement avec des réactifs iodométriques (réactif de Dragendorff). Ainsi, ils sont très souvent biologiquement actifs. On retrouve en effet des molécules comme la quinine (anti-malaria), des drogues (cocaïne), des anticancéreux (la vincristine et le taxol), des molécules utilisées comme poisons (strychnine) et des stimulants (caféine). La plupart des alcaloïdes naturels sont d'origine végétale (Figure 10).

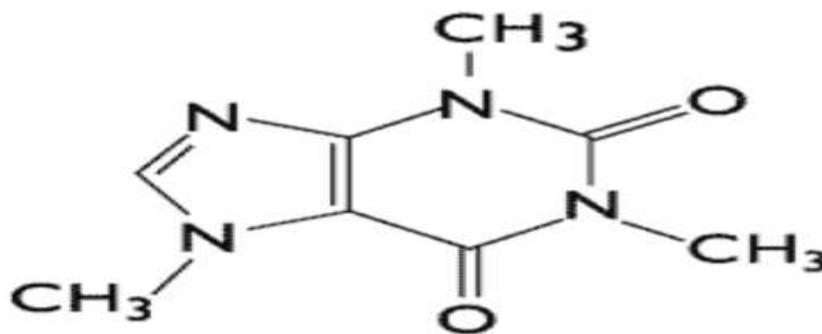


Fig. 10 : Structure de base des alcaloïdes (Schauenberg *et al.*, 2005).

Cette famille de métabolites secondaires a été particulièrement étudiée du fait des enjeux économiques qui y sont associés. Leurs actions biologiques les place également au cœur de phénomènes d'interactions de défense face aux pressions biotiques (herbivores, microorganismes). L'amertume est une caractéristique anti-nutritionnelle. Il s'agit d'une caractéristique générale des alcaloïdes.

On distingue généralement:

- Les alcaloïdes vrais

Ils sont d'un point de vue de la biosynthèse dérivés d'acides aminés. Ils présentent au moins un hétérocycle. On peut citer la strychnine dérivée du tryptophane.

- Les proto-alcaloïdes

Ils sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique. Mais, ils sont élaborés à partir d'acides aminés. On a la sérotonine et la mescaline (**Figure 11**).

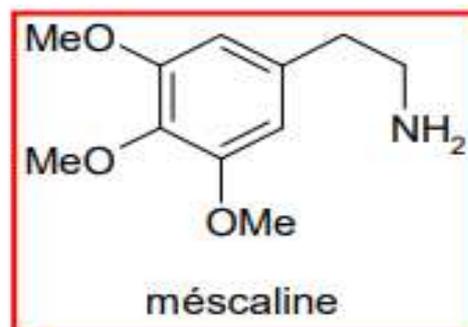
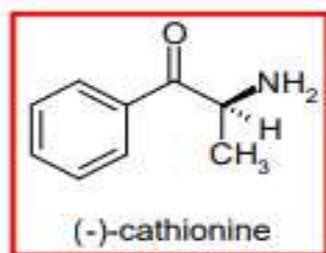


Fig. 11: Structure de sérotonine et de mescaline.

- Les pseudo-alcaloïdes

Ils présentent les caractéristiques des alcaloïdes vrais. Mais, ils ne sont pas des dérivés des acides aminés, comme les alcaloïdes terpéniques et les alcaloïdes stéroïdiques (**Figure 12**).

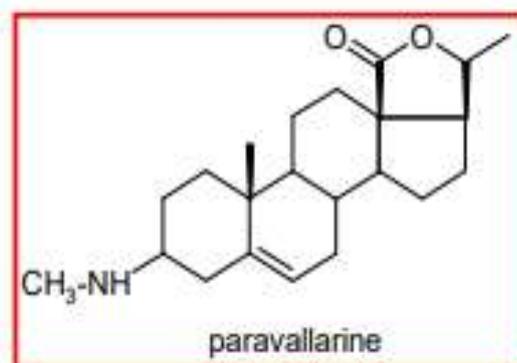


Fig. 12: Structure des alcaloïdes terpéniques et les alcaloïdes stéroïdiques.

I.2.2.2 Propriétés biologiques

Les alcaloïdes ont un intérêt particulier au niveau du système nerveux central. A ce niveau, ils agissent comme dépresseurs tels que la morphine et la scopolamine, ou comme stimulants à savoir la caféine et la strychnine, ou comme sympathomimétiques (éphédrine) ou anticholinergiques (atropine). Certains jouent le rôle d'anesthésiques locaux (cocaïne) et d'antipaludiques (quinine) (**Arous, 2012**).

I.2.3 Les huiles essentielles

I.2.3.1 Définition

Ce sont des substances huileuses, volatiles et d'odeur et de saveur généralement fortes. Elles sont extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enfleurage, par expression, par solvant ou par d'autres méthodes (**Belaiche, 1979; Valnet, 1984; Wichtel et Anthon, 1999**) Pour (**Bruneton, 1999**), les huiles essentielles appelée aussi essences ou huiles volatiles sont des produits de compositions généralement assez complexes renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerpe des Citrus. Ainsi, les huiles sont séparées de la phase aqueuse par procédés physiques (**Garnero, 1996**).

I.2.3.2 Propriétés biologiques

Les huiles essentielles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers. Elles ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie appelée l'aromathérapie. Ainsi, elles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses. Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants entant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**Hadouchi, 2008 ; Ferhat et al., 2009**).

Les huiles essentielles sont 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 autres préparations. Le thymol est l'ingrédient actif des rince-bouches. Ainsi l'eugénol est utilisé dans les produits cosmétiques, alimentaires, et dentaires. Ces trois composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries soit *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*,

Clostridium jejuni, *Lactobacillus sake*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter Pyroli* (Pauli, 2001; Fabian et al., 2006). Selon Maruyama et al., (2005), les huiles essentielles sont également utilisées en milieu clinique pour soigner des maladies inflammatoires telles que les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite.

I.2.4 Les terpènes

I.2.4.1 Définition

Les terpènes, ou isoprénoïdes sont l'une des classes les plus diverses des métabolites secondaires. Leur squelette carboné est constitué d'unités isopréniques reliées. C'est ce qu'on appelle la règle de l'isoprène. Ces squelettes peuvent être arrangés de façon linéaire ou bien former des cycles (Briemann et al., 2006). Crozier et al., (2008) notent que les terpènes sont des arômes et des parfums, des antibiotiques, des hormones végétales et animales, des lipides membranaires, des attracteurs d'insectes et des médiateurs des processus essentiels de transport d'électrons. Ainsi, ils ont été appréciés comme constituants des huiles essentielles et leur utilisation comme parfums pendant plus de deux mille ans (Van Bergen et al., 1997). Selon Bohlmann et al., (1998), les terpènes simples trouvés dans les parfums présentent une grande diversité structurale. Aussi, les terpènes sont constitués des unités fondamentales d'isoprène à cinq atomes de carbone. Ainsi, les terpènes peuvent être classés en hémiterpènes (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20), sesterpènes (C25), triterpènes (C30), tétraterpènes (C40) (Figure 13).

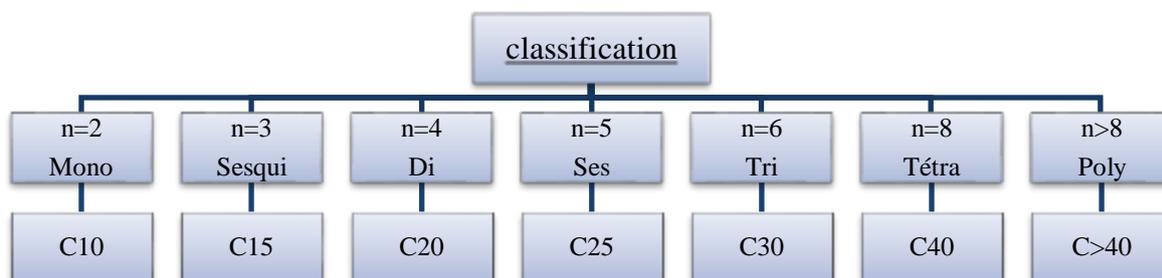


Fig. 13: Classification des terpènes.

I.2.4.2 Classification

Le nombre d'unités isopréniques définit les différentes classes de terpène. A cet effet, on note:

-Hémiterpènes

Les hémiterpènes (C₅) sont constitués d'une unité à cinq atomes de carbone. Ce sont les plus simples de tous les terpènes. L'isoprène est produit par les feuilles de nombreuses plantes et contribue à la brume naturelle dans certaines régions (**Kang et al., 2001**). On distingue de nombreux composés à cinq atomes de carbone tels que l'alcool isoamylique, l'acide sénécioïque, l'acide tiglique, l'acide angélique, les acides α et β -furoïques et l'isovaléraldéhyde (**Figure 14**). Ces composés contribuent à la défense des plantes en repoussant les herbivores ou en attirant des prédateurs et des parasites d'herbivores (**Holopainen, 2004**).

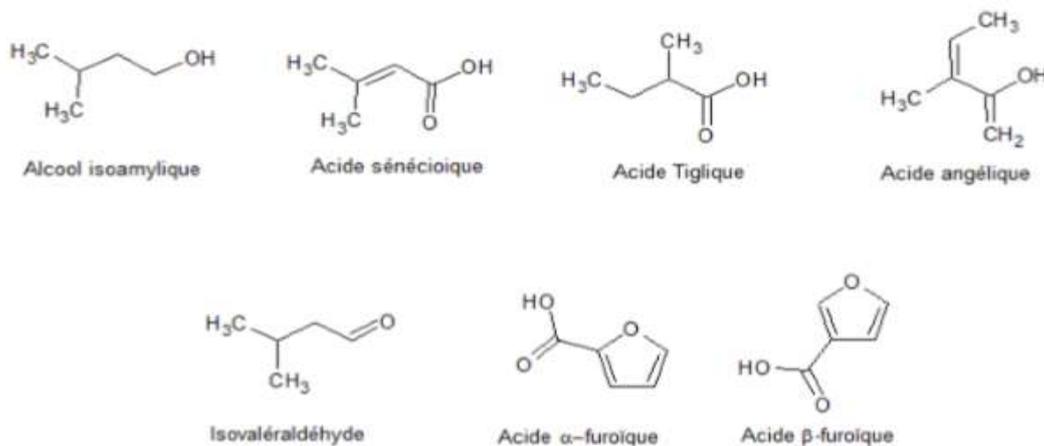


Fig. 14: Structures de quelques hémiterpènes.

-Monoterpènes

Les monoterpènes sont constitués de deux unités d'isoprène (**Figure 15**). Une variété étonnante d'arrangements de décane à base d'isoprène existe dans la nature (**Liao et al., 2003**). Les monoterpènes (C₁₀) sont le principal composant de nombreuses huiles essentielles. Ils ont une importance économique en tant que saveurs et parfums. Les structures acycliques comprennent le myrcène, le géraniol et le linalol. Les structures cycliques comprennent de nombreux composés bien connus, tels que le menthol, le camphre, le pinène et le limonène. La (**Figure 15**) donne les structures de quelques monoterpènes.

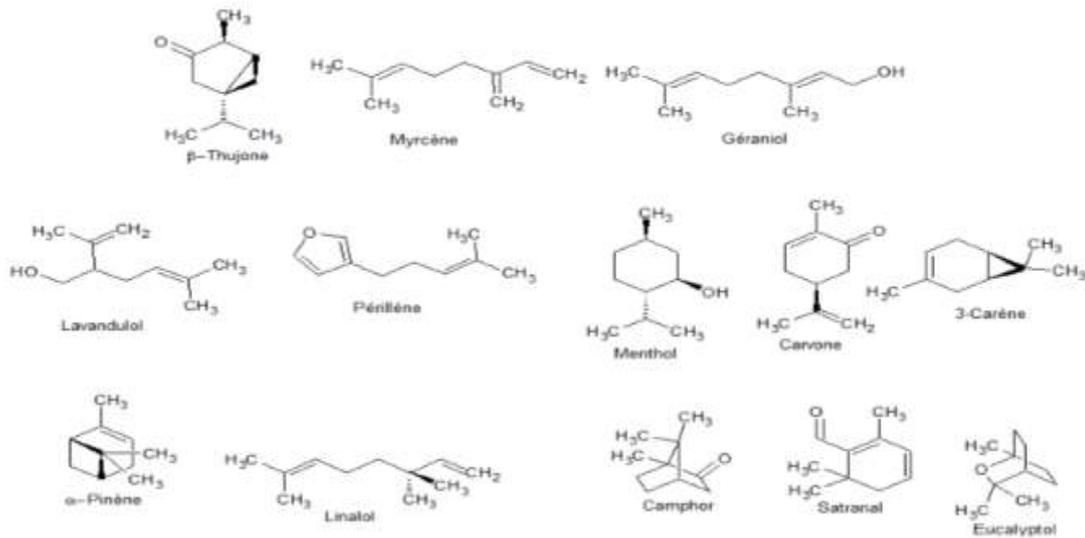


Fig. 15: Structures de quelques monoterpènes.

-Sesquiterpènes

Dérivés de trois unités d'isoprène, les sesquiterpènes (C15) existent sous formes aliphatiques, bicycliques et tricycliques (Fraga, 2003). Comme les monoterpènes, la plupart des sesquiterpènes sont des composants des huiles essentielles de plantes. Un composé important de cette série est le farnésol, qui présente une activité chimiopréventive du cancer (Crowell and Gould, 2004). Certains des sesquiterpènes couramment rencontrés sont présentés à la (Figure 16).

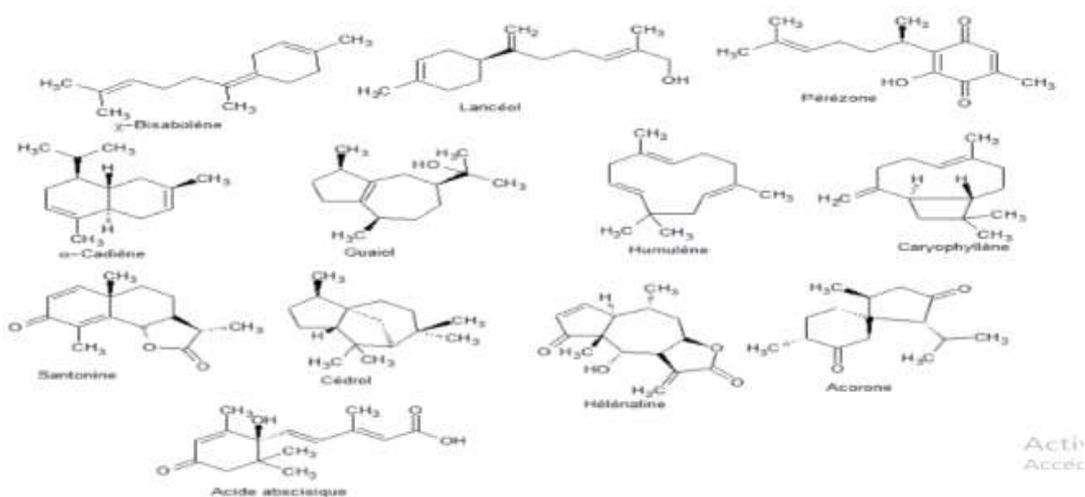


Fig. 16: Structures de quelques sesquiterpènes.

-Diterpènes

Selon **Hanson (2004)**, les diterpènes, de structure en quatre (4) unités d'isoprène (C₂₀) sont un groupe très varié de composés. En raison de leurs points d'ébullition plus élevés, ils ne sont pas considérés comme constituants des huiles essentielles. Ainsi, ils sont classiquement considérés comme des résines. Quelques diterpènes usuels sont présentés dans la (**Figure 17**).

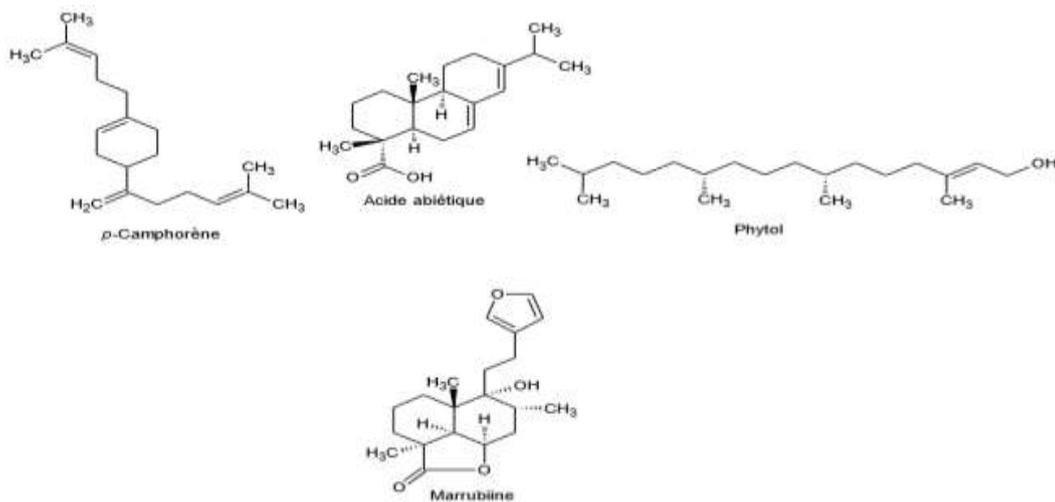


Fig. 17: Structures de quelques diterpènes.

-Sesterterpènes

Cette famille de terpènes est composée de cinq (5) unités d'isoprène. Ce sont des composés minoritaires dans la famille des terpènes (**Crews and Naylor, 1985 ; Walker et al., 1980; Wei et al., 2004**). La (**Figure 18**) donne un exemple de sesterterpènes.



Fig. 18: Structure d'un sesterterpène.

-Triterpènes

Les terpènes de structure carbone en C₃₀ sont basés sur six unités d'isoprène et sont dérivés biosynthétiquement du squalène (**Connolly and Hill, 2005**). Ils sont souvent des matières solides incolores à haut point de fusion et sont largement répartis entre les résines végétales, le liège et les cutines. Il existe plusieurs groupes importants de triterpènes, parmi lesquels les triterpènes simples, les stéroïdes, les saponines et les glycosides cardiaques. Parmi ceux-ci se trouve l'azadirachtine, issu des graines du neem (*Azadirachta indica*). Il a été isolé pour la première fois en 1985 à partir de l'huile de neem (**Schmutterer, 1988**). Seuls quelques triterpènes communs sont largement répartis entre les plantes. Il s'agit notamment des amyrines (**Boar and Allen, 1973**) et des acides uranique et oléanique (**Liu, 1995**), qui sont communs dans les cires issues des feuilles et de la peau de certains fruits. Selon **Miro (1995)**, d'autres triterpènes comprennent les limonines et les cucurbitacines, considérés comme des antagonistes puissants des hormones stéroïdes d'insectes (**Figure 19**).

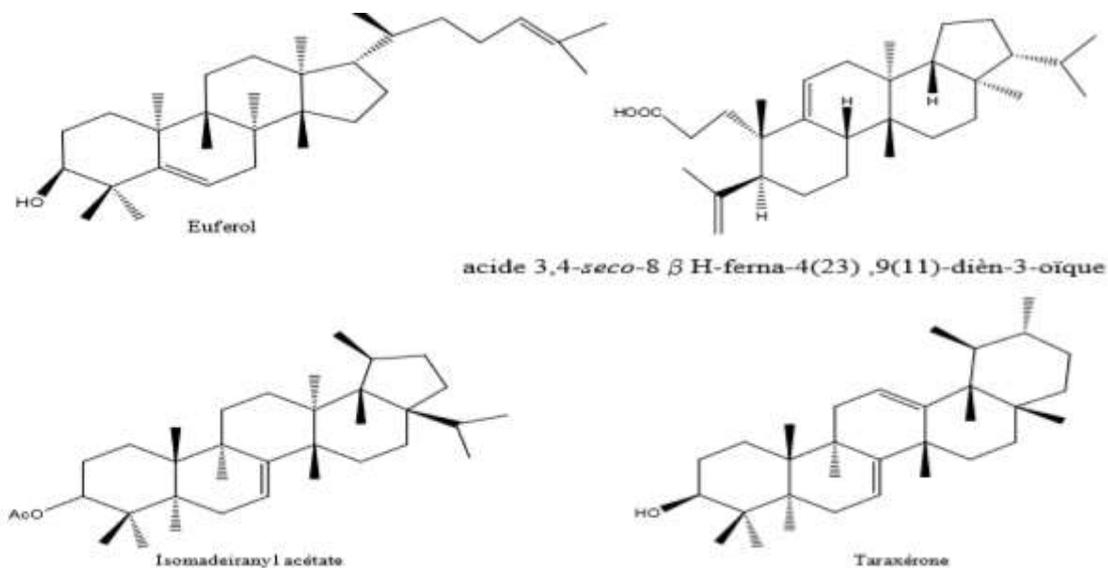


Fig. 19: Structures de quelques triterpènes tétracycliques et pentacycliques.

-Tétraterpènes

Selon **Britton, (1995)**, les tétraterpènes les plus courants sont les caroténoïdes. Il agit d'un groupe largement distribué de composés dont la chaîne carbonée est en C₄₀. Les caroténoïdes sont généralement dérivés du lycopène. La cyclisation à une extrémité donne un γ -carotène et celle aux deux extrémités fournit du β -carotène. Ce pigment a été isolé pour la première fois en 1831. Il est pratiquement universel dans les feuilles des plantes supérieures. Comme le montre

la structure du polyène, de nombreux isomères sont possibles pour ces structures de base, qui peuvent tous fournir des pigments aux couleurs vives. Dans les plantes, les caroténoïdes servent de pigments nécessaires à la photosynthèse, où ils sont censés protéger les plantes contre la suroxydation catalysée par d'autres pigments absorbant la lumière, comme les chlorophylles. Ils sont également responsables des couleurs variant du jaune au rouge dans les fleurs et les fruits. Cette coloration notamment celle des fleurs attire les pollinisateurs et sert de source d'aliments pour les herbivores, aidant ainsi à la dispersion des graines. Les tétraterpènes sélectionnés sont présentés à la (**Figure 20**).

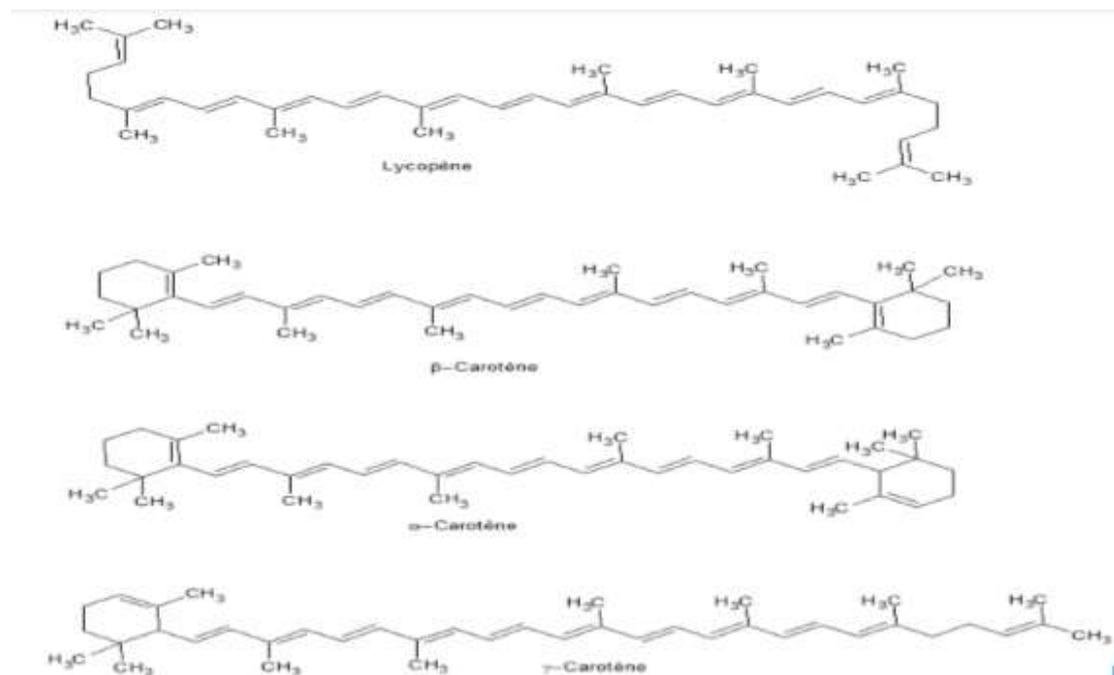


Fig. 20: Structures de quelques tétraterpènes.

*MATÉRIELS ET
MÉTHODES*

Chapitre II: Matériel et méthodes

II.1 Matériel

II.1.1 Matériel biologique

II.1.1.1 Matériel végétal

L'espèce prise en considération est *Anvillea radiata*. La récolte et le stock de la plante est devrait être effectuée très soigneusement de manière à ne pas détériorer les éléments organiques et minéraux présents dans la plante. Les feuilles devraient être coupées en petits morceaux, broyées grossièrement dans un moulin électrique, puis pesées.

II.1.1.2 Matériel microbiologique

Un certain nombre de souches bactériennes devraient être utilisées.

II.1.2 Matériel non biologique

La réalisation de cette étude nécessite un ensemble d'appareils, de réactifs, de produits chimiques et de verreries.

II.2 Méthode

Beaucoup de métabolites secondaires sont aussi important pour l'alimentation humaine, ainsi que dans les domaines pharmaceutique, médical et protection des végétaux. En outre, ils font partie des drogues, des colorants, des arômes, et des parfums et insecticides. Cette appréciation croissante des effets biologiques hautement diversifiés de ces produits naturels a permis une réévaluation des rôles joués par ces composés chez les végétaux. (Croteau et al., 2000).

A travers cette étude on s'intéresse à l'extraction des métabolites secondaires, en particulier les flavonoïdes et les huiles essentielles.

II.2.1 Tests phytochimiques et préparation des extraits

Les tests phytochimiques, ou tests préliminaires permettent de détecter la présence ou l'absence des constituants chimiques ; essentiellement les composés phénoliques comme les tanins, les alcaloïdes et en particulier les flavonoïdes. La mise en évidence des composés chimiques est effectuée par des tests réalisés généralement sur des extraits déjà préparés, par épuisement à chaud ou macération à froid, ou directement sur la poudre d'échantillon à analyser.

La préparation des extraits pourrait être réalisée par une des méthodes suivantes :

II.2.1.1 Infusion

Une infusion se fait essentiellement avec les fleurs et les feuilles des plantes, en versant de l'eau bouillante sur la partie traitée de la plante et en laissant infuser entre 10 et 20 minutes (**Nogaret, 2003**).

II.2.1.2 Décoction

Cette méthode s'applique essentiellement sur les parties souterraines et les écorces des plantes. Ces parties libèrent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion. Elle consiste à extraire les propriétés des plantes en les laissant infuser dans l'eau qu'on porte à ébullition, laisser refroidir et filtrer (**Nogaret, 2003**).

II.2.1.3 Macération

Ces préparations s'obtiennent en mettant à tremper une certaine quantité d'herbes sèches ou fraîches dans un liquide présenté par l'eau, le vin ou l'alcool, tout en les laissant en contact pendant un temps plus ou moins long. Cette méthode est particulièrement indiquée pour les plantes riches en huiles essentielles pour profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent (**Delille, 2007**).

II.2.1.4 Cataplasme

Les plantes sont hachées grossièrement. Puis, elles sont mises à chauffer dans une casserole recouvertes d'un peu d'eau. On laisse frémir deux à trois minutes. Ensuite, on presse les herbes. Puis, on les place sur l'endroit à soigner. A la fin, on couvre avec une bande ou un morceau de gaze (**Nogaret, 2003**).

II.2.2 Mode opératoire des tests phytochimiques

Selon **Trease et Evans (1987)**, l'épuisement est réalisé dans un ballon surmonté d'un réfrigèrent contenant le matériel végétale en présence des solvants suivants; eau, éthanol et éther d'éthyliques. L'ensemble sera porté à reflux pendant une heure pour chaque solvant. Les extraits sont été filtrés, concentrés à l'aide d'un rotavapeure, stockés, puis soumis aux différents tests (**Tableau 2**). C'est un ensemble de tests colorimétrique et de précipitation effectués soit sur la poudre, soit sur l'infusé à 5%. Cette méthode qualitative permet de mettre en évidence la présence ou l'absence des métabolites primaires et secondaires. La méthode utilisée dans cette étude est adoptée par **Tona et al., (1998)** et **Longaga et al., (2000)**, dans laquelle l'infusé à 5% est préparé en mettant une quantité de poudre végétale dans l'eau distillée bien chauffée, après quelques minutes, le mélange est filtré par un papier filtre et le filtrat résultant est ajusté à 100 ml d'eau distillée.

Tableau 2: Méthode de screening phytochimique de la plante *Anvillea radiata*

Composés mis en evidence	Réactive ajoutés
Tanins	Un volume de l'infusé + 2 à 3 gouttes de solution de FeCl ₃ diluée.
Flavonoïdes	Ajouter quelque goutte d'HCl concentré et tournures de Mg à l'infusé préparé.
Polyterpènes	Evaporer un volume d'extrait alcoolique, traites les résidus obtenu avec le chloroforme anhydre puis filtrer. Mélanger volume de la solution chloroformique.
Huiles essentielles (H.E)	Evaporer un volume de solution éthérique. Le résidu ainsi obtenu est dissout dans l'éthanol. La solution éthanolique obtenue est ensuite concentrée à sec.
Alcaloïdes	Macérer une quantité de la poudre sèche dans de l'HCl à 1%, pendant 2h. Après filtration, on ajoute au filtrat, le réactif de Mayer (quelques gouttes).

II.2.3 L'extraction (Soxhlet)

Selon **Handa (2008)**, l'extraction est désignée par la séparation des parties actives de tissus végétaux des composants inactifs ou inertes à l'aide de solvants sélectifs, traditionnellement l'eau, les huiles végétales. 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. L'extraction à l'aide d'un appareil de type Soxhlet est une technique couramment utilisée pour isoler des composés actifs d'origine végétale sans les dégrader. Différents extraits sont obtenus par cette technique et un extrait aqueux est préparé par décoction. (**Figure 21**). L'extraction au Soxhlet a été retenue comme technique d'extraction car elle favorise l'extraction relativement complète des métabolites présents dans la matrice végétale. Les extractions au Soxhlet ont été effectuées de façon séquentielle, en utilisant des solvants de polarité croissante. Les solvants utilisés étaient

le chloroforme (CHCl_3), l'acétate d'éthyle (AcOEt) et le méthanol (MeOH). Cette approche d'extraction permet de fractionner grossièrement les divers produits naturels de la matrice végétale.

Le corps de l'extracteur, contient une cartouche en cellulose remplie de la matière végétale délipidée en poudre, cette cartouche est fixée sur un réservoir (ballon) contenant de solvant et est surmonté d'un réfrigérant. Le solvant est vaporisé puis condensé tout en restant en contact avec le matériel végétal. La solution collectée dans le ballon s'enrichit de plus en plus en soluté à chaque cycle d'extraction et le matériel végétal est toujours en contact avec du solvant fraîchement distillé. L'extraction est terminée lorsque le solvant d'extraction devient de plus en plus clair c'est-à-dire sans une proportion significative de soluté. Après évaporation du solvant organique sous pression réduite à 45°C , le résidu sec de chaque solvant est pesé puis solubilisé dans l'éthanol à une concentration donnée.



Fig. 21: Présentation du Soxhelet.

II.2.3.1 Méthodes d'extractions

L'extraction est effectuée par l'utilisation d'un solvant organique. Deux méthodes d'extraction ont été requises pour l'extraction des principes actifs.

II.2.3.1.1 Extraction solide-liquide (Macération)

L'extraction solide-liquide est une opération de transfert de matière entre une phase qui contient la matière à extraire «solide» et un solvant d'extraction «liquide». Le but de cette opération est d'extraire et de séparer un ou plusieurs composants mélangés à un solide dans un solvant (Chemat, 2014). La macération est une méthode qui consiste à laisser la poudre de plante en contact prolongé avec un solvant (Lagnika, 2005). Le choix du solvant est orienté par les caractéristiques chimiques spécifiques pour chaque famille de métabolites secondaires, généralement les solvants les plus utilisés sont l'éthanol, le méthanol ou même l'eau pour l'extraction des composés polaires et le dichlorométhane pour l'extraction des composés non polaires (Risvall et al., 2005).

Rebaya et al., (2015) notent que l'éthanol possède l'avantage d'être plus facilement éliminé, dans le cas où l'on veut concentrer l'extrait. L'utilisation de l'eau est intéressante si l'on veut fractionner la solution obtenue. Cette méthode consiste à émerger une quantité de poudre de la plante étudiée dans du méthanol pendant 24 heures à température ambiante. Ensuite la filtration est réalisée sur papier filtre et le solvant est récupéré du filtrat par évaporation dans un rotavapor. L'extrait obtenu sera conservé à 4°C jusqu'à l'utilisation (Figure 22).

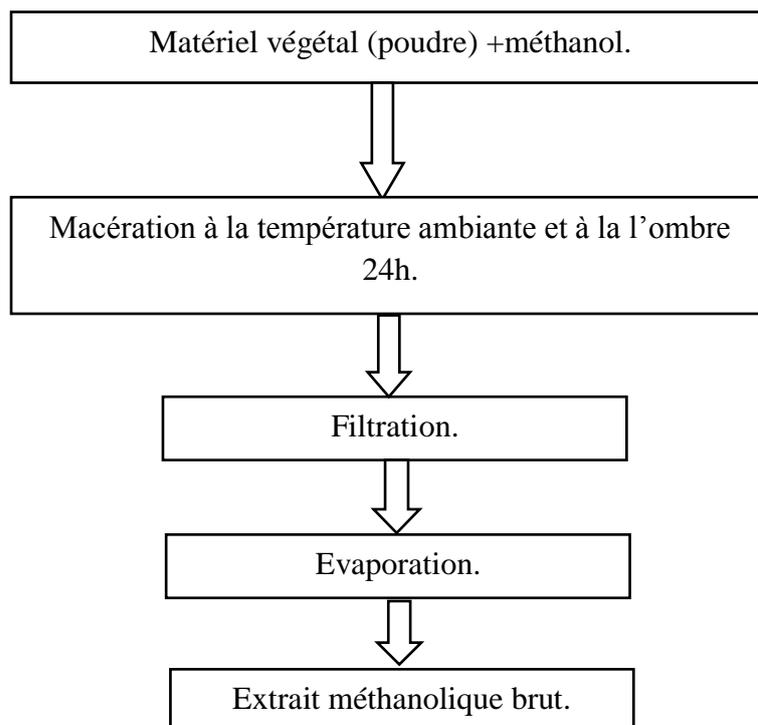


Fig. 22: Protocole de préparation de l'extrait méthanolique par macération.

II.2.3.1.2 Extraction liquide-liquide

L'extraction liquide-liquide est la plus simple des méthodes de séparation. Elle consiste à faire passer des métabolites (solutés) dissous dans une phase liquide, dans une seconde phase liquide non miscible avec la première. En pratique, les solutés sont souvent dans une phase aqueuse. Un solvant organique est utilisé pour les extraire (**Lide, 1996**). Cette étape permet de séparer les polyphénols selon leur structure et leur degré de polymérisation, en les affrontant avec plusieurs solvants allant du moins polaire au plus polaire.

II.2.3.2 Extraction des flavonoïdes

Tous les flavonoïdes n'ont pas la même propriété de solubilité car certains flavonoïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool. Alors que d'autres ont des propriétés hydrosolubles extrêmement faibles. De ce fait, le principe utilisé pour l'extraction des flavonoïdes est basé sur le degré de solubilité des flavonoïdes dans les solvants organiques (**Ferhat, 2009**). Suivant le protocole d'extraction décrit par (**Merghem et al., 1995**), (**Figure 23**) le matériel végétal broyé est soumis à une extraction par macération dans le mélange éthanol / eau pendant 72 heures avec renouvellement de solvant chaque 24 heures et agitation de temps en temps. Les macéras sont réunis puis ils sont filtrés sur un papier filtre. Les filtrats sont évaporés presque à sec au moyen d'un évaporateur rotatif. Le résidu sec est repris dans de l'eau distillée bouillante (l'intérêt de l'utilisation de l'eau distillée bouillante c'est pour assurer la récupération des composés restés accolés à la paroi du ballon d'évaporation), après une décantation de toute une nuit on récupère la phase limpide qui va subir des affrontements par des solvants de polarité croissante :

- Affrontement par éther de pétrole

Benkiki (2006) mentionne que l'éther de pétrole est utilisé pour enlever les impuretés présentés par les composés non phénoliques qui compliquent les épreuves chromatographiques. La phase organique est supérieure et la phase aqueuse est inférieure. Cette phase est ensuite rejetée.

- Affrontement par acétate d'éthyle

Il entraîne les aglycones, mono-O-glycosides et partiellement les di-O-glycosides présents dans les extraits éthanoliques. La phase d'acétate est supérieur et l'aqueuse est inférieure (**Benkiki, 2006**).

- Affrontement par méthyléthylcétone

Ce solvant est utilisé pour extraire les composés plus polaires qui sont le reste des di-o-glycosides, tri-o-glycosides et c-glycosides. La phase organique est supérieure et la phase aqueuse est inférieure. Ces affrontements se font dans une ampoule à décanter. La phase aqueuse et le solvant (V/V) sont mélangés en laissant sortir à chaque fois les gaz des produits. Après une demi-heure, on récupère séparément la phase eau et solvant utilisé chargé de ses composés spécifiques.

La phase d'éther de pétrole qui ne renferme pas de composés phénoliques est rejetée. Quant aux autres phases, elles sont évaporées à sec. Les extrais obtenus sont repris dans 5ml d'éthanol pour le diagnostic chromatographique ultérieurement (Benkiki, 2006).

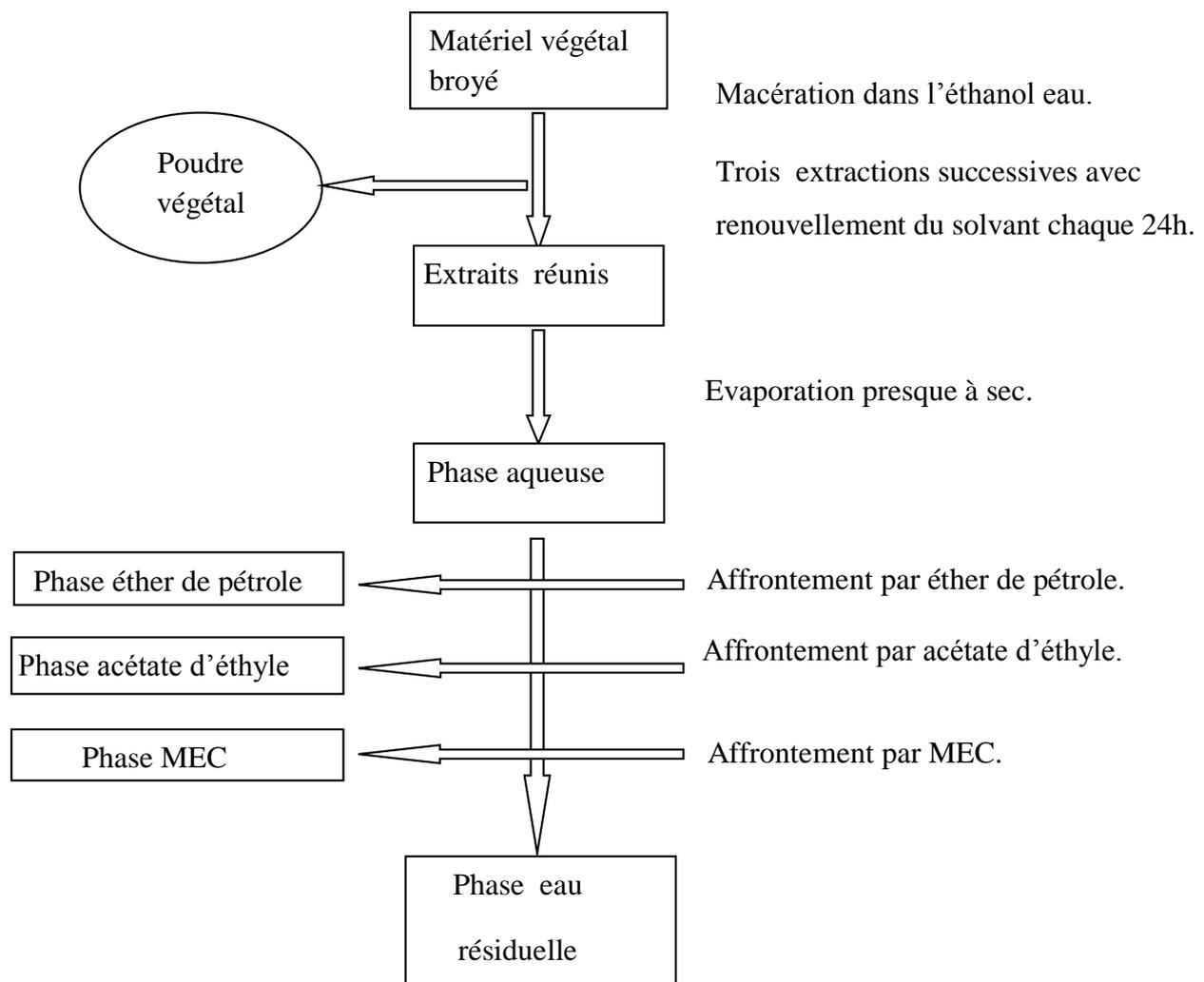


Fig. 23 : Protocole d'extraction des flavonoïdes (Merghem et al., 1995).

II.2.3.2.1 Dosage des flavonoïdes

L'estimation quantitative des flavonoïdes contenus dans les extraits est réalisée suivant une méthode colorimétrique du trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ (Kosalec et al., 2004) avec une légère modification. On met 1 ml d'extrait (préparé dans le méthanol) et on ajoute à 1 ml d' $AlCl_3$ à 2%. Puis, le mélange est vigoureusement agité. L'ensemble est incubé à l'ombre à la température ambiante pendant 30 minutes. Ainsi, l'absorbance est lue à 430 nm. La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un flavonoïde standard soit la quercétine. La teneur en flavonoïde est exprimée en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g MS).

II.2.3.3 Extraction des huiles essentielles

Plusieurs méthodes sont connues pour extraire les essences aromatiques des végétaux. Les principales méthodes d'extraction sont basées sur l'entraînement à la vapeur d'eau, l'expression, la solubilité et la volatilité. Chacune d'elles donne une image différente de la composition de l'huile essentielle du produit.

Le choix de la méthode la mieux adaptée à l'extraction de l'huile essentielle d'un végétal se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire et de l'usage de l'extrait (Bruneton, 2012).

II.2.3.3.1 Méthodes d'extraction

Il existe des méthodes de distillation qui reposent sur le principe d'entraînement des constituants volatils du matériel végétal par la vapeur d'eau, dont on développe la méthode d'hydrodistillation.

-Hydrodistillation simple

La méthode par hydrodistillation est traditionnellement la plus couramment utilisée. On a environ 80% des cas, car il s'agit de la méthode la plus économique (Kaloustian, 2012). Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter intact ou éventuellement broyé dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Fekih, 2015). Celle-ci se produit dans l'appareil de Clevenger et consiste à porter à ébullition l'eau à laquelle est mélangée la poudre dans un ballon de laboratoire, grâce à un chauffe ballon. Les vapeurs hétérogènes ascendantes provenant du ballon progressent puis se condensent sur

la surface froide du réfrigérant. Le condensat est récupéré ou l'huile essentielle se sépare de la phase aqueuse grâce à leurs différences de densité.

L'eau en excès retourne dans le ballon avec un robinet à 3 voies (**Figure 24**).



Fig. 24: Le Clevenger (hydrodistillateur standardisé).

II.2.4 Activité antimicrobienne

Les qualités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser (**Haddouche, 2008**). Ces dernières années, il y'a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistants aux antibiotiques.

Une des approches courantes pour la recherche des substances biologiquement actives est le criblage systématique des micro-organismes ou les plantes. Ces plantes sont des sources de beaucoup d'agents thérapeutiques utiles (**Sagdic et al., 2002**).

En particulier, l'activité antimicrobienne des huiles et des extraits de plantes ont formé la base de beaucoup d'applications à savoir pharmaceutiques, médicales, thérapeutiques et agroalimentaires (**Sagdic et al., 2002**).

II.2.5 Techniques d'études du pouvoir antimicrobien

Les techniques antimicrobiennes ont pour but de rechercher l'activité biologique de chaque extrait des feuilles et des tiges vis-à-vis des différents microorganismes tels que les bactéries et les moisissures. (Figure 25)

Deux méthodes différentes sont employées :

II.2.5.1 La méthode de diffusion sur disque en milieu gélosé

L'activité antimicrobienne des extraits a été testée in vitro par la méthode de diffusion sur gélose (Osato 2009, Liao *et al.*, 2010). Cette méthode repose sur le même principe que celui des tests d'antibiogramme, c'est-à-dire l'application de patches imprégnés d'extraits de plantes sur des milieux de cultureensemencés de microorganismes. Elle permet de déterminer l'activité inhibitrice de croissance bactérienne par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour du disque (Sharififar *et al.*, 2007).

II.2.5.1.1 Préparation d'inoculum bactérien

Selon, Lesueur *et al.*, (2007), les souches bactériennes ont été revivifiées dans un bouillon nutritif à 37°C pendant 24 heures. Puis des gouttelettes de suspension bactérienne sontensemencées en strie (méthode des stries) dans des boîtes de pétri contenant le milieu Mueller Hinton. Après incubation, un ou plusieurs colonies bien isolées de chaque type de bactéries sont prélevées et mises en culture dans 10 ml de bouillon nutritif. Après 24 heures d'incubation à 37°C dans l'étuve, on effectue des dilutions de la suspension afin de standardiser l'inoculum. Ce dernier doit être dilué pour mesurer leur densité optique à l'aide d'un spectrophotomètre.

II.2.5.1.2 Protocole expérimental

Les extraits de plante; méthanolique, chloroformique, acétate d'éthylique et butanolique sont dissous dans le diméthylsulfoxyde (DMSO). Chaque extrait est dissous dans un 1 ml du solvant indiqué.

Des disques de 6 mm de diamètre découpés à partir de papier Wattman, stérilisés et imprégnés à raison de 15 µL par disque de différentes concentrations d'extrait aqueux (100 mg/ml, 50 mg/ml et 25 mg/ml) sont déposés à la surface d'un milieu préalablementensemencé. Ainsi, chaque boîte reçoit quatre disques.

Après une incubation à 37°C pendant 24 h, les zones d'inhibition formées autour des disques ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse. Chaque essai a été répété trois fois dans les mêmes conditions expérimentaux (Bammou *et al.*, 2014).

Le tableau suivant montre la sensibilité des souches aux différents extraits

Tableau 3 : Estimation de la sensibilité des souches (Moreira et al., 2005).

Diamètre de la zone d'inhibition (mm)	Sensibilité des souches
d<7	non sensible / résistante (-)
d [7-14]	sensible(+)
d [15-19]	très sensible (++)
d> 20	extrêmement sensible (+++)

II.2.5.1.3 Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La CMI est définie comme étant la concentration minimale de l'extrait qui inhibe la croissance d'au moins 90 % de la population bactérienne après un temps d'incubation de 18 à 24 heures à 37°C (Skandamis et al., 2001). La détermination des CMI des extraits de plantes, vis-à-vis des souches bactériennes été réalisée selon la technique de la macro méthode de dilution en milieu liquide (Doughari et Manzara, 2008).

II.2.5.2 Méthode de micro-dilution en milieu liquide

Selon (Okusa et al., 2007), la méthode en milieu liquide a pour objectif de déminer les valeurs des paramètres antimicrobiens dont la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB).

II.2.5.2.1 Protocole expérimental

Chaque tube estensemencé à l'aide d'un inoculum standardisé d'un nombre précis de cellules. Après homogénéisation, le mélange fut incubé à 37°C pendant 3 à 5 heures pour donner une suspension à partir de laquelle 1 ml fut prélevé et ajouté à 9 ml de bouillon

Mueller-Hinton. La gamme de concentrations finales s'échelonne de 100 mg/ml à 6,25 mg/ml. Après une incubation de 18 à 24 heures à 37°C, la CMI des extraits est déterminée macroscopiquement via observation de turbidité. Elle correspond à la concentration du premier tube où aucune croissance du germe testé n'est visible à l'œil nu (Chabbert, 1982).

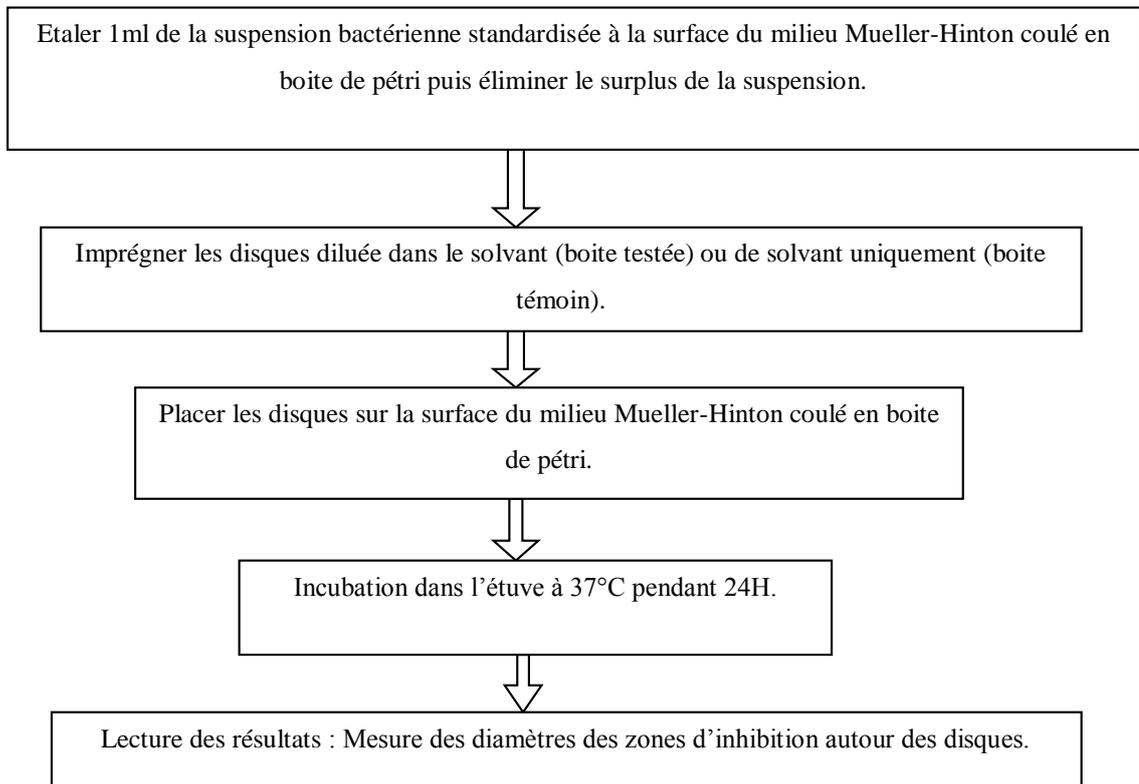
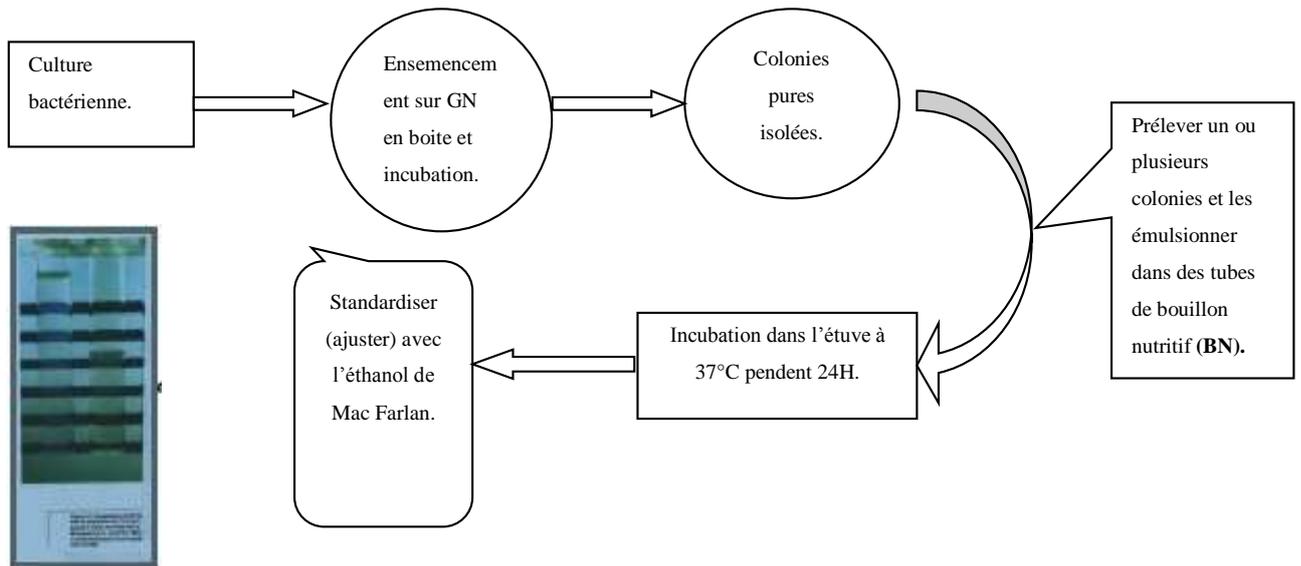


Fig. 25: Protocole représentant les étapes du test de l'activité antimicrobienne.

SYNTHESE

Chapitre III : Synthèse

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existants chez la plante par les réactions qualitatives de caractérisation. Des tests phytochimiques réalisés par **Mebarki et al., (2013)** ont montré qu'*Anvillea radiata* contient des tanins, des flavonoïdes, des acides gras, des stérols et des saponosides. Ils ont signalé l'absence de composés réducteurs et les alcaloïdes dans les fleurs actives spécifiques à chaque famille de composé.

A. radiata est riche en flavonoïdes. Ce sont des molécules intéressantes avec de nombreuses activités biologiques. Ainsi, la teneur en métabolites secondaires dépend de plusieurs facteurs comme l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques soit la température et l'humidité, l'espèce végétal elle-même, l'organe végétal, le stade de développement, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (**Granger et al, 1973 ; Rosua et Granados, 1987 ; Fournier et al., 1989 ; khajeh et al., 2004 et 2005 ; Viljoen et al., 2006 ; Sefidkon et al., 2007**). Ainsi, la teneur en métabolites secondaires est liée au moment de la récolte. En ce qui concerne les huiles essentielles, les sommités fleuries et les feuilles doivent être récoltées avant la floraison. Car selon **Salle et Pelletier (1991)**, après la floraison, 70% des huiles essentielles s'évaporent dans l'air. Par contre, la plante entière est généralement récoltée pendant la floraison (**Flück, 1942**). L'activité antimicrobienne était déterminée par la présence ou l'absence de zone d'inhibition autour des disques. L'extrait aqueux des feuilles d'*A. radiata* peut être expliqué par la présence dans celles-ci de substances hydrosolubles dotées d'une action inhibitrice sur la croissance bactérienne. Différentes études ont révélé que tous les extraits d'*A. radiata* montrent une inhibition de la croissance vis-à-vis de toutes les espèces avec des zones d'inhibition variantes, notamment l'extrait butanolique et l'extrait méthanolique.

De même pour certain germe pathogène, on peut remarquer une activité antimicrobienne très intéressante pour les deux extraits ; méthanolique et butanolique. En outre, les bactéries à Gram (+) ont été plus sensibles que celles à Gram (-). Cette sensibilité est en relation avec la capacité du génotype de la souche bactérienne à développer une résistance, la composition de l'extrait et la concentration des métabolites (**Al-Reza et al., 2010**).

En effet, il a été rapporté que la partie aérienne d'*A. radiata* contient divers composés chimiques à savoir les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpénoïdes, les saponines, les stérols et les tanins (**Djellouli et al., 2013**). Aussi, l'extrait au méthanol d'*A. radiata* obtenu par macération a montré une bonne activité contre les bactéries Gram (-) (**Javidnia et al., 2009**).

Une recherche supplémentaire sur la composition chimique de chaque extrait est plus que nécessaire pour comprendre l'évaluation de composés présentant une activité antimicrobienne.

Par ailleurs, les tests d'activité antimicrobienne effectués selon la méthode de diffusion en puits par **Rustaiyan et al., (2011)** ont montré que l'huile essentielle de feuilles d'*A. radiata* était très active sur des souches bactériennes Gram (+) et Gram (-). Les mêmes auteurs ont confirmé que les extraits chloroformiques de la partie aérienne d'*A. radiata* ont une maximum d'activité antibactérienne que les extraits méthanoliques et acétoniques. En outre, l'effet antibactérien des extraits de plantes dépend d'un certain nombre de facteurs tels que, la période de récolte, les conditions édaphoclimatiques, la méthode d'extraction, la composition chimique, la solubilité dans les divers solvants, ainsi que les types de microorganismes testés et les conditions de réalisation des tests (**Al-Reza et al., 2010 ; Obeidat et al., 2012**).

Les travaux obtenus montrent que les extraits chloroformique et acétate d'éthyle ont un effet inhibiteur élevé envers la croissance de toutes les souches bactériennes par- rapport aux extraits polaires à savoir l'extrait méthanolique et l'extrait butanolique. Plusieurs études ont rapporté aussi que les extraits aqueux de différentes plantes de la famille des Astéracées ne présentent aucune activité antibactérienne. Alors que les extraits organiques et les huiles essentielles de ces plantes inhibent très significativement la croissance des souches testées (**candan et al., 2003**), (**Sokmen et al., 2004**).

CONCLUSION

Conclusion :

Conclusion

Les plantes médicinales sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments. Elles restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à l'étude des effets biologiques notamment l'activité antimicrobienne d'*Anvillea radiata* de la famille d'*Asteraceae*.

Les tests phytochimiques réalisés par les réactions de caractérisation ont permis de caractériser la présence des différentes familles de composés, comme les flavonoïdes, les saponosides, les tanins et les terpènes en quantités variables dans la partie aérienne de la plante.

L'étude de l'activité antibactérienne sur les différentes souches pathogènes montre que l'extrait chloroformique et l'huile essentielle de la plante possède une bonne activité antimicrobienne.

En se basant sur des données bibliographiques, on note que les extraits d'*Anvillea radiata* ont des bonnes activités biologiques en particulier la fraction acétate d'éthyle. Ainsi, il apparaît que le macérât des feuilles d'*Anvillea radiata* possède un important pouvoir antibactérien dépendant des germes pathogènes résistants aux antibiotiques, avec des diamètres d'inhibition élevés et des CMI moyennes.

Aussi, cette étude bibliographique confirme d'une part l'efficacité de l'usage de la partie aérienne notamment les feuilles d'*A. radiata* en pharmacopée traditionnelle et d'autre part ouvre la perspective d'élaboration de nouveaux produits antibactériens.

Toutefois, ce travail ne constitue qu'une première étape dans la valorisation de cette espèce. Cette analyse trouve une importante application dans l'industrie pharmaceutique, comme elle peut trouver aussi une application dans l'industrie alimentaire.

Références
bibliographies

Références Bibliographiques :

A

- Al-Reza S. M., Rahman A. and Kang S.C. (2010)** -Inhibition of plant pathogens in vitro and in vivo with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L: Pesticide Biochemistry and Physiology, Vol 96: 86-92.
- Anderberg, 1982**- the genus *Anvillea* (Compositae).Nordic Journal of Botany 2; 297-305.
- Ansari K N. (1997)** - The free radicals-the hidden culprits-an update. Indian Journal of Medical Sciences, 51, 319-336.
- Arous S, (2012)** - Etude phytochimique et évaluation de l'activité antiradicalaire des extraits de *Fredolia aretioides* [en ligne]. Thèse de Master. Tlemcen : Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, 2012, 60 p Disponible sur : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/6445/1/Arous-Sofiane.pdf> (consulté le 29.11.2015).

B

- Bammou, M., Sellam Khalid, El-Rhaffari Lhoussaine, Echchagadda Ghizlane, Ibjibjen Jamal, Nassiri Lai (2014)** -*Antibacterial activity (in vitro) of the aqueous extract of leaves of Anvillea radiata (Coss & Dur) on antibiotic-resistant bacteria*, ScienceLib Editions Mersenne vol: 6:140503 : 2111-4706 .
- Barkely T.M., Brouillet L., Strother J.L. (2006)** - Flora of North America, *Asteraceae* Family. 19, 3-69.
- Barreda., Luis P., Maria CT., Eduardo B.O., Ian R., Félix F., Viviana D. (2015)** - Early evolution of the angiosperm clade *Asteraceae* in the *Cretaceous* of Antarctica. 112(35), 10989–10994.
- Belaiche P. (1979)** - Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromathérapie. (1984) - Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes. Maloine S.A. éditeur. Paris p 544 matogramme .éd. Maloine. Paris.
- Bellakhdar J, 1997** -la pharmacopée marocaine traditionnelle. Ed Ibis press ; p179.
- Benkhigui O., Hachi M., Fadli M., Douira A., Zidane L. (2016)** -Catalogue of the medicinal plants used in the treatment of urinary infections in the area of Al-Haouz Rhamna (central Morocco). *European Journal of Botany Plant Sciences and Phytology*, 3(1), 1-49.
- Benkiki N., 2006** - Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes: *Rutamontana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. Thèse de doctorat, Univ. HaDj Lakhdar, Batna.
- Boar, R.B., Allen, J., 1973.** -β-Amyrin triterpenoids. *Phytochemistry* 12, 2571–2578.

Références Bibliographique :

- Bohlmann, J., Meyer-Gauen, G., Croteau, R., 1998-** Plant terpenoid synthases: molecular biology and phylogenetic analysis. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95, 4126–4133.
- Bougatef, A., Hajji, M., Lassoued, I., Triki-Ellouz, Y., Nasri, M. (2009)** - Antioxidant and free radical-scavenging activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases. *Food. Chem.*, 114: 1198-1205.
- Bouhadjera K., (2005)** -Contribution à l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales sahariennes *Oudneya africana* R.Br. et *Aristida pungens* L, Thèse de doctorat, université de Tlemcen.
- Bouhroum M., 2007** -Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes ; *Rhantherim adpressum* et *Ononis anfastissima*. Mémoire de Doctorat en biochimie vétale, Université de Constantine, Algérie, 75p.
- Boullard B. (2001)** -Plantes médicinales du monde. Croyances et réalités.
- Brielmann, H.L., Setzer, W.N., Kaufman, P.B., Kirakosyan, A., CsekeLJ, P., 2006** -The chemical components of plants. *Nat. Prod. Plants* 1–50.
- Britton, G., 1995-** Structure and properties of carotenoids in relation to function. *FASEB J.* 9, 1551–1558.
- Bruneton J. (1999)** -Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
- Bruneton J. (2015)** -Pharmacognosie (5° Éd.) Phytochimie - Plantes médicinales, Tec and Doc, Lavoisier, Paris.1504pp.
- Bruneton, J. (1999)** -Pharmicognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p 1120.
- Brunton J, (2012)** -Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3ème édition. Paris

C

- Candan F, Unlu M, Tepe B, Daferera D, Polissiou M, Sökmen A and Akpulat H A(2003).** Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* Afan. (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 87, 215-220.
- Chabbert Y. A. (1982)** -Sensibilité bactérienne aux antibiotiques : Bactériologie médicale. Flammarion, Paris : pp.204-212.
- Chaudhry.P.S, Cabrera.J, Juliani.H.R, Varma.S. D (1983)**-Inhibition of human lens aldose reductase by flavonoids, sulindac and indomethacin. *Biochem Pharmacol.* 1983 32: 1995.

Références Bibliographiques :

- Chemat F., 2014** - Éco-extraction du végétal. Procédés innovants et solvants alternatifs. Coll. Technique et ingénierie, Paris, 336 p.
- Chu W L, Lim Y W, Radhakrishnan A K and Lim P E (2010)** -Protective effect of aqueous extract from *Spirulina platensis* against cell death induced by free radicals. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **10** (53), 2-8.
- Connolly, J.D., Hill, R.A., 2005**- Triterpenoids. *Nat. Prod. Rep.* **22**, 487–503.
- Cowan M. M. (1999)** -Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. **12**(4), 564-582.
- Crews, P., Naylor, S., 1985** - Sesterterpenes: An Emerging Group of Metabolites from Marine and Terrestrial Organisms, in: *Fortschritte Der Chemie Organischer Naturstoffe / Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*, *Fortschritte Der Chemie Organischer Naturstoffe / Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*. Springer, Vienna, pp. 203–269. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8815-6_3.
- Croteau R., Kutchan T.M., Lewis N.G. (2000)** -Natural products (Secondary metabolites). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, **24**, 1250-1251.
- Crowell, P.L., Gould, M.N., 2004**- Cancer Chemopreventive Activity of Monoterpenes and Other Isoprenoids, in: *Cancer Chemoprevention*. Springer, pp. 371–378.
- Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H., 2008**- Plant secondary metabolites: occurrence, structure and role in the human diet. John Wiley & Sons.

D

- Da silva.E.J.A, Oliveira.A.B, Lapa.A.J (1994)** -Pharmacological evaluation of the anti-inflammatory activity of a citrus bioflavonoid, hesperidin, and the isoflavonoids, dauricin and claussequinone, in rats and mice. *J. Pharm. Pharmacol.* **1994** **46**(2): 118-22.
- De Rijke E, Out P, Niessen W M A, Ariese F, Gooijer C, Brinkman U A T (2006)** - Analytical separation and detection methods for flavonoids, *Journal of Chromatography A*, **1112**, 31–63.
- Delille L., 2007** - Les plantes médicinales d'Algérie. Éd. BERTI, Alger, 122 P.
- Dictionnaire de l'Académie française, 2016.**
- Djellouli M., Moussaoui A., Benmehdi H., Ziane L., Belabbes .A, Badraoui M., Slimani N., and Hamidi N. 2013**- Ethnopharmacological study and phytochemical screening of three plants (Asteraceae family) from the region of South West Algeria: *Asian journal of natural & applied sciences*, Vol 2: 59-65.

Références Bibliographique :

-Djellouli M., Moussaoui A., Benmehdi H., Ziane L., Belabbes .A, Badraoui M., Slimani N., and Hamidi N. (2013) -Ethnopharmacological study and phytochemical screening of three plants (Asteraceae family) from the region of South West Algeria: Asian journal of natural & applied sciences, Vol 2: 59-65.

-Doughari J., and Manzara S. (2008) -In vitro antibacterial activity of crude leaf extracts of *Mangifera indica* Linn: African journal of Microbiology research, Vol 2: 067-072.

-Douira A., Zidane L. and Ghourri M. 2013- Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète au Sahara Marocain (Tan Tan): Journal of Animal & Plant Sciences, Vol 17: 2388-2411.

E

-El Rhaffari L. and Zaid A. 2002- Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet): Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée: 293-318.

F

-Fabian, D.; Sabol, M.; Domaracké, K.; Bujnéková, D. 2006. Essential oils - their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and effect on intestinal cell viability. Toxicol. In vitro 20, 1435-1445.

-Favier A., (2003) -Le stress oxydant, Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique, l'actualité chimique.108-115.

-Fekih N, (2015) -Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre *Pinus* poussant en Algérie [thèse].Tlemcen : Université Abou Bekr Belkaid.

-Ferhat M., 2009 - Recherche de substances bio actives de *centaurea microcarpa* coss et dur. Etude supérieur de biochimie, Univ. Mohamed Boudiaf, Mssila.

-Ferhet M., Kadi I. et Lahouaou A. (2009) -Recherche de substances bioactives de l'espèce *centaurea microcarpa* Coss et Dur. Le Diplôme des Etudes supérieures en biologie (DES). Université Mohamed Boudiaf- Msila. Facultés des sciences et des sciences de l'ingénieur. Département de biologie.

-[file:///C:/Users/ALGER/Desktop/selossetannins2008\(1\).pdf](#)

-Floss H.G., 1997- Natural products derived from unusual variants of the shikimate pathway. Natural Product Reports., 14 : 433-434.

Références Bibliographie :

- Flück H. (1942)** – Nos plantes médicinales. Traduit par Weitzel R., librairie Payot, Lausanne, pp. 8-14.
- Fournier G., Habib J., Reguigui A., Safta F., Guetari S., et Chemli R. (1989)** – étude de divers échantillons d'huile essentielle de *Rosmarinus* de Tunisie. Plantes médicinales et phytothérapies, XXIII (3): 180- 185.
- Fraga, B.M., 2003**- Natural sesquiterpenoids. Nat. Prod. Rep. 20, 392–413.

G

- Galati.E.M, Monforte.M.T, Kirjavainen. S, Forestieri.A.M, Trovato.A, Tripodo.M.M (1994)** - Biological effects of hesperidin, a citrus flavonoid. (Note I): antiinflammatory and analgesic activity. Farmaco. 1994 40(11): 709-12.
- Garnero J. (1996)** -Huiles essentielles. Dossier : K345. Base documentaire: Constantes physico-chimiques. Vol. Papier n°: K2.
- Gavot A, (2009)** -Support des cours sur les métabolites secondaires. Université de Rennes 1L2. U2 PHR.
- Ghourri M., Zidane L., El Yacoubi H., Rochdi A., Fadli., Douira A. (2012)**-Etude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville d'El Ouatia (Maroc Saharien). *Journal of Forestry Faculty*, 12(2), 218-235.
- Glombitza. K.et Gestberger. G., Phytochemistry, (1985)** - Vol 24, pp 573-551.
- Granger M. M. R., Passet J. et Arbousset G. (1973)** -L'essence de *Rosmarinus officinalis*, influence du mode de traitement du matériel végétal. Parf. Cosm. Sav. France 3(3): 133-137.
- Gray A. I., and Waterman P. G. (1978)** -Phytochemistry, 17 845.
- Gupta M. B., Nath R. (1980)** -Anti-inflammatory and antipyretic activities of sitosterol, *Planta medica* 39, 157-163.

H

- Haddouche F et Benmansour A (2008)** -Article de synthèse : Huiles essentielles et activités biologiques, Application à deux plantes aromatiques. *Journal les technologies de laboratoire* N°8.
- Haddouchi F. et Benmansour A. (2008)** -Huiles essentielles, utilisation et activités biologiques. Application à deux plantes aromatiques. *Les technologies de laboratoire* N°8.
- Hammiche, V., Maiza, K. (2006)** -Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *J. Ethnopharmacol*, 105: 358–367.

Références Bibliographique :

-**Handa S.S., (2008)** - An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. (Eds) Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. International Centre For Science and High Technology, Trieste. Italy. Pp 21-54.

-**Hanifi, N., (1991)** -Importance des ressources phytogénétiques et leur utilisation en Algérie. In conservation des ressources végétales. *Publication de Actes éditions*, p 47-49.

-**Hans W.K., 2007**- 1000 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition.

-**Hanson, J.R., 2004**- Diterpenoids. Nat. Prod. Rep. 21, 785–793.

-**Harkati B., (2011)** - Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille *Asteraceae: Scorzonera undulata*. Thèsedoctorat: Chimie organique: Constantine: Université de Mentouri Constantine, 4-5.

-**Holopainen J.K., 2004**- Multiple functions of inducible plant volatiles. Trends Plant Sci. 9, 529–533.

-**Hostettmann, K. (1997)**- Tout Savoir sur le Pouvoir des Plantes Sources de Médicaments. Editions Favre, Lausanne, pp. 93, 104, 135.

I

-**Ibn Tatou, M. et M. Fennane (1991)**. Aperçu historique et état actuel des connaissances Surla flore vasculaire du Maroc. In conservation des ressources végétales. *Publication d'Actes éditions*. p 35-45.

J

-**Javidnia K., Miri R., Assadollahi M., Gholami M. and M. Ghaderi M. (2009)** -Screening of selected plants growing in Iran for antimicrobial activity. Iranian Journal of Science and Technology Transaction a-Science, Vol 33: 329-333.

K

-**Kaloustian J, Hadji-Minaglo F, (2012)** -La connaissance des huiles essentielles : qualitologie et aromathérapie. Paris. Edition Springer.

-**Kang, D., Aneja, V.P., Zika, R.G., Farmer, C., Ray, J.D., 2001**- Nonmethane hydrocarbons in the rural southeast United States national parks. J. Geophys. Res. Atmospheres 106, 3133–3155.

Références Bibliographique :

- Khajeh M., Yamini Y., Bahramifar N., Sefidkon F. and Pirmoradei M.R. (2005)** - Comparison of essential oil composition of *Ferula assafoetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrosistillation methods. Food Chemistry, 91:639-644.
- Kosalec I., Bakmaz M., Pepeljnjak S., and Vladimir-Knezevic S., 2004**- Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. Acta. Pharm. Vol. (54): 65-72.
- Kumari A and Kakkar P (2008)** -Screening of antioxidant potential of selected barks of Indian medicinal plants by multiple *in vitro* assays. Biomedical and environmental sciences, 21, 24-29.
- Kumari A and Kakkar P (2008)**-Screening of antioxidant potential of selected barks of Indian medicinal plants by multiple *in vitro* assays. Biomedical and environmental sciences, 21, 24-29.

L

- Laginika L., 2005** - Étude photochimique et activé biologique de substances naturelle isolée de béninoise. Thèse de doctorat, Univ. Lonis Pasteur, Strasbourg, Bénin, 267 p.
- Lasker.J.M, Huang.M.T, Conney.A.H (1984)** - In vitro and in vivo activation of oxidative drug metabolism by flavonoids. J. pharmacol. exp. ther. 1984 229(1): 162-70.
- Lesueur D., Serra D.de Rocca, Bighelli A., Hoi T.M., Ban N.K., Thai T.H., Casanova J. ;(2007)** -Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Michelia faveolata* Meryll ex Dandy from Vietnam. Flavour and Fragrance Journal, 22, 317-321.
- Liao CH, Lai CC, Hsu MS, Chu FY, Wu MY, Huang YT, Hsueh PR. (2010)**, Antimicrobial susceptibility of *Neisseria gonorrhoeae* isolates determined by the agar dilution, disk diffusion and test methods: comparison of results using GC agar and chocolate agar. Int. J. Antimicrob. Agents 2010, 35 (5): 457-60.
- Liao, Z., Graham, D.R., Hildreth, J.E.K., 2003**- Lipid Rafts and HIV Pathogenesis: Virion Associated Cholesterol Is Required for Fusion and Infection of Susceptible Cells. AIDS Res. Hum. Retroviruses 19, 675–687. <https://doi.org/10.1089/088922203322280900>.
- Lide D.R., 1996** - Handbook of chemistry and physics. CRC Press, Boca Raton (Ela).
- Liu, J., 1995**- Pharmacology of oleanolic acid and ursolic acid. J. Ethnopharmacol. 49, 57–68.
- Londhe, J.S., Devasagayam, T.P., Foo, L.Y., Ghaskadbi, S.S., 2008. Antioxidant activity of some polyphenol constituents of the medicinal plant *Phyllanthusamarus* Linn. Redox Rep. 13, 199–207.

Références Bibliographique :

-Longaga A.O., Vercruyse A. et Foriers A (2000) -Contribution to the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhea in Lomola area, Democratic Republic of Congo. *J. Ethnopharmacol.*, 71:411-423.

M

-Macheix J J., Fleuriet A. et Jay-Allemand C. (2005)-Les composés phénoliques de végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed Presses polytechnologiques et universitaires romandes. p4-5.

-Maiza, K., Brac de la Perrière, R.A. et Hammiche, V. (1993) -Médicaments et aliments : l'approche ethnopharmacologique. Actes du 2eme Colloque Européen d'Ethnopharmacologie et de la 11eme Conférence internationale d'Ethnomédecine, Heidelberg 24-27.

-Maruyama, N.; Sekimoto, N.; Ishibashi, H. 2005- Suppression of neutrophil accumulation in mice by cutaneous application of geranium essential oil. *J. inflamm*, 2, 1-11.

-Mebarki, L., H.M. Kaid, L. Benlarbi, A. Rahmani and A. Sarhani, (2013), Phytochemical Analysis and Antifungal Activity of *Anvillea radiata*. *World App. Sci. J.*, 26: 165-171

-Merghem R., Jay M., Viricel M. R., Bayet C. et Voirin B. 1995. Five 8-C benzylated flavonoids from *Thymus hirtus* (Labiatae). *Phytochemistry.*, 38 (3) : 637-640

-Mezouar D, (2013)-Recherche d'activités biologiques de *Berberis vulgaris*. Maitrise de la Qualité Microbiologique et du Développement Microbien [en ligne]. Thèse Magister. Tlemcen: Université Abou Bekr Belkaïd –Tlemcen, 2013, P 122 Disponible sur: <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/1982/1/MEZOUARDounia.pdf> (consulté le 29.11.2015)

-Middleton.E.J (1996) - Biological properties of plant flavonoids : an overview. *Int. J. Pharmacol.* 34 (5): 344-348.

-Middleton.E.J, Drzewiecki.G (1984) -Flavonoid inhibition of human basophil histamine release stimulated by various agents. *Biochem. Pharmacol.* 198433(21): 3333-8.

-Miro, M., 1995- Cucurbitacins and their pharmacological effects. *Phytother. Res.* 9, 159–168.

-Mookerjee.B.K (1986)-of flavonoids on human lymphocyte proliferative responses. *Prog. Clin. Biolo. Res.* 1986 213: 511-20.

-Moreira M.R, Ponce A.G., Del Valle C.E et Roura, S.I., 2005 - Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT.* 38: 565-570.

Références Bibliographique :

N

- Nabli, M.A. (1991)** -Diversité floristique en Tunisie. In Rejdali, M. & Heywood, V. H. (ed.), Conservation des ressources végétales. *Actes Editions, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.* p p. 51 -52.
- Namgoong.S.Y, Son.K.H, Chang.H.W, Kang.S.S, Kim.H.P**- Effects of naturally occurring flavonoids on mutagen-induced lymphocyte proliferation.
- Nogaret A.S., 2003** - La phytothérapie : Se soigner par les plantes. Ed. Groupe Eyrolles, Paris, 191 p.
- Nouioua W. (2012)** -Biodiversité et ressources phylogénétiques d'un écosystème forestier (*Paeonia mascula* (L.) Mill.). Mémoire Magister : Biodiversité et gestion des Écosystèmes. Sétif : Université Ferhat Abbas Sétif, 31-32.

O

- Obeidat M., Shatnawi M. , Al-alawi M., Al-Zu'bi E., Al-Dmoor H., Al-Qudah M. and El-Qudah I.(2012)** -Antimicrobial activity of crude extracts of some plant leaves: *Research Journal of Microbiology*, Vol 7 : 59-67.
- Obermeier.M.T, White.R.E, Yang.C.S**- Effects of bioflavonoids on hepatic P450 activities. *Pharm. Res.* 1995 25(6): 575-84.
- Okunade .A. (2002)**-*Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae). *Ftoterapia* ; 73: 1-16.
- Okusa,P,N., Penge,o., Devleeschouwer ,M ,Duez, P (2007)** -direct and indirect antimicrobial effects and antioxidant activity of *cordina* De wild (Boraginaceae).*journal of ethnopharmacology*,2007 vol112,n°3.pp.476-481.
- Ong.K.C, Khoo.H.E**- Biological Effects of Myricetin. *General Pharmacol.* 1997 29:121-126.196.
- Ong.K.C, Khoo.H.E**- Effects of myricetin on glycemia and glycogen metabolism in diabetic rats. *Life Sci.* 2000 67: 1695-1705.
- Osato M, (2009)** -Comparison of the E test and the NCCLS-approved agar dilution method to detect metronidazole and clarithromycin resistant *Helicobacter pylori*. *Int. J. Antimicrob. Agents* 2009, 17 (1): 39-44.

Références Bibliographique :

-**Ould El Hadj M., Hadj-Mahammed M. and Zabeirou H. 2003**- Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara septentrional Est): Courrier du savoir, Vol 3: 47-51.

-**Oyaizu, M. (1986)** -Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. Jpn. J. Nutr, 44: 307-315.

-**OzendaP, (1958)** -Flore du Sahara septentrional et central. Edit. CNRS, Paris. 468 P.

P

-**Pauli, A. 2001**- Antimicrobial properties of essential oil constituents. Int. J. Aromather. 11, 126133.

Q

-**Quézel P. & Santa S (1962)** -Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.

-**Quézel P., Santa S. (1963)**- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, C.N.R.S. Paris. 902-1087.

R

-**Read D. B., Bengough A. G. et Gregory P. J. (2003)** -Plant roots release Phospholipid surfactants that modify the physical and chemical properties of soil, New Phytologist, Février, Vol 157, No 2, pp 3115-326.

-**Read, M. A (1995)** -Flavonoids naturally occurring anti-inflammatory agents Vascular. Am. J.Pathol. 1995 147(2): 235-7.

-**Rebaya A., IgueldBelghith S., Baghdikian B., MahiouLeddet V., Mabrouki F., Olivier E., Cherif J.K., TrabelsiAyadi M., 2015**- Total Phenolic, Total Flavonoid, Tannin Content, and Antioxidant Capacity of Halimium halimifolium (Cistaceae). Journal of Applied Pharmaceutical Science. Vol. 5 (01): 052-057.

-**Rispail N., Robert N. and Jodith K., 2005** - Secondary métabolite profiling. Lotus japonicas, Handbook, 341.348.

-**Rosua J. L. et Granados A.G. (1987)** – Analyse des huiles essentielles d'espèces du genre *Rosmarinus* L. et leur intérêt en tant que caractère taxonomique. Plantes Médicinales et Phytothérapie, XXI(2) : 138- 143.

Références Bibliographique :

-Rustaiyan A., Naji-Hosseinzadeh T., Behnam M. and Anaraki M.T. 2011 -Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from Leaves and Flowers of *Anvillea garcini* (Burm.) DC: Journal of Essential Oil Research, Vol 23: 32-34.

S

-Sagdic, O., Kuscü, A., Özcan, M., Özcelik, S. (2002) -Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth of *Escherichia coli* O157:H7. *Food Microbiology*. 19:473-480

-Salle J.L. et Pelletier J. (1991) - Les huiles essentielles, synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Ed. Frison-Roche, pp.19-45

-Sarni M. et Cheynier V., 2006- les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Lavoisier, science et technologie, 398 p.

-Schauenberg P., and Paris F. (2005) -Guide des plantes médicinales. Analyse, description et utilisation de 400 plantes. 2^{ème} édition. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. Suisse, p : 396.

-Schmutterer, H., 1988- Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. *J. Insect Physiol.* 34, 713–719.

-Sefidkon F., Abbasi K., Jamzad Z. and Ahmadi S. (2007) - The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja Rechingeri* jamzad. *Food chemistry*, 100: 1054-1058. Selected plants growing in Iran for antimicrobial activity. *Iranian Journal of Science and Technology Transaction a-Science*, Vol 33: 329-333.

-Seghiri R (2015)- Recherche et Détermination Structurale des Métabolites Secondaires du Genre *Centaurea* : *C. africana*, *C. nicaensis* [en ligne]. Thèse de Doctorat d'Etat. Constantine : Université Mentouri de Constantine, 248 p Disponible sur: <http://www.umc.edu.dz/buc/theses/chimie/SEG4784.pdf> (consulté le 29.11.2015).

-Sharififar, F., Moshafi, M.H., Mansouri, S.H., Khodashenas, M. et Khoshnoodi, M. (2007) -In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. *Food Control* 18: 800–805.

-Skandamis P., Koutsoumanis K., Fasseas K., and Nychas G.E. (2001) -Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157: H7: *Italian Journal of Food Science*, Vol 13: 65-75.

-Sokmen A, Sokmen N, Daferera D, Polissiou M, Candan F, Unlu M and Akpulat A(2004). The in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and methanol extracts of *Achillea biebersteini* afan. (Asteraceae). *Phytotherapy Research*, 18, 451-456.

Références Bibliographique :

-Sokol-Letowska, J. Oszmianski, A. Wojdylo, (2007) -Food chemistry.103, 853-859.

-Stöckigt J, Sheludko Y, Unger M, Gerasimenko I, Warzecha H, Stöckigt D (2002) –High performance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoretic electrospray ionization mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups, Journal of chromatography A, 967, 85-113.

T

-Tona L.,Kambu K.,Ngimbi N.,Cimanga K.et Vlietinck A.J., (1998) -Antiamoebic and phytochemical screening of some Congolese medicinal plants.J. Ethnopharmacol., 61(1):57-65

-Trease E; Evans W.C. (1987) -Pharmacognosy. Tindall. Londone 13 th Edn; pp: 61- 62.

U

-Unten, L., Koketsu, M., Kim, M. (1997) -Antidiscoloring activity of green tea polyphenols on β -carotene. J. Agr Food. Chem, 45: 2009-2019. Wang, H., X. Dong Gao, G.C. Zhou, L. Cai, W.B. Yao, (2008).*In Vitro and in Vivo* Antioxidant Activity of Aqueous Extract from *Choerospondias axillaris* Fruit. Food Chem, 106: 888 895.

V

-Valnet J. (1984) - Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes. Maloine S.A. éditeur. Paris p 544.

-Van Bergen,P.F., Bull, I.D., Poulton, P.R., Evershed, R.P., 1997- Organic geochemical studies of soils from the Rothamsted Classical Experiments—I. Total lipid extracts, solvent insoluble residues and humic acids from Broadbalk Wilderness. Org. Geochem. 26, 117–135.

-Viljoen A.M., Denirci B., Baser K.H.C., Potgieter C.J. and Edwards T.J. (2006) - Micro distillation and essential oil chemistry- a useful tool for detecting hybridisation in *Plectranthus* (lamiaceae). South African Journal of Botany, 72:99-104.

-Vrijssen.R.E.L, Van hoof.L.M, Vlietinck.A.J, Vandenberghe.D.A, Boeye.A (1987) - The poliovirus induced shut-off of cellular protein synthesis persists in the presence of 3-methylquercetin, a flavonoid which blocks viral protein and RNA synthesis. Antivir. Res. 1987 7(1): 35-42.

Références Bibliographiques :

W

- W -Erdman J., Balentine J. D., Arab L., Beecher G., Dwyer J. T., Folts J., Harnly., Hollman J. P., L-Keen C... Mazza G., Messina M., Scalbert A., Vita J., Williamson G. et Burrowes J., 2007- Flavonoids and heart health: Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop, may 31 -june 1, 2005, Washington. *Journal of Nutrition*, 137 (3-suppl): 718 s-737s.
- W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset, (1995) -Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 28, 25-30.
- Walker, R.P., Thompson, J.E., Faulkner, D.J., 1980- Sesterterpenes from Spongiaidida. J. Org. Chem. 45, 4976–4979. <https://doi.org/10.1021/jo01312a032>.
- Wang, H., X. Dong Gao, G.C. Zhou, L. Cai, W.B. Yao, (2008) - In Vitro and in Vivo Antioxidant Activity of Aqueous Extract from Choerospondias axillaris Fruit. *Food Chem*, 106: 888 895.
- Wei, H., Itoh, T., Kinoshita, M., Nakai, Y., Kurotaki, M., Kobayashi, M., 2004- Cytotoxic sesterterpenes, 6-epi-ophiobolin G and 6-epi-ophiobolin N, from marine derived fungus *Emericella varicolor* GF10. *Tetrahedron* 60, 6015–6019. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2004.05.021>.
- Wichtel M. et Anton R. (1999) - Plantes thérapeutiques: tradition, pratiques officinales, science et thérapeutiques. Ed. Tec et Doc.

Y

- Yezza S., Bouchama S, (2015) -Index des métabolites secondaires végétaux [en ligne]. Thèse de Licence. OUARGLA : UNIVERSITE KASDI MERBAH de OUARGLA 2014, 73 p Disponible sur : http://bu.univouargla.dz/license/pdf/Yezza_Bouchama.pdf?idmemoire=643 (Consulté le 29.11.2015).

Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales de la flore saharienne, on s'est intéressé à l'étude de l'endémique algéro-marocaine *Anvillea radiata* (Coss et Durieu). Le screening phytochimique a révélé une grande richesse en métabolites secondaires soit les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins, les composés phénoliques, les coumarines, les terpènes notamment les huiles essentielles. Il est à noter que ces composés sont dotés d'une activité antimicrobienne redoutable.

Le but de cette étude consiste à évaluer l'activité antimicrobienne des huiles essentielles récupérées à partir de la partie aérienne d'*Anvillea radiata* par le test de diffusion sur disque en milieu gélosé et le test de micro-dilution en milieu liquide. L'effet antimicrobien est déterminé via la mesure du diamètre des zones d'inhibition et la détermination de la concentration minimale inhibitrice « CMI ». Il est à noter l'extrait chloroformique et l'huile essentielle de la plante possède une bonne activité antimicrobienne.

Mots clés : *Anvillea radiata*, effet antimicrobien, plantes médicinales, huile essentielle.

Abstract

As part of the promotion of medicinal plants from the Saharan flora, we are interested in the study of the Algerian-Moroccan endemic *Anvillea radiata* (Coss and Durieu). Phytochemical screening revealed a great wealth of secondary metabolites, namely alkaloids, flavonoids, tannins, phenolic compounds, comarins, terpenes, in particular essential oils. It should be noted that these compounds have a formidable antimicrobial activity.

The aim of this study is to evaluate the antimicrobial activity of essential oils recovered from the aerial part of *Anvillea radiata* by the agar disc diffusion test and the liquid micro-dilution test. The antimicrobial effect is determined by measuring the diameter of the zones of inhibition and determining the minimum inhibitory concentration "MIC". It should be noted the chloroform extract and the essential oil of the plant has good antimicrobial activity.

Keywords: *Anvillea radiata*, antimicrobial effect, medicinal plants, essential oil.

ملخص

كجزء من الترويج للنباتات الطبية من النباتات الصحراوية ، نحن مهتمين بدراسة المستوطنة الجزائرية المغربية ككشف الفحص الكيميائي النباتي عن ثروة كبيرة من المستقلبات الثانوية. (*Anvillea radiata* (Cross & Durieu) وهي القلويدات ، الفلافونويد ، العفص ، المركبات الفينولية ، الكومارين ، التربينات وخاصة الزيوت الأساسية. وتجدر الإشارة إلى أن هذه المركبات تتمتع بنشاط مضاد للميكروبات هائل.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم النشاط المضاد للميكروبات للزيوت الأساسية المسترجعة من الجزء الجوي من *Anvillea radiata* عن طريق اختبار انتشار قرص أجار واختبار تخفيف السائل الجزئي. يتم تحديد تأثير مضادات الميكروبات عن طريق قياس قطر مناطق التثبيط وتحديد أدنى تركيز مثبت. "MIC" وتجدر الإشارة إلى أن مستخلص الكلوروفورم والزيوت العطري للنبات لهما نشاط جيد كمضاد للميكروبات.

الكلمات المفتاحية : *Anvillea radiata*، تأثير مضاد للميكروبات ، نباتات طبية ، زيت عطري.