

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N° :



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE BIOLOGIQUE

OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

Par : Dilmi Manar

Ghiat Bouchra

**Intitulé**

**Etude bibliographique et  
phytopharmacologique d'*Anvillea radiata* et  
*Anvillea garcinii***

Soutenu devant le jury composé de :

Dre. Ben cheikh Dalila

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Président

Bouaziz Samia

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Rapporteur

Dre. Fatmi Ahlam

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Examineur

Année universitaire : 2024 /2025.

## Dédicace

*Nous n'avons jamais poursuivi nos aspirations sans qu'Il ne nous en facilite le chemin,  
et nous n'avons jamais atteint nos buts sans Sa douceur,  
ni touché aux aboutissements sans Sa puissance...*

*Louange à Dieu qui m'a permis de valoriser cette étape de mon parcours académique. »*

*À celle qui a veillé des nuits à invoquer Dieu en prononçant mon nom dans ses prières...*

*À cette main invisible sur laquelle je me suis appuyée malgré la distance...*

*À ce pont qui m'élève vers le paradis...*

*Si aujourd'hui je suis ici, c'est grâce à toi.*

*À l'homme dont je porte le nom avec fierté...*

*À celui qui a su lire dans mes yeux ce que je n'ai jamais su dire...*

*À celui qui, s'il le pouvait, m'aurait offert des années de sa vie sans hésiter...*

*Merci d'être mon père.*

*À ceux que Dieu m'a accordés comme bénédiction...*

*À la source de ma joie, mon énergie après l'épuisement...*

*À ma terre solide... Mes frères et sœurs...*

*À ma seconde maison qui m'a accueillie pendant douze années...*

*À mes grands-parents...*

*Qu'Allah vous récompense pour tout ce que vous avez fait pour moi.*

*À mes oncles, tantes et leurs épouses...*

*Merci pour chaque mot qui a pansé mon cœur, pour chaque soutien, pour chaque présence à  
mes côtés.*

*À Marwa Chabih, dont les bienfaits dépassent les mots...*

*À celle qui a incarné le rôle de sœur avant même celui d'amie...*

*Quel bonheur que tu fasses partie de ma vie.*

*À celle dont les mots m'ont rassemblée quand le monde m'éparpillait,  
et qui fut la première à me relever par son amour quand je tombais...*

*À celle qui m'a accompagnée par le cœur avant le chemin...*

*À Inès Khaldoun.*

*À Ferrate Tessaadit, qui a honoré son savoir en le partageant, sans jamais me priver d'une  
information...*

*Que tes efforts soient bénis.*

*Et enfin... Parce que l'on m'a appris que les conclusions sont plus riches de sens que tout ce qui les précède,*

*j'ai réservé la dernière partie pour dédier ma réussite à celle qui a affronté l'adversité en brandissant le drapeau de la résilience...*

*Convaincue que ce qui a commencé doit forcément s'achever...*

*À celle qui a posé le point final avec une posture fière malgré les embûches et les revers qui ont tenté d'ébranler sa volonté...*

*À celle qui seule connaît le prix réel de cette arrivée...*

*À moi-même.*

*Réjouis-toi ! Les années se sont complétées, les chemins parcourus ont pris fin.*

*Aujourd'hui, j'inscris dans mon histoire une fierté impérissable.*

*Les nuages de fatigue se sont dissipés,*

*l'horizon s'est éclairé après une longue attente,*

*et les pas souvent hésitants ont enfin trouvé leur place sur la voie de l'accomplissement. ♡*

*Et que notre dernière parole soit : Louange à Dieu, Seigneur de l'univers.*

**Manar**

## Dédicace

*Louange à Dieu, en premier et en dernier, dans le visible comme dans l'invisible, autant pour ce qui fut que pour ce qui sera, autant de fois qu'il y a de mouvements et de silences.*

*À Lui les éloges pour des bienfaits innombrables, pour une guidance inestimable, pour une grâce qui m'a portée du doute à la certitude, de la fatigue à l'accomplissement.*

*Mon Seigneur, à Toi la louange comme il sied à la majesté de Ton Visage et à la grandeur de Ton Pouvoir. C'est par Ta miséricorde que ce travail a vu le jour, et c'est vers Toi que s'élève ma gratitude la plus sincère. Je dédie ce travail, à mon père.*

*À toi, Papa, Toi à qui j'ai tant parlé de ce jour, De cette soutenance que je rêvais de te faire voir, De cette étape que je te racontais dans ses moindres détails, Convaincue que tu serais là à la fin, pour sourire et dire : « Je suis fier de toi. » Mais le destin en a voulu autrement... Tu es parti une année avant ce moment tant attendu. Ton absence est douloureuse, mais ta présence en moi est plus forte que jamais.*

*Tes conseils, ton regard, ton espoir, tes prières... Tout cela m'a accompagnée à chaque page, chaque nuit, chaque effort. Ce diplôme porte ton empreinte, Papa, Imprégné de ton amour, de tes sacrifices, et de ta foi en moi. Je t'aime, et je te garde dans mon cœur... pour toujours. À ma mère, mon pilier inébranlable, lumière de mes jours sombres. Ton amour, ton courage silencieux et ton soutien indéfectible m'ont donné la force d'avancer. Merci d'avoir été cette force douce qui m'a portée à chaque étape. À moi-même, Pour les efforts silencieux, les nuits blanches, et les doutes surmontés par la patience et la détermination. J'ai appris, grandi, et enfin, atteint ce but.*

*À mes frères et sœurs : Votre amour, vos mots encourageants, votre présence sincère, même discrète, ont été un refuge dans les moments difficiles. Merci également à vos enfants, qui ont su faire renaître le sourire par leur innocence.*

*À mes chères amies : Tassadit Fourat, Kheramsia Salsabil Merci pour votre présence, votre chaleur, et votre bienveillance, qui ont allégé tant de fatigues. Et à toi, Manar Dilmi, Sœur de cœur et compagne de route, avec qui j'ai partagé les feuilles, les silences, les rires et la fatigue.*

*Nous avons conquis ce diplôme ensemble, pas à pas. Quelle fierté de vivre cet accomplissement à deux !*

**Bouchra**

## Remerciement

*Avant toute chose, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers Dieu, source de toute sagesse et force, qui nous a guidées et soutenues tout au long de ce cheminement.*

*Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude envers Madame « Bouaziz Samia », qui a supervisé ce mémoire avec un mélange de rigueur, de patience et d'attention bienveillante. Sa présence constante, ses observations judicieuses et ses conseils avisés ont considérablement amélioré la qualité de ce travail. C'était un privilège de recevoir son soutien.*

*Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers Madame « Ben chikh Dalila » pour avoir accepté d'assumer la présidence du jury de soutenance, ainsi qu'à Madame « Fatmi Ahlem » pour avoir consacré du temps à la lecture et à l'évaluation de ce travail. Leurs retours ont été d'une grande valeur pour nous.*

*Il est impossible de conclure sans exprimer notre gratitude à tous les membres du personnel administratif et éducatif, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont participé, directement ou indirectement, à l'accomplissement de ce projet.*

*Veillez accepter l'expression de notre profonde gratitude et de notre sincère reconnaissance.*

# Sommaire

Résumé	i
Liste des abréviations .....	ii
Liste des figures .....	iv
Introduction	1
<i>Chapitre I. Propriétés biologiques d'Anvillea radiata et garcinii</i> .....	2
<i>I.1. Anvillea radiata</i> .....	2
<b>I.1.1. Taxonomie et répartition géographique :</b> .....	2
<b>I.1.2. Morphologie et description botanique</b> .....	3
<b>I.1.3. Utilisation traditionnelle et ethnobotanique</b> .....	4
<i>I.2. Anvillea garcinii</i> .....	5
<b>I.2.1. Taxonomie et répartition géographique</b> .....	5
<b>I.2.2. Morphologie et description botanique</b> .....	6
<b>I.2.3. Usages traditionnels</b> .....	7
<i>Chapitre II. Phytoconstituants et propriétés biochimiques</i> .....	14
II.1. Composés chimiques et l'analyse photochimique d' <i>Anvillea radiata</i> .....	14
<b>II.1.1. Huile essentielle d'Anvillea radiata</b> .....	14
<b>II.1.2. Les terpènes :</b> .....	16
<b>II.1.3. Les composés aromatiques :</b> .....	17
<b>II.1.4. Polyphénols :</b> .....	18
<b>II.1.5. Flavonoïdes</b> .....	19
<b>II.1.6. Lactone</b> .....	23
<b>II.1.7. Germacranolides d'Anvillea radiata :</b> .....	24
II.2. Composés chimiques et l'analyse photochimique d' <i>Anvillea garcinii</i> .....	24
<i>Chapitre III. Activités biologiques et pharmacologiques</i> .....	28
III.1. Activité anti-inflammatoire .....	28

III.1.1.	<b>Inflammation</b> .....	<b>28</b>
III.1.2.	<b>Les anti- inflammatoires :</b> .....	<b>30</b>
III.1.3.	<b>Effet antiinflammatoire d'<i>Anvillea radiata et garcinii</i></b> .....	<b>31</b>
III.2.	Activité antioxydante .....	33
III.2.1.	<b>Généralités</b> .....	<b>33</b>
III.2.2.	<b>Effet antioxydant d'<i>Anvillea radiata et garcinii</i></b> .....	<b>34</b>
III.3.	Activité antidiabétique .....	37
III.3.1.	<b>Le diabète</b> .....	<b>37</b>
III.3.2.	<b>Classification</b> .....	<b>38</b>
III.3.3.	<b>Effet antidiabétique d'<i>Anvillea radiata et garcinii</i></b> .....	<b>38</b>
III.4.	Activité antimicrobienne .....	41
III.4.1.	<b>Activité antibactérienne</b> .....	<b>41</b>
III.4.2.	<b>Effets antibactériens d'<i>Anvillea radiata et garcinii</i></b> .....	<b>41</b>
III.4.3.	<b>Activité antifongique</b> .....	<b>45</b>
III.4.4.	<b>Activités antiparasitaires</b> .....	<b>50</b>
III.5.	Activité antihypertensive .....	50
III.5.1.	<b>Effet antihypertensive d'<i>Anvillea radiata</i></b> .....	<b>51</b>
III.6.	Activité hépto-protectrice .....	51
III.6.1.	<b>Effet hépto-protectrice d'<i>Anvillea radiata</i></b> .....	<b>52</b>
III.6.2.	<b>Effet hépto-protectrice d'<i>Anvillea garcinii</i></b> .....	<b>52</b>
III.7.	Activité gastro-protectrice .....	53
III.7.1.	<b>Effet gastro-protectrice d'<i>Anvillea garcinii</i></b> .....	<b>53</b>
III.8.	Activité antitumorale .....	54
III.8.1.	<b>Effet antitumorale d'<i>Anvillea garcinii</i></b> .....	<b>55</b>
III.9.	Activité anti-hypothyroïdienne .....	56
III.9.1.	<b>Effet anti-hypothyroïdienne d'<i>Anvillea garcinii</i></b> .....	<b>57</b>
III.10.	Activité hypolipémiante .....	57

<b>III.10.1.</b>	<b>Effet hypolipémiant d'<i>Anvillea garcinii</i>.....</b>	<b>58</b>
III.11.	Activité analgésique .....	59
<b>III.11.1.</b>	<b>Antalgiques .....</b>	<b>59</b>
<b>III.11.2.</b>	<b>Effet analgésique d'<i>Anvillea radiata</i>.....</b>	<b>60</b>
III.12.	Activité anticorrosive .....	60
	La toxicité d' <i>Anvillea radiata</i> .....	60
Chapitre IV.	Revue analytique des recherches scientifiques sur <i>Anvillea radiata et garcinii</i> :	65
IV.1.	Méthodologie de la recherche documentaire .....	65
IV.2.	Tableau de synthèse des activités biologiques.....	65
<b>IV.2.1.</b>	<b>Pour <i>Anvillea radiata</i> .....</b>	<b>65</b>
	<b>Activité antiparasitaires.....</b>	<b>66</b>
	Activité antihypertensive .....	66
	Activité hépato-protectrice.....	66
<b>IV.2.2.</b>	<b>Pour <i>Anvillea garcinii</i> .....</b>	<b>66</b>
	Activité anticorrosive.....	67
IV.3.	Analyse graphique.....	67
<b>IV.3.1.</b>	<b>Pour <i>Anvillea radiata</i> .....</b>	<b>67</b>
<b>IV.3.2.</b>	<b>Pour <i>Anvillea garcinii</i> .....</b>	<b>68</b>
IV.4.	Interprétation des résultats.....	68
<b>IV.4.1.</b>	<b>Pour <i>Anvillea radiata</i> .....</b>	<b>68</b>
<b>IV.4.2.</b>	<b>Pour <i>Anvillea garcinii</i> .....</b>	<b>68</b>
IV.5.	Conclusion partielle.....	69
Conclusion		70
Références Bibliographique.....		71

## ملخص

تتضمن هذه الأطروحة مسحاَ ببيولوجياَ جرافياَ للخصائص الكيميائية النباتية والدوائية لنوعين من الأنفيليا وهما الأنفيليا رادياتا والأنفيليا غارسيني. يُستخدم هذان النوعان على نطاق واسع في الطب التقليدي في جميع أنحاء شمال أفريقيا والشرق الأوسط، وهما مصدر للمركبات النشطة بيولوجياَ وبالتالي فهما فعالان للغاية. من خلال عرض بعض المؤلفات العلمية المتاحة، تسلط الورقة البحثية الضوء على وجود عائلات كيميائية كبيرة -الفلافونويد، والبوليفينول، والتربينات، ولاكتونات السيسكيتيربين- ومساهماتها في العديد من الأنشطة البيولوجية. وتشمل هذه الأنشطة مضادات الالتهابات ومضادات الأكسدة ومضادات الميكروبات ومضادات السكري ومضادات الكبد ومضادات السرطان. كما تستكشف الدراسة أيضاَ العلاقة بين البراهين الدوائية التقليدية والحديثة لهذه النباتات، مع الدعوة إلى مزيد من العمل التجريبي للتحقق من هذه النباتات وإدخالها في أشكال حديثة من التطبيقات العلاجية.

### الكلمات المفتاحية:

أنفيليا رادياتا، أنفيليا غارسيني، مركبات نشطة، أنشطة بيولوجية، تأثير علاجي.

## **Abstract**

This dissertation features a bibliographic survey of the phytochemical and pharmacological properties of two species of *Anvillea*, namely *Anvillea radiata* and *Anvillea garcinii*. Widely used in traditional medicine across the whole of North Africa and the Middle East, these species are a source of bioactive compounds and therefore highly therapeutic.

By presentation of some of the available scientific literature, the paper makes a point of highlighting the presence of large chemical families: flavonoids, polyphenols, terpenes, and sesquiterpene lactones and their contribution to numerous biological activities.

These include anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, antidiabetic, hepatoprotective, and anticancer activities. The study also explores the nexus between their traditional and modern pharmacological proof, with a call for more experimental work to verify and bring these plants into modern forms of therapeutic applications.

Key words :

*Anvillea radiata*, *Anvillea garcinii*, bioactive compounds, biological activities, Therapeutic effect.

## Résumé

Ce mémoire présente une étude bibliographique des propriétés phytochimiques et pharmacologiques de deux espèces d'*Anvillea*, à savoir *Anvillea radiata* et *Anvillea garcinii*. Largement utilisées en médecine traditionnelle dans toute l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient, ces espèces sont une source de composés bioactifs et donc hautement thérapeutiques.

En présentant une partie de la littérature scientifique disponible, l'article s'attache à mettre en évidence la présence de grandes familles chimiques : flavonoïdes, polyphénols, terpènes et lactones sesquiterpéniques - et leur contribution à de nombreuses activités biologiques.

Il s'agit notamment des activités anti-inflammatoires, antioxydantes, antimicrobiennes, antidiabétiques, hépatoprotectrices et anticancéreuses.

L'étude explore également le lien entre leurs preuves pharmacologiques traditionnelles et modernes, et appelle à davantage de travaux expérimentaux afin de vérifier et d'introduire ces plantes dans des formes modernes d'applications thérapeutiques.

Les mots clés :

*Anvillea radiata*, *Anvillea garcinii*, composés bioactifs, Activités biologiques, effet thérapeutique.

## Liste des abréviations

**A. garcinii/ radiata** : *Anvillea garcinii / radiata*

**AAE** : Acide Ascorbique Équivalent

**ABTS** : 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)

**AEAR** : Activité de l'Extrait d'*Anvillea radiata*

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**AINS** : Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens

**AIS** : Activité Inflammatory Systémique

**ANOVA** : Analysis of Variance

**AQL** : Extraits Aqueux Lyophilisés

**ARN** : Acide Ribonucléique

**CCl<sub>4</sub>** : Tétrachlorure de Carbone (Carbone Tétrachloride)

**CD4 / CD8**: Cluster of Differentiation 4 / 8

**CMB** : Capacité Moyenne de Blocage

**AST / ALT** : Aspartate Aminotransférase / Alanine Aminotransférase

**CMI** : la concentration minimale inhibitrice

**COX** : Cyclooxygénase

**COX-1 / COX- 2** : Cyclooxygénase-1 / Cyclooxygénase-2

**DID / DNID** : Diabète Insulino-Dépendant / Non Insulino-Dépendant

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

**EC50** : Effective Concentration 50%

**EO** : l'huile essentielle

**EOA** : Extrait Organique Aromatique

**EOAR** : Extrait Organique d'*Anvillea radiata*

**ERO** : Espèces Réactives de l'Oxygène

**FMLF** : Formyl-Methionyl-Leucyl-Phenylalanine

**FRAP**: Ferric Reducing Antioxidant Power

**GC**: Gas Chromatography

**GC-MS**: Gas Chromatography – Mass Spectrometry

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'Hydrogène (Hydrogen Peroxide)

**HDL, LDL, VLDL:** High / Low / Very Low-Density Lipoproteins

**HFD :** High Fat Diet

**HE :** Les huiles essentielles

**HGPO :** Hypochlorous Acid produit par la MPO

**HMP:** Hexose Monophosphate Pathway

**HPLC:** High Performance Liquid Chromatography

**HRESIMS:** High Resolution Electrospray Ionization Mass Spectrometry

**IC50 :** Inhibitory Concentration 50%

**IDDM1 / IDDM2 :** Insulin Dependent Diabetes Mellitus type 1 / 2

**KCL :** Chlorure de Potassium (Potassium Chloride)

**LH :** Lipidique Hydroperoxide

**MD :** Modèle Diabétique

**MPO :** Myéloperoxydase

**NADPH :** Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate Oxidase

**NMRI:** Naval Medical Research Institute

**NMRI:** Nuclear Magnetic Resonance Imaging

**ORAC :** Oxygen Radical Absorbance Capacity

**PAD / PAS/ PAM :** Pression Artérielle Diastolique / Systolique / Moyenne

**PF :** Pouvoir Fébrifuge

**PMA :** Phorbol 12-myristate 13-acetate

**RMN 1D et 2D :** Résonance Magnétique Nucléaire unidimensionnelle et bidimensionnelle

**RMN 1D/2D :** Résonance Magnétique Nucléaire unidimensionnelle et bidimensionnelle

**SOD:** Superoxyde Dismutase

**TSH:** Thyroid Stimulating Hormone

**UV :** Ultraviolet

**T3 :** Triiodothyronine

**T4 :** Thyroxine, tétraiodothyronine

## Liste des figures

Figure 1. Vu de la plante d' <i>Anvillea radiata</i> Coss et Dur provenant de la région d'Agdz (2016).....	2
Figure 2. La morphologie de l' <i>Anvillea radiata</i> (Ozenda, P. (1967). Flore du .....	4
Figure 3. Vue de la plante d' <i>Anvillea garcinii</i> (BOUKEMARA Hanane, 2016).....	5
Figure 4. La morphologie d' <i>Anvillea garcinii</i> . .....	7
Figure 5. Des exemples de structures de composés monoterpéniques (Bruneton. J, 1999)..	16
Figure 6. Des exemples sur les composés sesquiterpéniques et leurs structures (Bruneton. J, 1999).....	17
Figure 7. Exemples de structures chimiques de composés aromatiques présents dans les huiles essentielles (El Haib. A, 2011).....	17
Figure 8. Les catégories de polyphénols (Prabhu et al., 2021). .....	18
Figure 9. Variétés d'acides phénoliques (Prabhu et al., 2021). .....	19
Figure 10. Variétés de flavonoids (Prabhu et al., 2021).....	23
Figure 11. Structure de germacranolide (Costunolide) (Teisseire et al., 1991).....	24
Figure 12. Germacranolides isolés à partir d' <i>Anvillea radiata</i> (El Hassany et al., 2004).....	24
Figure 13. Voie de l'inflammation (Ghasemian et al., 2016).....	29
Figure 14. Diagramme circulaire montrant la répartition des pourcentages des articles scientifiques selon les activités biologiques pour <i>Anvillea radiata</i> .....	67
Figure 15. Diagramme circulaire montrant la répartition des pourcentages des articles scientifiques selon les activités biologiques pour <i>Anvillea garcinii</i> .....	68

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1. Classification del'espèce "<i>Anvillea radiata</i>" (P. QUEZEL et S. SANTA,1963)....</b>	<b>2</b>
<b>Tableau 2. Classification del'espèce "<i>Anvillea garcinii</i>" (BOUKMARA Hanane. 2016).....</b>	<b>5</b>
<b>Tableau 3. Résultats de l'analyse phytochimique (Djellouli et <i>al.</i>,2013).....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau 4. Des flavonoïdes précédemment extraits d'<i>Anvillea radiata</i> (Dendougui et <i>al.</i>,2006).....</b>	<b>20</b>
<b>Tableau 5. Synthèse des activités biologiques d'<i>Anvillea radiata</i>.....</b>	<b>66</b>
<b>Tableau 6. Synthèse des activités biologiques d'<i>Anvillea garcinii</i>.....</b>	<b>66</b>

# **Introduction**

## Introduction

Depuis l'antiquité, la médecine traditionnelle constitue une ressource précieuse pour l'humanité et qui est utilisée pour traiter diverses affections de santé (**Perveen et al., 2020**).

Durant les dix dernières années, l'utilisation de la médecine traditionnelle s'est généralisée à travers le monde et connaît une popularité croissante (**Benslama et al., 2019**). L'éventail d'actions de telles substances est immense ; une même plante peut offrir un ensemble de substances avec un spectre d'actions très large en raison de leurs structures chimiques distinctes (**Nazzaro et al., 2017**).

Les progrès récents dans l'étude des métabolites d'origine végétale ont également stimulé l'élaboration des nouveaux médicaments synthétiques. (**Bailey et al., 1989 ; Gurib-Fakim, 2006**).

Le patrimoine floral de l'Algérie est non seulement riche, mais également varié. De nombreuses plantes du Sahara sont employées dans la pharmacopée traditionnelle. Elles ont démontré un effet curatif significatif à travers les siècles. Quelques-unes ont été sujettes à des analyses photochimiques qui ont permis l'extraction et la détermination de divers principes actifs (**Baba amer et al., 2012**) ;(**Sekkoum et al., 2014**). Dans ce contexte, *Anvillea* est un genre de plantes relativement restreint qui fait partie de la famille des marguerites Asteraceae (**Chaudhary, 2000**). Ce genre regroupe quatre espèces réparties du nord de l'Afrique à l'Iran, en passant par plusieurs pays du Moyen-Orient comme l'Égypte, la Palestine et l'Arabie Saoudite (**Bellakhdar, 1997**). Le genre *Anvillea* est composé de ces deux espèces : *A. garcinii* et *A. radiata* (**Perveen et al., 2020**). Ces derniers sont utilisés couramment dans la médecine traditionnelle pour le traitement de la dysenterie, des troubles gastro-intestinaux et du rhume de poitrine (**Bellakhdar, 1997**).

Cependant, même avec l'étendue de ces applications pratiques, elles souffrent en partie d'un manque de validation scientifique stricte qui permettrait de déchiffrer les mécanismes d'action de la plante et de déterminer systématiquement ses composants actifs. Le problème principal de cette étude découle de cette observation, et peut être exprimé comme suit :

Dans quelle mesure les propriétés chimiques et biologiques de l'*Anvillea radiata* et *garcinii* peuvent-elles éclairer son utilisation dans la médecine traditionnelle ? Quels sont les principes scientifiques qui pourraient justifier son efficacité thérapeutique et appuyer son intégration dans la pratique médicale actuelle ?

Pour répondre à ce défi, cette étude vise à atteindre plusieurs objectifs, dont :

- Réaliser une synthèse bibliographique à partir des articles scientifiques concernant *Anvillea radiata* et *garcinii*, sous les aspects chimique et biologique ;

- Déterminer les composés bioactifs qui pourraient être à l'origine de ces effets ;

- Catégoriser les activités biologiques qui ont été prouvées expérimentalement ou cliniquement, comme les effets antioxydants, anti-inflammatoires, antimicrobiens...etc.

- Finalement, il s'agit d'évaluer la liaison entre les conclusions scientifiques et les connaissances traditionnelles concernant la plante.

**Chapitre I**

**Propriétés biologiques sur**

***l'Anvillea radiata* et**

***Garcinii***

## Chapitre I. Propriétés biologiques d'*Anvillea radiata* et *garcinii*

### I.1. *Anvillea radiata*

Depuis longtemps, cette plante (*A. radiata*) et ses extraits bruts sont employés dans le domaine pharmaceutique, où ils occupent une place centrale dans les soins de santé. Plus, de 80 % des habitants du monde font appel à la médecine traditionnelle pour leurs soins de santé de base. (Kumari et Sharma, 2013). Leurs extraits bruts et infusions sont couramment utilisés pour soigner les rhumes, le diabète, ainsi que les maladies de l'estomac et du foie souvent liées à l'inflammation (Bellakhdar et al., 1991 ; Jamila et al., 2014).



Figure 1. Vu de la plante d'*Anvillea radiata* Coss et Dur provenant de la région d'Agdz (2016).

#### I.1.1. Taxonomie et répartition géographique :

##### I.1.1.1. Classification taxonomique

Tableau 1. Classification de l'espèce "*Anvillea radiata*" (P. QUEZEL et S. SANTA, 1963).

Régne	Plante
Embranchement	Spermaphyte
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones

Sous-classe	Gamopétales
Série	Gamopétales infère ovariés
Ordre	Asterales
Famille	Astéraceae
Genre	<i>Anvillea</i>
Espèce	<i>Anvillea radiata</i> (Coss. & Dur.)
Nom en arabe	Nogd

#### I.1.1.2. Répartition géographique

*Anvillea radiata* (Cosson & Durieu), pousse majoritairement dans les steppes de l'Afrique du Nord (Algérie et Maroc) et certaines régions du Moyen-Orient (**Alaoui et al., 2016**).

Dans le sud de l'Algérie, à Biskra (**Benslama et al., 2019**), Bechar (Sud-Ouest de l'Algérie) (**El Hanbali et al., 2006**). El Oued (**Kandouli et al., 2017**). On le trouve également à Ouargla (**Oueld El Hadj et al., 2003**), El Djelfa, (**Djellouli et al., 2013**).

#### I.1.2. Morphologie et description botanique

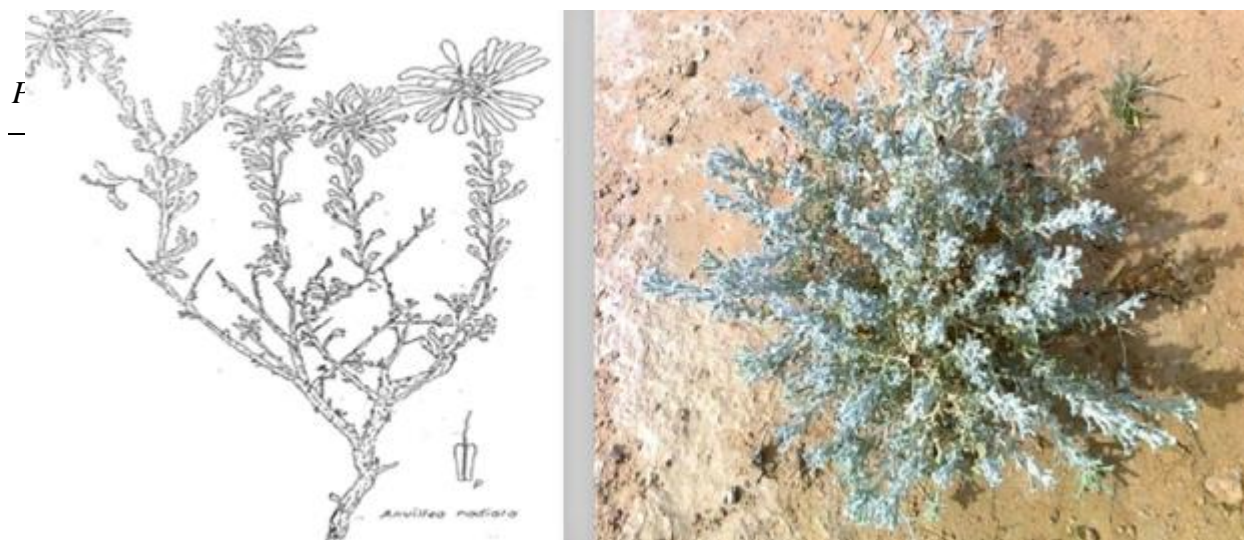
Voici les traits morphologiques d'*Anvillea radiata* selon (**BELAKREDAR et al., 2020**) :

**Aspect général** : Petit buisson ligneux, fortement ramifié, ayant une hauteur de 20 à 50 cm.

**Feuilles** : Elles sont de petite taille, de teinte vert-gris, avec une forme vaguement triangulaire. Elles possèdent un pétiole allongé et un limbe aux bords fortement dentelés.

**Inflorescence** : Capitules isolés de grande dimension, ayant un diamètre allant de 3 à 5 cm et présentant de longues ligules.

**Fleurs** : Toutes de teinte jaune-orange, les fleurs périphériques ont une longueur approximative de 25 mm.



**Figure 2. La morphologie de l'*Anvillea radiata* (Ozenda, P. (1967). Flore du Sahara)**

### **I.1.3. Utilisation traditionnelle et ethnobotanique**

*Anvillea radiata* est une plante couramment employée dans la médecine traditionnelle au nord du Sahara, comme le soulignent les enquêtes ethnobotaniques réalisées (**Maiza et al., 1993**) et (**Ould El Hadj et al., 2003**) en Algérie et au Maroc (El Rhaffari U). Elle est employée dans le traitement du rhume, du diabète, des troubles digestifs, des problèmes gastro-intestinaux, de l'indigestion et des affections pulmonaires. Par conséquent, elle est perçue comme un bon pâturage, surtout lors de la floraison, car elle favorise la performance zootechnique et la croissance. De plus, les bergers la considèrent comme un tonique et une source de stimulation (**El Hassany, B., El Hanbali, 2004**).

Au Maroc, on l'utilise souvent sous forme d'infusion pour apaiser la diarrhée et les problèmes gastro-intestinaux. Elle sert à soigner les affections hépatiques et se consomme sous forme de décoction avec le *Zygophyllum gaetulum*, le *Brocchiacinerea* et le *Warionia saharae* (**El Hassany. B, El Hanbali, 2004**). Les graines réduites en poudre et combinées avec du miel ou de l'huile d'olive sont idéales contre le rhume. Pour soigner le rhume, l'injection rectale d'une émulsion de feuilles dans de l'huile d'olive est employée. Un certain herboriste confectionne des suppositoires à base de graines en poudre mélangées avec de la nigelle, du cresson et de la *Crassifolia maerua*, ils sont efficaces contre les rhumes (**ElHassany, B., El Hanbali, 2004**).

## I.2. *Anvillea garcinii*

*Anvillea garcinii* fait partie de la famille des Asteraceae (Perveen et al., 2018). Avec le nom persan Sandani et Nogd, les habitants sur place utilisent couramment *A. garcinii* pour ses vertus médicinales (Zarei et al., 2025).



Figure 3. Vue de la plante d'*Anvillea garcinii* (BOUKEMARA Hanane, 2016).

### I.2.1. Taxonomie et répartition géographique

#### I.2.1.1. Classification taxonomique

Tableau 2. Classification de l'espèce "*Anvillea garcinii*" (BOUKEMARA Hanane, 2016)

Régne	Plantae
Classe	Magnoliopsida
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Anvillea</i>
Espèce	<i>Anvillea garcinii</i>
Nom en arabe	Nogd

#### I.2.1.2. Répartition géographique

*Anvillea garcinii* est réparti du Nord de l'Afrique à l'Iran, en passant par plusieurs pays du Moyen-Orient tels que l'Égypte, la Palestine et l'Arabie Saoudite (Perveen et al., 2018).

### **I.2.2.** Morphologie et description botanique

Voici les traits morphologiques d'*Anvillea garcinii* selon (**Anderberg, 1982**) :

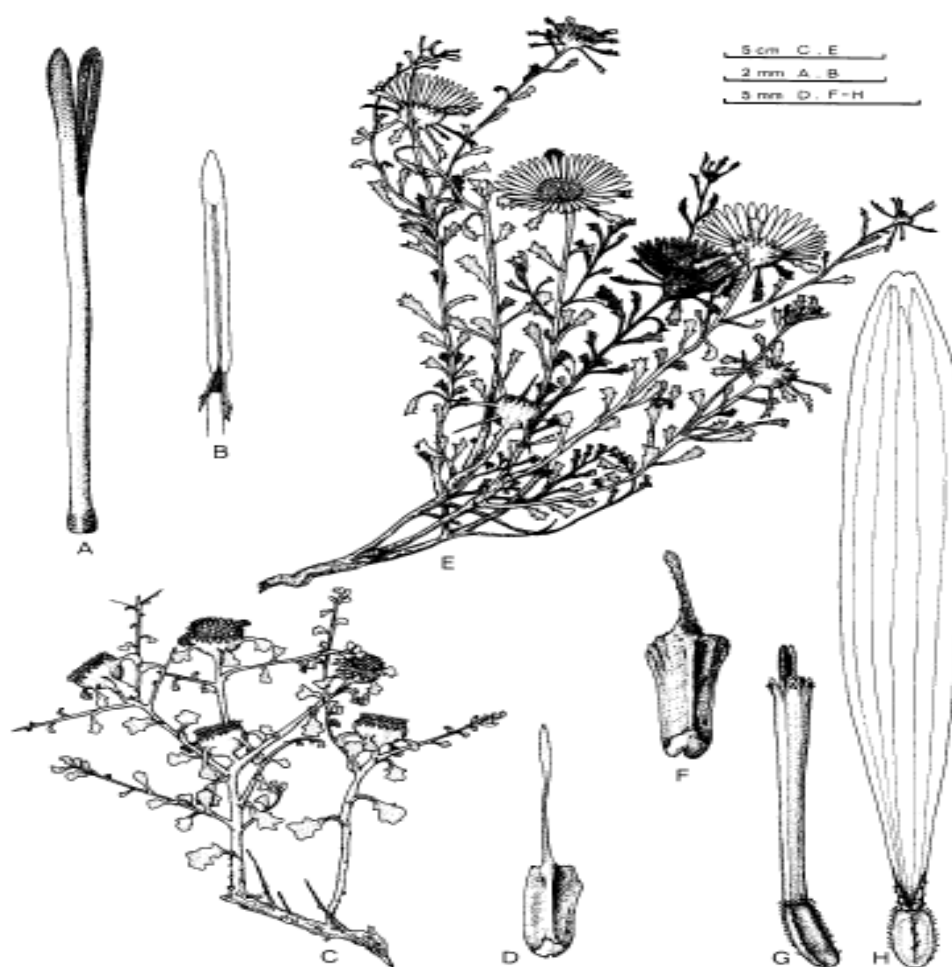
**Aspet général :** Plante semi-arbustive pouvant atteindre jusqu'à 0,5 m de hauteur, avec une ramification pseudodichotomique - irrégulière ; les branches sont ascendantes, dressées et éparpillées.

**Feuilles :** « Feuilles allongées en forme de coin - presque spatulées ; bordure entière - grossièrement dentée ; limbe pubescent - presque glabre, avec des glandes enfoncées, mesurant de 0,4 à 6,0 cm de longueur et pouvant atteindre 1 cm de largeur.

Dans le cas de *A. garcinii*, les feuilles sont auriculées et généralement semi amplexicaule..., souvent couvert d'un tomentum plus ou moins dense de longs poils.

**Inflorescences :** Les capitules d'*A. garcinii* présentent des variations en termes de taille et de forme. Capitules rayonnants ou discoïdes. Involucre obconique - largement campanulé - en forme d'urne, d'une largeur de 0.7 à 2.5 cm.

**Fleurs :** Les fleurs rayonnantes sont au nombre de 10 à 30, étroitement elliptiques, mesurant de 10 à 40 mm de longueur et de 0,5 à 4 mm de largeur, présentant une veine indiscernable de 3 à 5, et dentelées au sommet avec deux à trois dents. Disc-florets 20—environ 200. Corolle de 3.5 à 8.0 mm de longueur, se rétrécissant vers la base ; les lobes sont dressés et de forme triangulaire.



**Figure 4.** La morphologie d'*Anvillea garcinii*.

A: Style. – B: Stamen. – C: Habit, ssp. *garcinii*. – D: Palea of ssp. *garcinii*. – E: Portion of plant, ssp. *radiata*. – F: Palea of ssp. *radiata*. – G: Disc-floret. – H: Ray-floret. – A, B, E-H: Anderberg 567 (S). – C, D: Remauditre 33 (G) (Anderberg, 1982).

### I.2.3. Usages traditionnels

*Anvillea garcinii* est couramment employée par les populations locales pour ses vertus médicinales. Elle est traditionnellement utilisée pour soigner les maladies de la dysenterie, les troubles digestifs, l'hépatite, les affections pulmonaires, les rhumes, ainsi que divers problèmes liés à la digestion et aux poumons, sans oublier les maladies du foie. Elle est séchée et broyée, mélangée avec du miel ou des dattes et de l'huile d'olive, puis utilisée pour traiter les symptômes du rhume (El Hassany et al., 2004). Par exemple, leurs extraits bruts et infusions sont couramment utilisés pour soigner les rhumes, le diabète, les affections de l'estomac et du foie souvent liées à l'inflammation. Ils possèdent également des propriétés antiseptiques et antispasmodiques (Bellakhdar et al., 1991 ; Jamila et al., 2014).

**Chapitre II :**  
**Phytoconstituants et**  
**propriétés biochimiques**

## Chapitre II. Phytoconstituants et propriétés biochimiques

### II.1. Composés chimiques et l'analyse photochimique d'*Anvillea radiata*

Plusieurs recherches ont étudié l'analyse phytochimique de diverses parties de *l'Anvillea radiata* (Djellouli et al., 2013 ; Mebarki et al., 2013). Ces travaux ont révélé la présence de flavonoïdes, saponines, alcaloïdes, tannins, acides gras, terpènes et stéroïdes.

**Tableau 3. Résultats de l'analyse phytochimique (Djellouli et al., 2013)**

Natural products	<i>Anvillea Radiata</i>
Alcaloids	+++
saponins	+++
Terpens	+++
Tanins	+++
Flavonoïdes	++
Free Flavonoids	+
Heterosids Flavonoids	+
Glycosidic Flavonoids	+
Steroids	+++
Cardenolids	+++

+++ : important Presence, ++ : average Presence and + : weak presence.

#### II.1.1. Huile essentielle d'*Anvillea radiata*

##### II.1.1.1. . Définition :

Il s'agit de substances volatiles et qui dégagent une odeur. On les retrouve naturellement dans différentes parties des plantes. D'après la norme "AFNOR" (NF T 75-006, 2000), les huiles essentielles sont « des produits dérivés de matières végétales naturelles, soit par extraction à la vapeur d'eau, soit par méthodes mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, ou encore par distillation à sec. » La phase aqueuse est séparée de l'huile essentielle obtenue par des méthodes physiques. Les huiles essentielles sont des substances liquides d'une grande complexité. Elles se développent dans une multitude de plantes en tant que produits du métabolisme secondaire (Association Française de Normalisation, 1986). Elles possèdent des caractéristiques

spécifiques et des méthodes d'application particulières, donnant ainsi l'émergence d'une nouvelle branche de la phytothérapie : l'aromathérapie (**Pellecuer et al., 1980**). Sur le plan chimique, ces derniers constituent des mélanges d'une complexité extrême. Les "HE" sont composés de divers composants tels que les terpènes, les esters, les cétones, les phénols et d'autres éléments (**Bruneton et al., 1993**).

#### II.1.1.2. Propriétés et utilisation des huiles essentielles :

On les utilise couramment dans le secteur cosmétique, la parfumerie, l'industrie alimentaire en tant qu'arômes et aussi en aromathérapie. Elle vise à être une méthode de soin par le biais du massage, des inhalations ou des bains. Effectivement, inhaler un parfum plaisant, qu'il provienne d'une rose ou d'un fruit juteux, procure toujours un certain bien-être qui est amplifié si l'odeur agréable sentie est celle d'une huile essentielle (**Maach et al., 1986**).

Les huiles essentielles ont de multiples propriétés biologiques :

**Antibactérienne** : Les phénols tels que le carvacrol et le thymol montrent la plus grande capacité antibactérienne, suivis par les monoterpénols comme le géraniol, le menthol et le terpinéol, ainsi que les aldéhydes tels que le néral et le geranial (**Charchari et al., 1996**) ; (**Amarti et al., 2010**).

**Antivirale** : Les virus sont à l'origine d'une multitude de maladies, dont certaines représentent actuellement des défis majeurs. Les huiles essentielles représentent une solution avantageuse pour combattre ces épidémies infectieuses, car les molécules aromatiques sont très sensibles aux virus (**Shukla et al., 1989**) ; (**Tkachenko et al., 2006**).

**Antifongique** : De nombreux composés volatils ont été testés contre une multitude de champignons : *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus* et *A. fumigatus*), ainsi que *Candida* (*C. albicans*) (**Kalemba et al., 2003**).

**Anti larvicide** : Les phénols ont une action forte contre les parasites (**Tchoumboungang et al., 2009**).

**Antiseptique** : On attribue aux aldéhydes et aux terpènes des vertus désinfectantes et antiseptiques, capables de lutter contre la multiplication des germes pathogènes (**Lacoste et al., 1996**) ; (**Caillard et al., 2003**).

Dans cette composition, deux sesquiterpènes dominant : le 6-oxocyclonerolidol L-1 et le 6-hydroxycyclonerolidol L-2, avec des rendements respectifs de 66.6% et 11.4%.

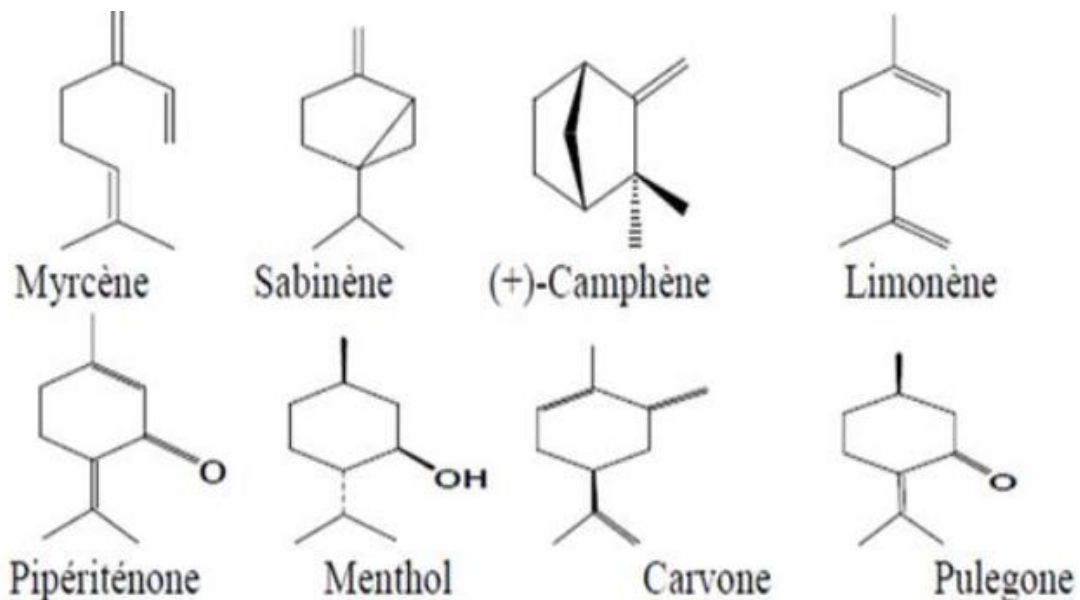
### II.1.2. Les terpènes :

Les terpènes sont majoritairement des composés volatils, on les rencontre rarement sous leur forme solide (**Parry, E. J,1921**).

#### II.1.2.1. Monoterpène (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) :

Les hydrocarbures aliphatiques les plus simples, présents à 90% dans les huiles essentielles, constituent les terpènes. Ils comprennent deux unités d'isoprène associées en « tête à queue ». Ils peuvent être monocycliques, bicycliques ou acycliques (**Parry, E. J, 1921**).

L'existence de nombreuses molécules dotées de diverses fonctions est due à la réactivité des cations intermédiaires : Cétones, esters, alcools, aldéhydes, éthers, peroxydes et phénols. (**Bruneton. J. P, 1993**).

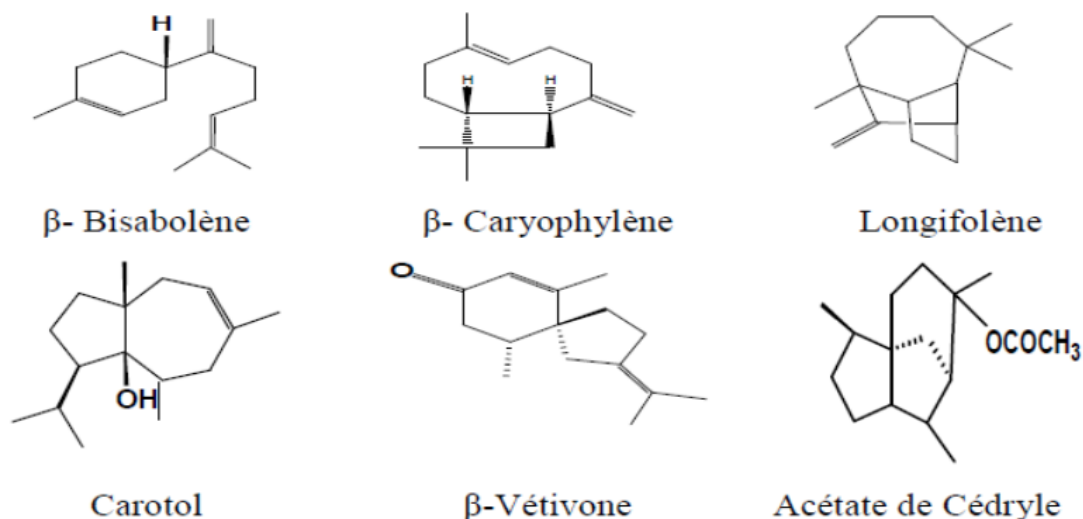


**Figure 5. Des exemples de structures de composés monoterpéniques (Bruneton. J, 1999).**

#### II.1.2.2. Sesquiterpènes (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>):

Il s'agit d'un assemblage de trois unités isopréniques. Ils présentent une diversité plus grande que les monoterpènes. On les classifie en : monocycliques, bicycliques, tricycliques et polycycliques

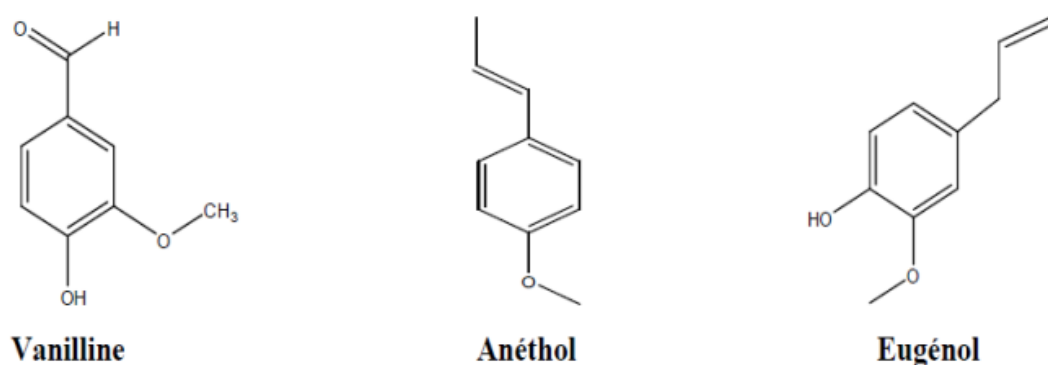
(**Bruneton. J, P,1993**). Ils contiennent également des fonctions telles que : les alcools, les cétones, les aldéhydes, et les esters (**Bruneton. J, 1999**).



**Figure 6. Des exemples sur les composés sesquiterpéniques et leurs structures (Bruneton. J, 1999).**

### II.1.3. Les composés aromatiques :

Une autre classe de composés volatils souvent rencontrés sont les composés aromatiques issus du phénylpropane. Ils se composent d'un noyau aromatique associé à une chaîne de trois carbones. Cette catégorie de composés parfumés inclut la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et plusieurs autres. On les retrouve fréquemment dans les huiles essentielles des familles Apiaceae, telles que le persil et l'anis (El Haib. A, 2011).



**Figure 7. Exemples de structures chimiques de composés aromatiques présents dans les huiles essentielles (El Haib. A, 2011).**

## II.1.4. Polyphénols :

### II.1.4.1. Définition :

Les polyphénols sont des produits métaboliques secondaires naturels issus des plantes supérieures, qui ont une importance cruciale dans les domaines industriels et thérapeutiques (Rasouli *et al.*, 2017) ;( Singla *et al.*, 2019). Les polyphénols, des molécules de taille importante avec un poids moléculaire d'environ 800 Daltons, possèdent la faculté de traverser la membrane cellulaire. Cela leur donne la possibilité de se localiser ou de se situer à l'intérieur des cellules en tant que pigments ou composés phytochimiques (Singla *et al.*, 2019).

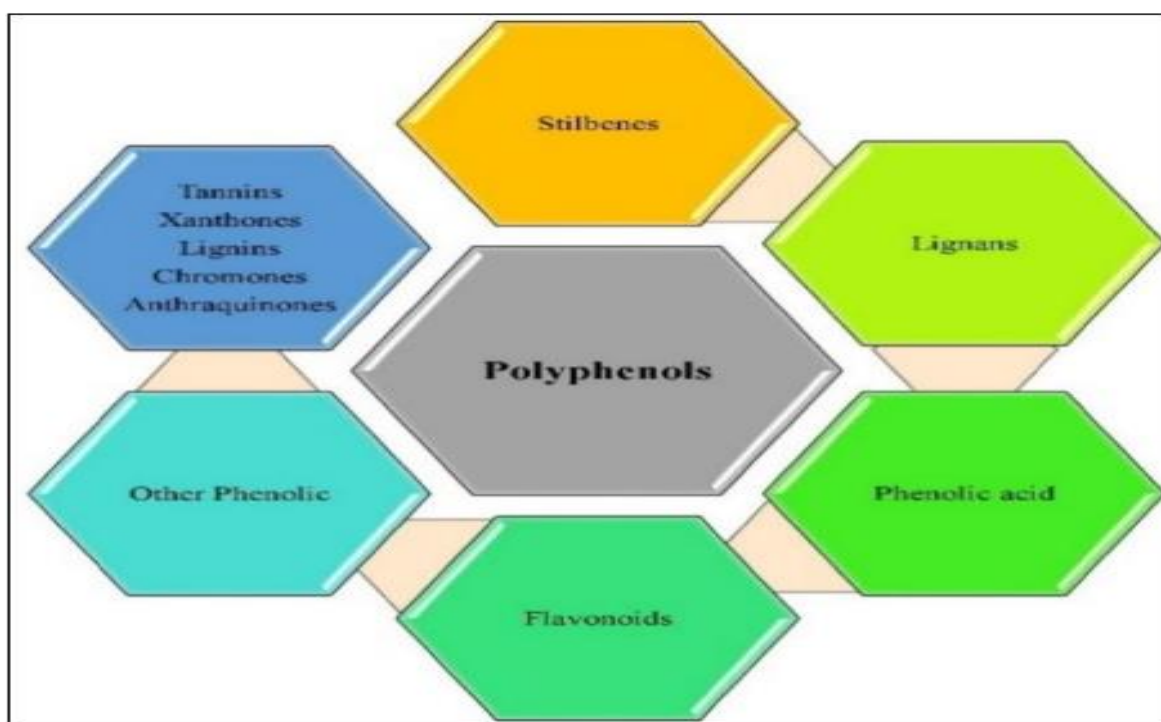
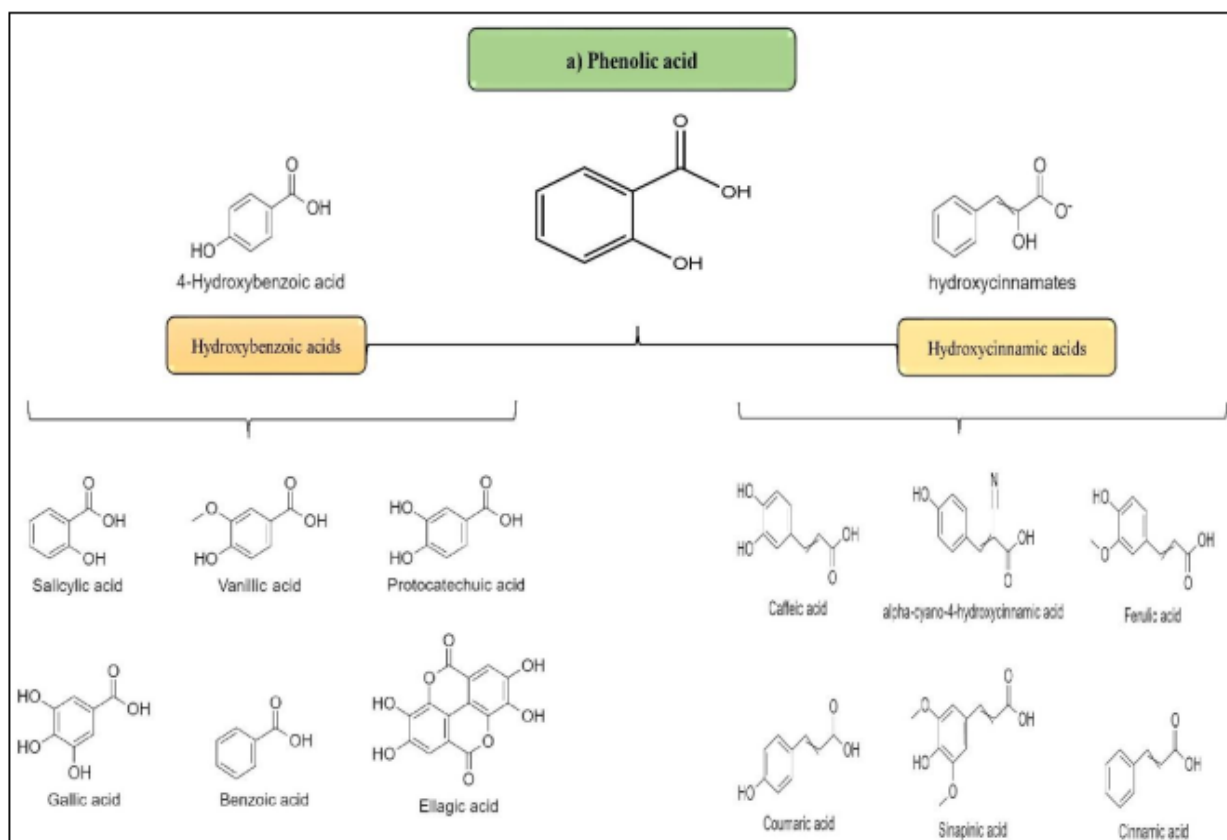


Figure 8. Les catégories de polyphénols (Prabhu *et al.*, 2021).

### II.1.4.2. Classification :

#### II.1.4.2.1. Acide phénolique :

Les composés phénoliques possèdent des cycles aromatiques accompagnés d'un groupe acide carboxylique (-COOH). Ces composés phénoliques constituent la classe prédominante de composés phénoliques provenant du règne végétal. Les diverses sortes d'acides phénoliques. Étant donné que l'acide phénolique possède des vertus antioxydantes, il préserve contre les affections cardiovasculaires (Behl *et al.*, 2020).



**Figure 9. Variétés d'acides phénoliques (Prabhu, S *et al.*, 2021).**

#### II.1.4.2.2. Autres polyphénols :

D'autres polyphénols tels que les stilbènes (comme le resvératrol et le piceatannol), les lignanes (comme le sésamol, le pinosésinol, le sinol et l'enterodiol), ainsi que d'autres composés tels que les tanins (hydrolysables, non hydrolysables et condensés) et les lignines, ont aussi une vaste gamme d'applications thérapeutiques et industrielles selon leur mode d'action (**Singla *et al.*, 2019**).

### II.1.5. Flavonoïdes

#### II.1.5.1. Définition :

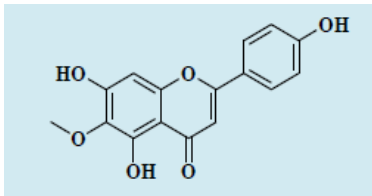
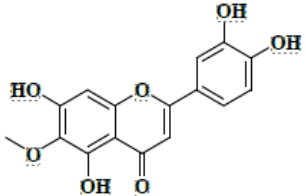
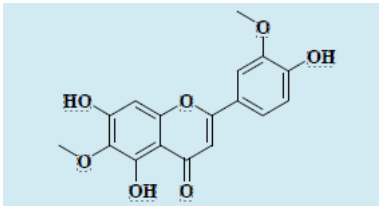
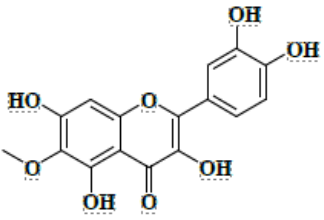
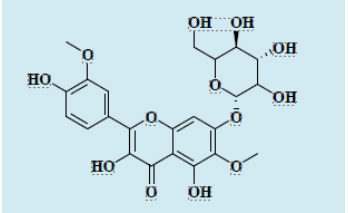
Un flavonoïde représente une catégorie majeure de métabolites végétaux de composés polyphénoliques. La structure de ces flavonoïdes, qui contient 15 atomes de carbone, est constituée de deux cycles aromatiques connectés par une chaîne formée de trois atomes de carbone (**Harborne, 2013**).

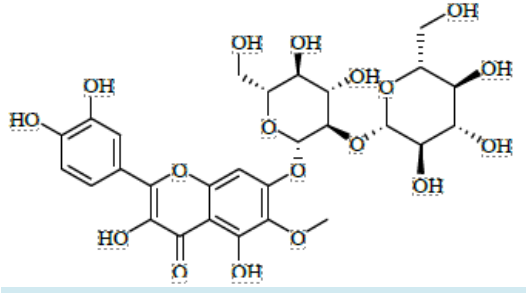
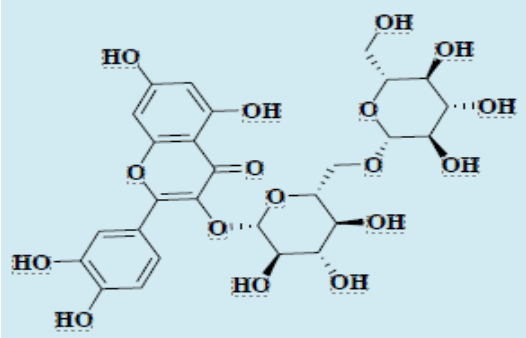
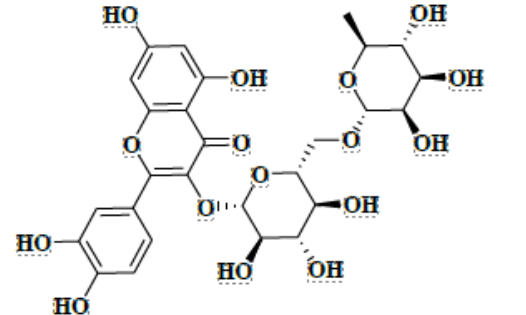
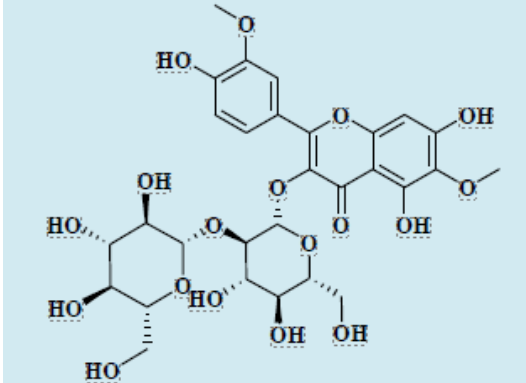
Les flavonoïdes possèdent diverses vertus : anti-tumorales (**Harborne *et al.*, 2000**), antifongiques (**Omrod *et al.*, 1995**), anti-inflammatoires (Olsson *et al.*, 1998), anti-allergiques (**Gitz *et al.*, 1998**), antispasmodiques (**Cuadra *et al.*, 1997**). Les proanthocyanidols présents dans le vin rouge, par exemple, possèdent une action préventive contre l'infarctus du myocarde et

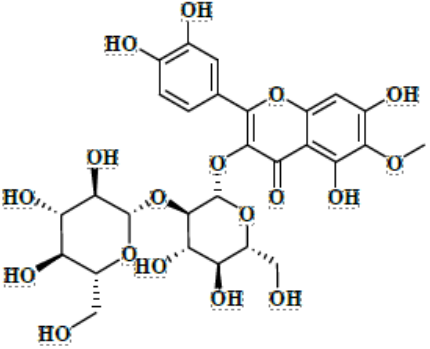
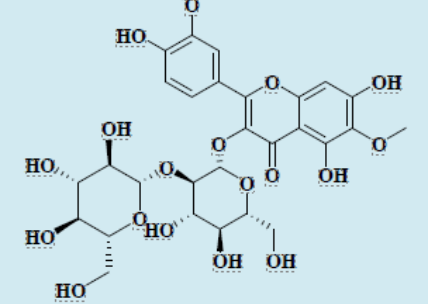
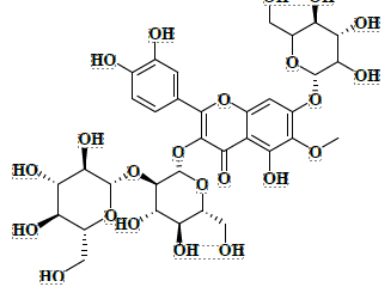
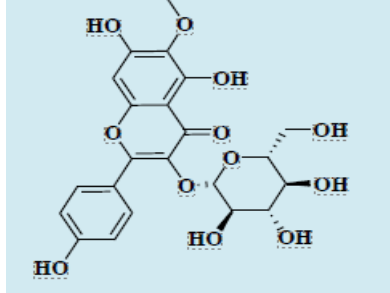
inhibent la formation des plaques d'athérosclérose dans les artères (**Wang et al., 1999**). De plus, diverses études ont démontré que les flavonoïdes contribuent à la protection des plantes face aux radiations "UV" en faisant office de barrière contre ces dernières (**Barrero et al., 1997**) (**Leake et al., 1997**).

L'équipe de (**Dendougui et al., 2006**) a également analysé le même extrait de la partie aérienne de la plante en question. Leur recherche a révélé que cet extrait renferme 13 flavonoïdes identifiés dont les structures sont présentées ci-dessous.

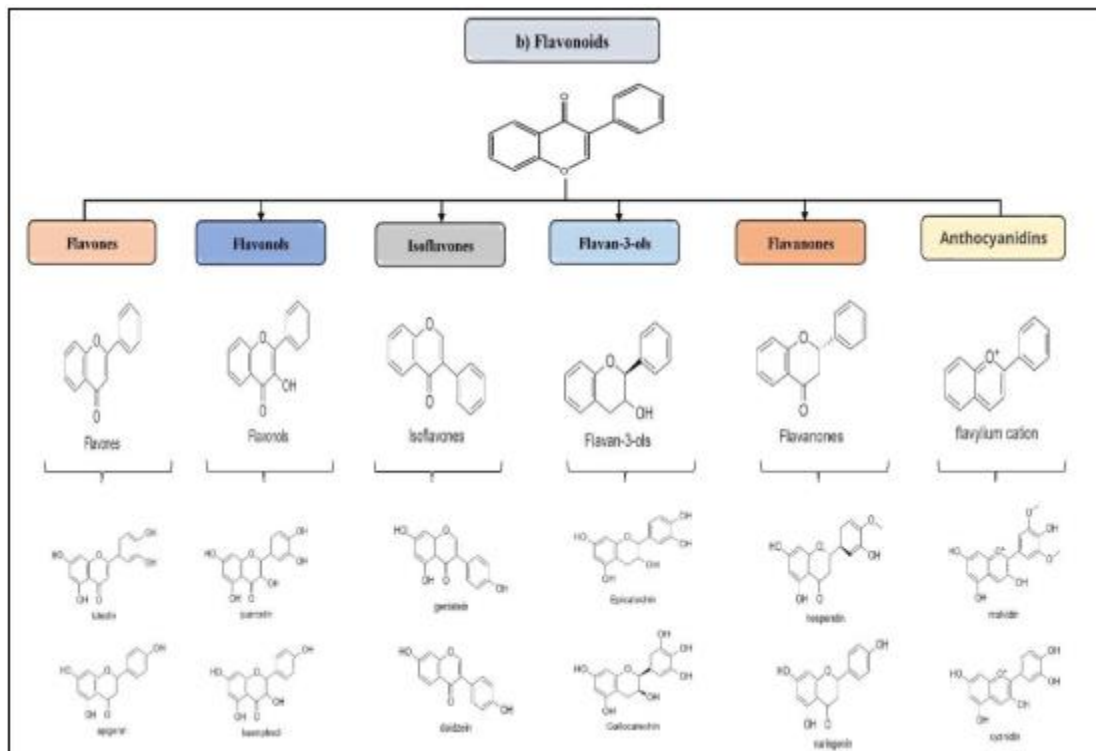
**Tableau 4. Des flavonoïdes précédemment extraits d'*Anvillea radiata* (Dendougui et al., 2006).**

Référence	Nom	Structure
L-3	Hispiduline	
L-4	Nepetine	
L-5	Jaceosidine	
L-6	Spinacetine	
L-7	Spinacetine7-glucoside	

L-8	Patuletine diglucoside	7-	 <p>The structure shows a flavonol core with a 3,5-dihydroxyphenyl group at C-2, a 3,4,5-trihydroxyphenyl group at C-3, and a 3,4,5-trimethoxyphenyl group at C-4. The C-3 position is also glycosylated with a diglucoside moiety.</p>
L-9	Quercétine diglucoside	3-	 <p>The structure shows a flavonol core with a 3,5-dihydroxyphenyl group at C-2, a 3,4,5-trihydroxyphenyl group at C-3, and a 3,4,5-trimethoxyphenyl group at C-4. The C-3 position is glycosylated with a diglucoside moiety.</p>
L-10	Quercetine 3-rhamnoglucoside		 <p>The structure shows a flavonol core with a 3,5-dihydroxyphenyl group at C-2, a 3,4,5-trihydroxyphenyl group at C-3, and a 3,4,5-trimethoxyphenyl group at C-4. The C-3 position is glycosylated with a rhamnoglucoside moiety.</p>
L-11	Isorhamnetine 3-diglucoside		 <p>The structure shows a flavonol core with a 3,5-dihydroxyphenyl group at C-2, a 3,4,5-trihydroxyphenyl group at C-3, and a 3,4,5-trimethoxyphenyl group at C-4. The C-3 position is glycosylated with a diglucoside moiety.</p>

L-12	Patuletine 3-diglucoside	 <p>The structure shows a flavone core (patuletin) with a 3-O-methyl group and hydroxyl groups at positions 5, 7, and 8. It is linked at position 3 to a diglucoside moiety via an ether bond. The two glucose units are in their cyclic pyranose forms, with the first glucose attached to the second at the C1-C2 position.</p>
L-13	Spinacetine 3-diglucoside	 <p>The structure shows a flavone core (spinacetin) with a 3-O-methyl group and hydroxyl groups at positions 5, 7, and 8. It is linked at position 3 to a diglucoside moiety via an ether bond. The two glucose units are in their cyclic pyranose forms, with the first glucose attached to the second at the C1-C2 position.</p>
L-14	Quercetine 3-diglucoside 7-glucoside	 <p>The structure shows a flavone core (quercetin) with hydroxyl groups at positions 5, 7, and 8. It is linked at position 3 to a diglucoside moiety via an ether bond and at position 7 to a single glucose unit via an ether bond. The two glucose units in the diglucoside are in their cyclic pyranose forms, with the first glucose attached to the second at the C1-C2 position.</p>
L-15	Kaempférol 6-méthyl éther 3-glucoside	 <p>The structure shows a flavone core (kaempferol) with hydroxyl groups at positions 5 and 8. It is linked at position 3 to a glucose unit via an ether bond and at position 6 to a methyl group via an ether bond. The glucose unit is in its cyclic pyranose form.</p>

## II.1.5.2. Classification :



**Figure 10. Variétés de flavonoïdes (Prabhu et al., 2021).**

### II.1.6. Lactone

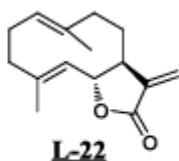
Ce sont des composés amers qui présentent une relative stabilité. Les lactones sont perçues comme une catégorie significative de métabolites secondaires présents dans les plantes. Un rapport de 2006 avait déjà recensé plus de 5000 entités reconnues détenant des squelettes chimiques extrêmement variés (Schmidt et al., 2006). Leur structure et leur isolement remontent à plus de cent ans. Effectivement, la première extraction de la  $\alpha$ -santonine L-16 a eu lieu en 1830 (Kahlek et al., 1933).

Les lactones sesquiterpéniques proviennent généralement des parties aériennes et se trouvent dans les poils sécréteurs présents sur les feuilles, les tiges et les bractées de l'inflorescence. Cependant, elles sont peu fréquentes dans les parties souterraines d'où quelques structures rares ont été isolées, y compris la lactucine L-17 extraite des racines de chicorée (*Cichorium intybus*) et l'hélénaline L-18 provenant de l'aunée (*Inula helenium*). La structure des sesquiterpènes lactones, avec leur séquence  $\alpha$ -méthylène- $\gamma$ -lactones et la présence fréquente de fonctions époxydes, leur confère sans conteste une capacité de réactivité biologique remarquable. Ces fonctions agissent comme des sites réactifs pour les nucléophiles biologiques, en particulier le groupe thiol des amines de différentes enzymes (synthase de glycogène, polymérase d'ADN,

thymidylate synthase, etc.), entraînant des alkylations irréversibles et une diversité considérable d'activités biologiques (**Bruneton et al., 1933**). Cela souligne la pertinence de cette recherche.

### II.1.7. Germacranolides d'*Anvillea radiata* :

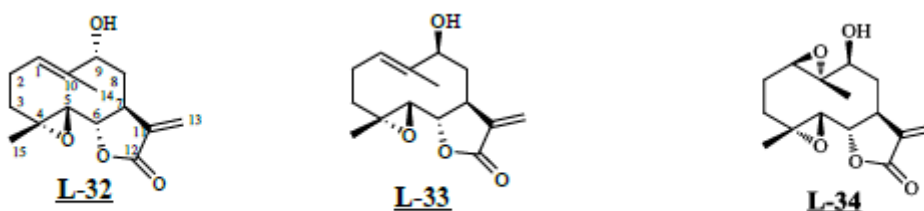
Les lactones sesquiterpéniques telles que le germacranolide contiennent dans leur structure fondamentale un cycle de dix carbones, comportant deux doubles liaisons : l'une entre C-1 et C-10 et l'autre entre C-4 et C-5. Ce cycle est lié à un autre cycle composé de 5 atomes, caractérisé par la fonction  $\gamma$ -lactone qui a la possibilité de se refermer en position 6 ou en position 8 (**Teisseire et al., 1991**) (Fig. 12).



**Figure 11. Structure de germacranolide (Costunolide) (Teisseire et al., 1991).**

Encore une fois, à partir des parties aériennes de la même plante, (**Abdel Sattar et al., 1996**) ont extrait, en plus des germacranolides L-32 et L-33, deux nouvelles variétés : le 9 $\alpha$ hydroxy-1 $\beta$ , 10 $\alpha$ -époxyparthénolide L-35 et le parthénolide -9-one L-36.

En 2004, une équipe dirigée par (**El Hassany et al., 2004**) a extrait le L-32 (un sesquiterpène dominant de l'extrait chloroformique avec un rendement de 11%) ainsi que le parthenolide-9-one L-36 et un nouveau germacranolide nommé L-37, soit l'8 $\alpha$ , 9 $\alpha$ -époxyparthénolide (illustré en Fig. 13), à *partir de l'extrait chloroformique des parties aériennes d'*Anvillea radiata**.



**Figure 12. Germacranolides isolés à partir d'*Anvillea radiata* (El Hassany et al., 2004).**

## II.2. Composés chimiques et l'analyse photochimique d'*Anvillea garcinii*

Les parties végétatives et les fleurs d'*A. garcinii* sont constituées de 140 composés. Dans les fleurs, 126 composés et dans les parties végétatives, 119 composés représentent respectivement 95.7% et 94.9% de l'ensemble des composés. Les composés principaux de l'essence florale sont l'acétate de bornyle (33,7%), le cis-nerolidol (7,3%) et le camphène (6,1%).

Les composés principaux des parties vertes ou végétatives d'*A. garcinii* comprennent le cis-nerolidol (16,0%), le terpinène-4-ol (10,4%) et l'oxyde de cabreuva B (6,4%) (**Rustaiyan et al., 2011 ; Khan et al., 2016**). Les résultats d'une autre recherche indiquent que 97,44% de l'ensemble des substances présentes dans l'essence des feuilles, fleurs et autres parties de *A. garcinii* sont constitués de seulement 25 composés. On note notamment la présence de myristicine (58,79%), Bicyclo (5.3.0) décane, 2-méthylène-5-(1-méthylvinyle) -8-méthyl (7,71%), 5-Méthyl-4-nonène (3,46%) et (E)-Ocimène (3,39%) comme mentionné par (**Oucheikh et al., 2022**).

Par ailleurs, *A. garcinii* est riche en acide palmitique, stigmast-5-en-3-ol et cholestan-3-one-4,4-diméthyl, comme le souligne (**Al-Otaibi et al., 2014**). De plus, les parties aériennes de cette plante constituent une source fiable de 9-hydroxy parthénolide, présent dans les secteurs pharmaceutique et cosmétique, comme le rapportent (**Moumou et al., 2010 ; Moumou et al., 2011d ; Moumou et al., 2012**) dans différentes études.

L'essence d'*Anvillea garcinii* contient une quantité notable de composés phénoliques (**Branch, 2015**) et parmi les flavonoïdes que l'on trouve dans ses feuilles, on compte l'hispiduline, la népétine, le jaceosidine, le spinacétin, le spinacétin 7-glucoside, le patuletin 7-glucoside, le spinacétin 3-glucoside, le kaempferol 6-éther méthyl-3-glucoside, la quercétine 3-glucoside ainsi que le patuletin 3-digluco-7-glucoside, isorhamnetin 3-rhamnoglucoside, quercetin 3-glucoside, diméthyl éther. 6-méthoxy kaempférol 3-galactoside, 6-méthoxy kaempférol 3-galactoside 7-éther de méthyle, 6-méthoxy kaempférol 3-galactoside 7,4diméthyl éther 6-méthoxy kaempférol 3-rhamnoglucoside, 6-méthoxy quercétine 3-rhamnoglucoside 3 méthyl éther, 6-méthoxyapigénine et 6-méthoxylutoline (**Ulubelen et al., 1979 ; Dendougui et al., 2006**), népétine, isorhamnétine, jaceosidine et pigments chlorophylliens (Destandau et al., 2015) 9 $\alpha$ -hydroxyparthenolide-9-O- $\beta$ -D-glucopyranoside et spinacetin 3-O-[ $\alpha$ -L-rhamnopy-7-O-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranoside], le kaempférol 3-O-rutinoside, le kaempférol 7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside et le quercétine 7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside sont des composés étudiés par (**Perveen et al., 2018**).

Les parties aériennes de l'*A. garcinii* renferment des germacranolides, tels que le 9 $\beta$ -hydroxy parthénolide et le 9 $\alpha$ -hydroxy parthénolide (**Tyson et al., 1981 ; Destandau et al., 2015**), ainsi que le cis-parthénolid-9-one (**Abdel-Sattar et al., 2000**). L'un des composés les plus significatifs d'*A. garcinii* est le 9 $\alpha$ -hydroxy parthenolide, à partir duquel plusieurs dérivés sesquiterpéniques comme le 9 $\alpha$ -Acétoxy-1 $\beta$ , 10 $\alpha$ -époxy parthenolide (doté de la formule moléculaire C<sub>17</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub>) ont été synthétisés (**Moumou et al., 2010 ; Moumou et al., 2011d ; Moumou et al., 2012**).

Les auteurs ont fait état de quatre nouveaux composés appelés garcinamine. La garcinamine B présente des similitudes avec la garcinamine A. La seule variation est que dans la C-13, l'acide aminé L-phénylalanine présent dans la garcinamine A est substitué par l'acide aminé L-valine dans la garcinamine B. De plus, la garcinamine C présente des similitudes avec les garcaminamines A et B, à l'exception de l'acide aminé C-13 (proline). La Garcinamine D est identique à la Garcinamine C, avec une modification de la position de l'OH lié au C-9 (tableau 4) **(Zarei et al., 2025)**.

**Chapitre III :**  
**Activités biologiques et**  
**pharmacologiques**

## Chapitre III. Activités biologiques et pharmacologiques

### III.1. Activité anti-inflammatoire

#### III.1.1. Inflammation

##### III.1.1.1. Définition

Depuis de nombreuses années, l'inflammation est caractérisée comme étant la réaction à une blessure des tissus ou à une infection. Cette idée a été récemment révisée suite à l'afflux de documents où il est également question de molécules et de cellules liées à l'inflammation, même en l'absence de dommage tissulaire ou d'infection. Par conséquent, on peut caractériser l'inflammation comme la réaction innée à des facteurs nuisibles comme les agents infectieux, les blessures ou le stress métabolique, et son objectif final est de restaurer l'équilibre homéostatique physiologique (**Antonelli et al., 2017**). Dans le but de rétablir l'équilibre tissulaire, le corps réagit à une agression, comme une infection, la présence de substances toxiques, des cellules lésées ou une exposition à des radiations. Elle se définit par cinq aspects fondamentaux : la tumeur (gonflement ou oedème), la couleur (rougeur), la douleur (dolor), la fièvre (chaleur) et le dysfonctionnement des organes ou tissus (**Oschman et al., 2015**). On distingue deux sortes d'inflammations : La réaction immunitaire face aux agents infectieux ou aux blessures aiguës passe nécessairement par l'inflammation aiguë. Ce mécanisme favorise la régénération et la restauration des cellules dans divers tissus. Cependant, l'inflammation chronique entraîne généralement une inflammation de faible intensité et durable, qui conduit à la détérioration des tissus (**Straub et al., 2016**) (Fig. 14).

L'inflammation aiguë peut évoluer vers une inflammation chronique (**Pawelec et al., 2014**). Si une inflammation aiguë ne se dissipe pas en quelques jours, elle peut être classée comme chronique.

##### III.1.1.2. Types de l'inflammation

###### III.1.1.2.1. Inflammation aiguë

L'inflammation aiguë est un processus de courte durée, qui s'étend de quelques minutes à quelques jours. Ses traits distinctifs incluent la libération de protéines plasmatiques ou de fluides, ainsi que le mouvement de leucocytes vers une région extravasculaire. Ces réponses cellulaires et vasculaires sont stimulées par des éléments chimiques générés par les cellules ou le plasma et sont à l'origine des manifestations cliniques typiques de l'inflammation, notamment l'enflure, la rougeur, la douleur, la chaleur et la défaillance fonctionnelle. Même si une réponse inflammatoire peut se produire en réaction à n'importe quel facteur déclencheur, la spécificité de ce mécanisme réside dans la réponse du tissu conjonctif vascularisé (**Markiewski et al., 2007**).

Les processus inflammatoires aigus s'articulent autour de trois phases majeures : l'intensification du flux sanguin vers la région enflammée, la dilatation des vaisseaux et l'augmentation de leur perméabilité entraînant une décharge de plasma de la microcirculation, ainsi que le déplacement des leucocytes phagocytaires vers les tissus voisins (**Kobayashi et al., 2014**).

La réponse inflammatoire est d'une complexité remarquable et se compose de différentes phases, à savoir la phase vasculaire, la phase cellulaire et la phase de résolution. Les leucocytes sont les principaux agents cellulaires responsables de cette réaction en utilisant divers procédés, y compris des intermédiaires chimiques comme les cytokines (**Wynn et al., 2012**).

### III.1.1.2.2. Inflammation chronique :

L'inflammation chronique est une inflammation qui ne montre pas de signes de guérison spontanée et qui évolue de manière progressive, continue ou qui s'intensifie au fil des mois ou des années. À l'opposé de l'inflammation aiguë, où les phases vasculaires et cellulaires se suivent, dans le cas de cette inflammation, elles coexistent tout au long de son avancement. La perte de fonction des tissus ou des organes est fréquemment une conséquence de l'inflammation chronique. Le processus de dégradation des tissus et les efforts de réparation sont également présents (**Lee et al., 2012 ; Howcroft et al., 2013 ; Park et al., 2014**).

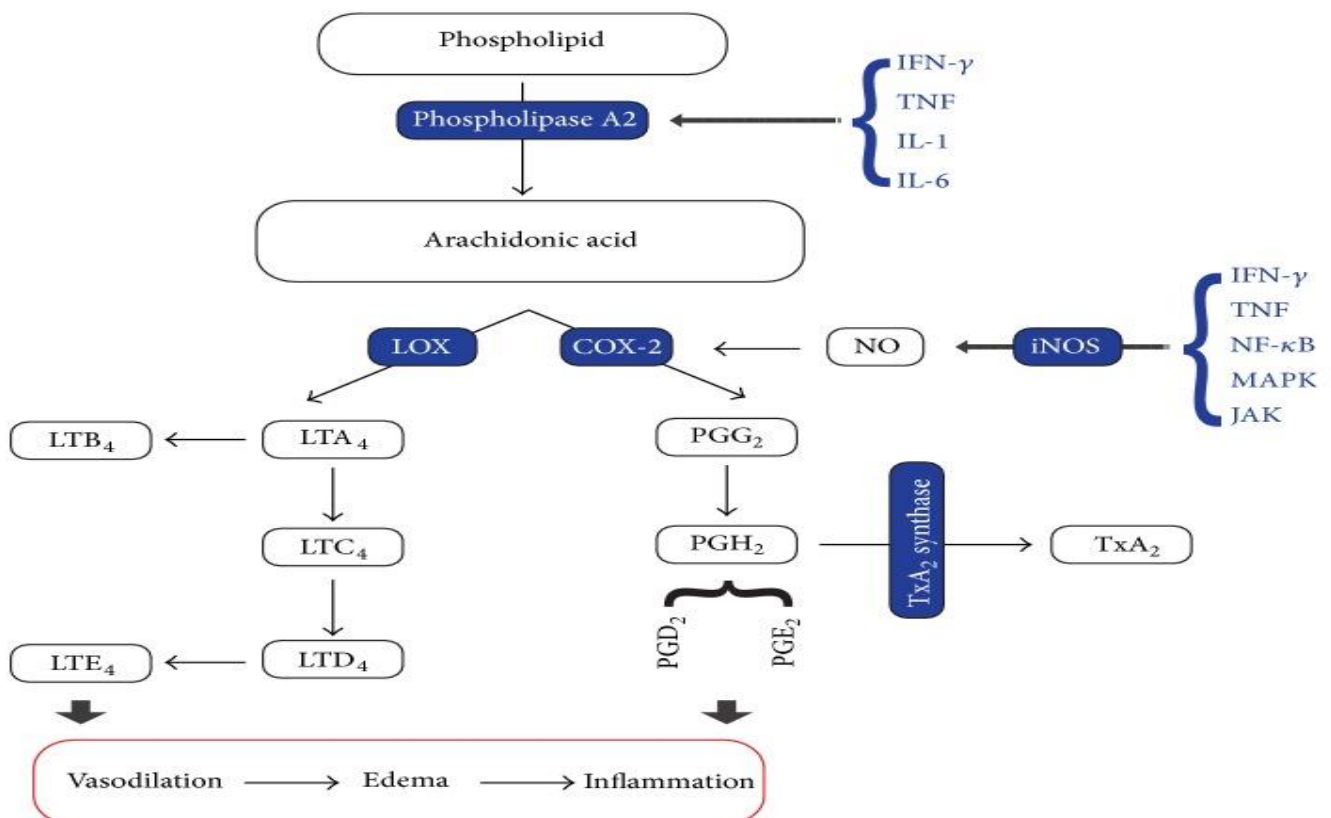


Figure 13. Voie de l'inflammation (Ghasemian et al., 2016).

COX, représente la cyclooxygénase ; LOX, correspond à la lipoxygénase ; PG, signifie prostaglandine ; LT, fait référence au leukotriène ; TX, indique le thromboxane ; NO, désigne l'oxyde nitrique ; iNOS, renvoie à la synthèse d'oxyde nitrique inducible ; IFN, est pour l'interféron ; TNF, représente le facteur de nécrose tumorale ; NF- $\kappa$ B, évoque le facteur nucléaire- $\kappa$ B ; MAPK, signifie kinase activée par les mitogènes ; JAK, kinase de Janus ; IL, interleukine (**Ghasemian et al., 2016**).

### III.1.2. Les anti-inflammatoires :

On distingue deux catégories d'anti-inflammatoires : les anti-inflammatoires à base de stéroïdes (AIS) et les anti-inflammatoires qui ne sont pas à base de stéroïdes (AINS). La différence majeure entre les deux types réside dans leur mode d'action.

#### III.1.2.1. Anti-inflammatoires stéroïdiens

Les corticostéroïdes, également connus sous le nom d'anti-inflammatoires stéroïdiens, sont des versions synthétisées des corticoïdes naturels, qui sont des hormones produites par le cortex surrénalien. Il s'agit d'agents anti-inflammatoires employés pour diminuer les conséquences néfastes de la réaction inflammatoire (**Janeway et al., 2009**). Les glucocorticoïdes freinent les prostaglandines et les protéines engagées dans les processus inflammatoires, tels que les corticostéroïdes (**Nunes et al., 2020**). Ces derniers possèdent des attributs anti-inflammatoires, antiallergiques et immunosuppresseurs qui participent à leur efficacité dans le traitement (**Guilpain et al., 2012**).

#### III.1.2.2. Anti-inflammatoires non stéroïdiens

Les médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) constituent l'une des thérapies les plus couramment prescrites à l'échelle mondiale. Ces médicaments possèdent des propriétés anti-inflammatoires, antipyrétiques et analgésiques. L'action des AINS est principalement due à leur inhibition de la cyclooxygénase, une enzyme impliquée dans la synthèse des prostaglandines (**Tréchet et al., 2014**). Les inhibiteurs de la cyclooxygénase (COX), connus sous le nom d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). Les isozymes COX-1 et COX-2 remplissent des rôles biologiques distincts ; l'effet antidouleur est surtout (mais pas uniquement) rattaché à la suppression de la COX-2, alors que d'autres effets résultent du blocage de la COX-1 et de la COX-2. Tous les anti-inflammatoires non stéroïdiens, y compris l'acétaminophène et l'aspirine, peuvent avoir des effets indésirables, surtout au niveau gastro-intestinal et cardiovasculaire, en raison de leur préférence relative pour la COX-1 et la COX-2. Comme tous les AINS agissent par le biais de l'inhibition des isoenzymes COX (**Brune et al., 2015**).

### III.1.2.3. Les anti-inflammatoires d'origine végétale :

On attribue l'effet anti-inflammatoire des végétaux à la présence de métabolites secondaires biologiquement actifs, tels que les polyphénols, les stérols, les alcaloïdes, les saponines, les coumarines et les terpènes. Ces agents actifs peuvent intervenir à divers stades de la réaction inflammatoire en freinant le processus métabolique de l'acide arachidonique, un mécanisme de transmission du signal associé à l'activation des cellules inflammatoires. Production de cytokines pro-inflammatoires, expression de molécules adhésives, activation du facteur nucléaire kappa-B et génération d'espèces réactives à l'oxygène **(Duwiejua et al., 1993)**.

L'élaboration de médicaments plus performants et moins nocifs continue de représenter un challenge pour les chimistes pharmaceutiques, à cause de la complexité des divers processus inflammatoires **(Bai et al., 2021)**. Ainsi, il est recommandé d'utiliser des agents anti-inflammatoires naturels dans le cadre du traitement médicamenteux afin d'augmenter l'efficacité thérapeutique et de réduire les effets secondaires non souhaités **(Nunes et al., 2020)**. Ils ont un éventail d'activités très étendu, certains de ces composés phytochimiques possèdent des propriétés anti-inflammatoires. On estime que nombreux d'entre eux fonctionnent en inhibant les voies de la cyclooxygénase et de la lipoxigénase, parmi d'autres mécanismes **(Fiebich et al., 2004)**.

#### III.1.3. Effet antiinflammatoire d'*Anvillea radiata et garcinii*

*Anvillea radiata et garcinii* contenant des composés bioactifs réputés pour leur impact sur les médiateurs de l'inflammation, tels que les flavonoïdes et les lactones de sesquiterpène, a été étudiée pour ses possibles vertus anti-inflammatoires.

De nombreuses recherches scientifiques se sont intéressées à cette plante, soulignant son aptitude à réguler la réponse inflammatoire dans divers modèles expérimentaux :

##### III.1.3.1. Effet d'*Anvillea radiata*

**(Mahdjour et al., 2020)** ont examiné les propriétés anti-inflammatoires des extraits de fleurs d'*Anvillea radiata* en utilisant l'inhibition de la dénaturation des protéines par l'albumine d'œuf et le sérum bovin. Les résultats ont montré que les extraits de fleurs d'*A. radiata* possèdent des propriétés anti-inflammatoires capables de prévenir la dénaturation des protéines. On a mesuré l'inhibition de la dénaturation en incubant différentes concentrations d'extraits avec de l'albumine sérique bovine et de l'œuf albumine, dans des conditions expérimentales contrôlées. On a utilisé la viscosité et la stabilisation des membranes pour évaluer les propriétés anti-inflammatoires. On a utilisé le diclofénac sodique comme témoin standard. Ces résultats

indiquent que les extraits de fleurs d'*A. radiata* possèdent une activité anti-inflammatoire notable, potentiellement liée à la présence de composés phénoliques dans l'extrait.

Selon (Fyad et al., 2022), l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata* possède des propriétés anti-inflammatoires. Cette recherche, réalisée sur des sujets vivants, a démontré que l'extrait a un effet notable dans la diminution de l'inflammation, ce qui appuie son utilisation traditionnelle pour le traitement des maladies inflammatoires. Même si la recherche a aussi examiné les propriétés antidouleur de la plante, ses conclusions mettent principalement en lumière le potentiel anti-inflammatoire de l'extrait aqueux, soulignant ainsi son attrait en phytothérapie.

(Belakredar et al., 2024) ont mené une étude approfondie sur l'évaluation phytochimique de l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata*, en mettant l'accent sur ses possibles applications en tant qu'agent anti-inflammatoire. L'identification de la catéchine comme principal constituant a été réalisée grâce à l'analyse par chromatographie liquide à haute performance (HPLC), tandis que les composés suivants étaient présents en quantités plus réduites : rutine, quercétine-3- $\beta$ -D-glucoside, acide syringique, acide 3,4-dihydroxybenzoïque et acide vanillique. L'activité anti-inflammatoire a été évaluée in vitro. Les résultats ont démontré que l'extrait aqueux à des concentrations faibles était plus efficace que l'aspirine, suggérant une éventuelle utilisation thérapeutique avec moins d'effets secondaires et une rentabilité supérieure. Des analyses prédictives des propriétés pharmacochimiques et de la toxicité ont été effectuées. La catéchine, l'acide syringique et l'acide vanillique ont montré des caractéristiques prometteuses pour une utilisation pharmacologique, y compris une bonne « similarité avec les médicaments ». En outre, la rutine, la quercétine-3- $\beta$ -D-glucoside et la catéchine ont démontré un faible risque de toxicité. L'étude a été finalisée par des analyses de docking moléculaire, mettant en évidence des interactions stables entre les composés identifiés et divers cibles inflammatoires majeures, telles que COX-2, MPO, IL-1 $\beta$ , IL-6 et TNF- $\alpha$ . Parmi ces composés, la catéchine a démontré une affinité particulièrement forte pour ces protéines cibles. En fin de compte, les simulations de dynamique moléculaire ont confirmé le potentiel thérapeutique de la catéchine, y compris sa flexibilité structurelle et sa déformabilité au sein des complexes formés avec COX-2 et MPO. Ces constatations ont été corroborées par les graphiques de variance cumulative et le réseau élastique, qui renforcent l'attrait pour l'extrait aqueux d'*A. radiata* et plus spécifiquement, la catéchine en tant que candidat prometteur pour l'élaboration de médicaments anti-inflammatoires.

#### III.1.3.2. Effet d'*Anvillea garcinii*

Selon (Hamed et al., 2023), l'activité anti-inflammatoire de dix lactones sesquiterpéniques, dérivées de l'extrait éthanolique d'*Anvillea garcinii*, a été examinée en

recourant au test de la myéloperoxydase (MPO) ainsi qu'au modèle d'œdème chez la souris. Un certain nombre de composés, y compris le 3 $\alpha$ ,4 $\alpha$ -10 $\beta$ -trihydroxy-8 $\alpha$ -acetyloxyguaian-12,6 $\alpha$ -olide, l'épi-vulgarine, le 9 $\alpha$ -hydroxyparthénolide, les garcinamines C, D et E, ainsi que le 4,9-dihydroxyguaian-10(14) -en-12-olide ont prouvé une notable activité anti-inflammatoire. Les données suggèrent que la seule présence du motif  $\alpha$ -méthylène- $\gamma$ -lactone n'assure pas automatiquement une propriété anti-inflammatoire ; cependant, la présence d'un résidu de proline en position C3 de l'anneau lactonique paraît augmenter l'attraction de ces composés pour les isoenzymes MPO, provoquant une suppression plus significative de l'inflammation.

Selon (**Boukemara et al., 2016**), une étude expérimentale a mis en évidence les effets anti-inflammatoires des polysaccharides hydrosolubles extraits d'*Anvillea garcinii* sur les neutrophiles humains **in vitro**. Les résultats ont démontré que ces polysaccharides inhibent, de manière dose-dépendante, la production de l'anion superoxyde (O<sub>2</sub><sup>-•</sup>) induite par le fMLF et le PMA. Cette inhibition est accompagnée d'une réduction significative de la translocation membranaire des protéines PKC $\beta$  et p47phox, ainsi que de la phosphorylation de cette dernière au niveau de la sérine 328, processus essentiels à l'activation de la NOX2. Par ailleurs, une diminution marquée de la dégranulation des neutrophiles a été observée, comme en témoignent la réduction de la libération de myéloperoxydase (MPO) et la baisse de l'expression membranaire de CD11b. Les auteurs concluent que la régulation négative de l'oxydase NADPH par les polysaccharides d'*Anvillea garcinii* pourrait constituer un mécanisme clé sous-jacent à leurs propriétés anti-inflammatoires.

## III.2. Activité antioxydante

### III.2.1. Généralités

Dernièrement, une problématique significative liée aux conditions environnementales et au style de vie humain est responsable d'une hausse du stress oxydatif dans le corps. Cette tension entraîne une production significative d'espèces réactives d'oxygène (ERO). Bien qu'elles soient cruciales pour le corps en jouant un rôle clé dans la protection contre les invasions microbiennes, l'inadéquation entre la production de ces ERO et la capacité de l'organisme à les neutraliser et à réparer les lésions oxydatives au niveau des tissus constitue ce qu'on appelle le stress oxydant. Cela peut entraîner des dommages souvent irréparables pour les cellules (**Aravodis, 2005**). Le stress oxydant est une situation inhabituelle que rencontrent parfois nos cellules ou un de nos tissus lorsqu'ils sont exposés à une production, interne ou externe, de radicaux libres oxygénés qui excède leurs capacités antioxydantes. Une accumulation non contrôlée de radicaux libres peut entraîner des dysfonctionnements dans l'expression génétique et des récepteurs membranaires, une prolifération ou une apoptose cellulaire, des troubles du système

immunitaire, de la mutagénèse, ainsi que des dépôts de protéines ou de lipofuscine dans les tissus (Bennamara, 2017).

#### III.2.1.1. Agents du stress oxydant

Les agents qui induisent le stress oxydant appartiennent à la catégorie des espèces réactives de l'oxygène ou de l'azote, incluant les radicaux libres (comme le superoxyde radical anion  $O_2^\bullet$ , le radical hydroxyle  $OH^\bullet$ ...) ainsi que certains composés oxygénés tels que le peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ , le peroxydinitrite  $ONOOH$  et les oxydes d'azote  $NO^\bullet$ . L'organisme produit constamment ces éléments en quantités restreintes, soit comme résidus de la respiration mitochondriale (Holevinsky et al., 1995). Des espèces réactives de l'oxygène moins actives fonctionnent comme des médiateurs, notamment pour la régulation de la dilatation capillaire, et sont engagées dans les communications intra- et intercellulaires (Favier, 2003). Dans l'environnement, on peut rencontrer des agents externes tels que les contaminants de l'air, les radiations UV et l'éthanol, qui peuvent entraîner une production excessive de radicaux libres. En raison de ces agents, notre système de défense interne ne parvient pas à diminuer toutes ces espèces réactives. Pour réduire ces lésions oxydatives, notre organisme requiert une nourriture riche en antioxydants externes tels que les vitamines C, E et A, les huiles essentielles ainsi que les flavonoïdes. (Budrul et al., 2012).

Ce stress oxydant est principalement attribué soit à des carences nutritionnelles en vitamines et oligo-éléments, soit à des excès de facteurs prooxydants comme le fer et les acides gras. D'autres causes incluent des incidents (inflammation, exposition à des xénobiotiques prooxydants...) ou des facteurs génétiques. Généralement, la combinaison de ces divers éléments conduit au mécanisme pathologique (Favier, 2003).

#### III.2.2. Effet antioxydant d'*Anvillea radiata* et *garcinii*

##### III.2.2.1. Effet d'*Anvillea radiata*

*Anvillea radiata* est considérée comme une source naturelle d'antioxydants en raison de sa richesse en composés phénoliques, flavonoïdes et tanins. Cette composition lui confère la capacité d'inactiver les radicaux libres et de prévenir les dommages oxydatifs. De nombreuses recherches scientifiques ont validé ce potentiel ; les résultats seront exposés en détail ci-après :

(El Bouny et al., 2021) ont évalué les vertus antioxydantes de l'hydrolat d'*Anvillea radiata*, produit dérivé de l'hydrodistillation des parties aériennes de la plante lors de l'extraction des huiles essentielles. L'analyse par chromatographie en phase gazeuse associée à la spectrométrie de masse (GC-MS) a démontré que l'hydrolat d'*A. radiata* est essentiellement constitué de substances contenant de l'oxygène, tandis que les hydrocarbures terpéniques sont

présents en quantités infimes. Le pH de l'hydrolat a été mesuré et s'est avéré être dans la gamme légèrement acide.

Trois tests ont été réalisés pour évaluer le potentiel antioxydant de l'hydrolat : la mesure de la teneur totale en phénols, le test DPPH pour la capture des radicaux libres, et le test FRAP (capacité réductrice du fer). Bien qu'elle soit moins active que certains autres hydrolats étudiés, *A. radiata* a démontré certaines propriétés antioxydantes. Ces résultats suggèrent que l'hydrolat d'*Anvillea radiata* pourrait être apprécié pour ses propriétés antioxydantes.

L'étude de (Beniaich et al., 2022) a évalué le potentiel antioxydant des huiles essentielles d'*Anvillea radiata* (EOAR) récoltées au Maroc. L'extraction de l'EOAR a été réalisée par hydrodistillation, et l'identification des composants phytochimiques a été effectuée grâce à la chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse (GS-MS). On a employé la méthode du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), la méthode du ferricyanure (FRAP) et la capacité antioxydante totale (TAC) pour évaluer la capacité antioxydante. Les résultats ont démontré que l'EOAR avait une activité antioxydante notable, affichant un IC<sub>50</sub> de 32.36 µg/mL lors du test DPPH et une valeur EC<sub>50</sub> de 64.60 ± 3.71 µg/mL dans le test FRAP. De plus, la capacité antioxydante totale a montré une concentration de 977.51 ± 22.38 µg AAE/mg (TAC). Ces résultats indirects corroborent que l'EOAR possède une activité antioxydante importante, ce qui peut être attribué à la présence d'éléments composés tels que les sesquiterpènes et les monoterpènes.

Grâce à plusieurs tests in vitro, comme l'activité de capture du radical DPPH, la capacité réductrice du fer (FRAP) et l'activité de capture du radical cation ABTS, (Mohamed et al., 2015) ont étudié les propriétés antioxydantes potentielles des solutions aqueuses, méthanoliques et acétiques d'*Anvillea radiata* éthylène. La méthode de Folin-Ciocalteu a été employée pour mesurer les teneurs totales en polyphénols. L'extrait méthanolique se distingue parmi les extraits testés grâce à ses propriétés antioxydantes supérieures, manifestées par une capacité intense à neutraliser les radicaux libres, attestant de sa richesse en composés phénoliques. Ces propriétés antioxydantes soulèvent la possibilité d'une utilisation dans les secteurs pharmaceutique, cosmétique et alimentaire.

(Saoud et al., 2019) ont estimé l'activité antioxydante des extraits d'*Anvillea radiata*, en utilisant les tests DPPH et ABTS, en se concentrant sur ceux de l'acétate d'éthyle (EtOAc), du n-butanol (n-BuOH) ainsi que sur trois composés isolés. Avec un-IC<sub>50</sub> de 0,0026 mg/mL (DPPH) et 0,0011 mg/mL (ABTS), les résultats ont démontré que l'extrait éthylique possède la plus grande capacité à neutraliser les radicaux libres. On attribue cette activité antioxydante exceptionnelle à la présence abondante de composés bioactifs, tels que les germacranolides 9α-

et 9 $\beta$ -hydroxyparthénolide ainsi que l'acide 3,5-O-dicaffeoylquinique. Ces résultats appuient le potentiel d'*Anvillea radiata* en tant que source naturelle d'antioxydants, notamment pour une application dans le secteur agroalimentaire.

(Belakredar et al., 2021) ont étudié les métabolites secondaires de la plante *Anvillea radiata* en utilisant quatre solvants de polarité croissante (hexane, dichlorométhane, méthanol et eau) ainsi que trois tests antioxydants additionnels : le test de capacité antioxydante totale, le test d'activité de piégeage des radicaux libres (DPPH) et le test de pouvoir antioxydant ferrique (FRAP). Les extraits aqueux et méthanoliques ont présenté les rendements d'extraction les plus élevés (20,49 $\pm$ 0.26% et 11,58 $\pm$ 0.23%, respectivement). L'extrait de dichlorométhyléthane présentait les concentrations les plus élevées en phénols totaux, flavonoïdes et tanins (114,45 $\pm$ 0.02 mg GAE/g p.m., 245,21 $\pm$ 0.07 mg CE/g p.m., et 101,765 $\pm$ 0.014 mg CE/g p.m., respectivement). Les extraits de dichlorométhane et de méthanol ont montré une activité antioxydante notable (14,41 $\pm$ 0,009 et 9,55 $\pm$ 0,0023 mg GAE/g p.m., respectivement), une capacité marquante à oxyder les radicaux DPPH (IC50 = 0,9 $\pm$ 0,026 et 1,75 $\pm$ 0,051 mg/mL, respectivement) ainsi qu'une capacité ferritive importante (EC50 = 0,98 $\pm$ 0,034 et 1,31 $\pm$ 0,043 mg/ml). D'après ces résultats, *A. radiata* pourrait en réalité être une source potentielle d'antioxydants naturels et pourrait susciter un grand intérêt pour l'élaboration de nouveaux médicaments basés sur les plantes locales dans le but de valoriser les ressources naturelles du patrimoine national.

(Benslama et al., 2019) ont évalué l'activité antioxydante des extraits méthanoliques (Met.E) et aqueux (Aq. E) d'*Anvillea radiata* (Asteraceae), une plante médicinale utilisée en Algérie pour ses propriétés thérapeutiques. On a utilisé du méthanol et de l'eau pour extraire les composés bioactifs des parties aériennes de la plante. Nous avons utilisé trois approches complémentaires pour réaliser les tests antioxydants : l'évaluation de la capacité antioxydante totale (TAC), le test d'oxydation du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl, et le test de pouvoir réducteur ferrique (FRAP). D'après les résultats, Met.E contenait la plus grande quantité de flavonoïdes et de composés phénoliques totaux, avec 266,12  $\mu$ g EAG/mg E et 50,83  $\mu$ g EQ/mg E respectivement. Concernant l'activité antioxydante, Met.E a démontré une remarquable aptitude à neutraliser les radicaux libres ABTS et DPPH avec des valeurs EC50 respectives de 0,067 mg/ml et 0,33 mg/ml, témoignant d'une forte activité antioxydante. Par ailleurs, l'extrait méthanolique a démontré une puissante aptitude à réduire le fer (EC50 = 0,98 mg/ml), indiquant sa potentialité à diminuer les espèces réactives de l'oxygène (ROS) dans le corps. Ces observations indiquent que *A. radiata* pourrait être une source intéressante d'antioxydants

naturels, notamment grâce à sa concentration élevée en composés phénoliques comme la rutine et l'acide fumarique, qui sont à l'origine de ces remarquables propriétés antioxydantes.

#### III.2.2.2. Effet d'*Anvillea garcinii*

Selon (**Boukemara et al., 2016**), une recherche expérimentale a été réalisée pour examiner l'impact des polysaccharides hydrosolubles issus *d'Anvillea garcinii* sur le stress oxydatif des neutrophiles humains en milieu *in vitro*. Pour réaliser cela, on a isolé des neutrophiles humains à partir de sang frais total et on a évalué la production de l'anion superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ) grâce à des tests de réduction du cytochrome c. Des études utilisant la technique du western blot ont évalué le déplacement des protéines PKC $\beta$  et p47phox — une composante essentielle de l'activité de la NOX2 — vers la membrane plasmique des neutrophiles. De plus, elles ont mesuré la libération de myéloperoxydase (MPO) et l'expression membranaire CD11b à l'aide de la cytométrie en flux. L'étude a révélé que les polysaccharides *d'Anvillea garcinii* inhibent, de façon proportionnelle à la dose, la production de  $O_2^{\cdot-}$  stimulée par le fMLF et le PMA. Ils freinent également considérablement le déplacement membranaire de PKC $\beta$  et p47phox, ainsi que la phosphorylation de p47phox au niveau de la sérine 328.

### III.3. Activité antidiabétique

#### III.3.1. Le diabète

Le diabète est décrit comme une maladie métabolique, caractérisée par une hyperglycémie (augmentation du taux de sucre dans le sang) due soit à un déficit de la sécrétion d'insuline, soit à un défaut de son action, ou aux deux combinées (**Monnier, 2010**).

L'insuline, une hormone sécrétée par le pancréas, est essentielle à l'absorption du glucose dans les cellules. En cas d'absence, le niveau de sucre dans le sang s'élève, et l'organisme réagit fortement à ces fluctuations. L'hyperglycémie persistante est à l'origine de complications sur le long terme affectant divers organes, y compris les yeux, les reins, les nerfs, le cœur et les vaisseaux sanguins (**Executive Summary, Standards of Medical Care in Diabetes, 2012**).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le diabète est diagnostiqué lorsque le taux de sucre dans le sang à jeun dépasse 1,26g/l (7mmol/l) ou lorsqu'une mesure du taux de sucre sanguin deux heures après une ingestion orale de 75 g de glucose (test d'hyperglycémie provoquée orale [HGPO]) révèle un niveau supérieur à 2,00 g/l (11,1 mmol/l) à deux reprises. Ou bien, la glycémie mesurée à tout moment de la journée dépasse 2,00 g/l (11,1 mmol/l) à deux reprises uniquement si elle est accompagnée des symptômes du diabète (polyurie, polydipsie et perte de poids inexplicée) (**Sachon et al, 2004 ; WHO, 2006 ; American Diabetes Association, 2007**).

Plusieurs facteurs contribuent au diabète, dont les deux principales variantes sont le diabète de type 1 (DT1), qui est d'origine auto-immune ou idiopathique, représentant 5 à 10% des cas de diabète. Le diabète de type 2 (DT2), qui associe à divers niveaux une résistance à l'insuline et une insuffisance de sa sécrétion, constitue environ 90-95% des cas de diabète. (OMS, 2002).

### III.3.2. Classification

On distingue généralement deux principales formes de diabète : le diabète de type 1 et le diabète de type 2 (American Diabetes Association, 2009). En plus de ces deux principales catégories, on distingue d'autres formes de diabète adaptées à des situations spécifiques :

- Le diabète gestationnel : identifié comme une intolérance au glucose qui apparaît ou est diagnostiquée pour la première fois durant la grossesse (Cosson, 2010) ;
- les diabètes d'origines variées : des anomalies génétiques des cellules  $\beta$  du pancréas, des anomalies génétiques de la fonction de l'insuline, des affections du pancréas exocrine, des troubles endocriniens, des toxicités liées aux et aux produits chimiques ainsi que des infections (Executive Summary, 2012).

### III.3.3. Effet antidiabétique d'*Anvillea radiata* et *garcinii*

La présence de métabolites secondaires dans *Anvillea radiata*, tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques, a suscité l'intérêt des chercheurs en raison de leurs effets potentiels sur la régulation du glucose. Par conséquent, les propriétés antidiabétiques de cette plante ont fait l'objet de plusieurs études expérimentales telle que (Miara et al., 2019) qu'on rapporte que cette plante est couramment employée par les Touaregs d'Illizi dans le cadre de la gestion du diabète. Cette pratique traditionnelle est soutenue par des recherches scientifiques récentes, comme celle de (Kandouli et al., 2017), qui ont prouvé que des extraits bioactifs provenant de cette plante ont un impact antihyperglycémiant, hypolipidémiant et protecteur contre les désordres métaboliques, à des doses conformes aux usages traditionnels. Cette dimension d'activité sera l'objet d'analyses plus détaillées dans le cadre de recherches scientifiques futures qui seront dévoilées en suivant.

#### III.3.3.1. Effet d'*Anvillea radiata*

(Kandouli et al., 2017) ont étudié les effets anti-inflammatoires et antioxydants des extraits d'*Anvillea radiata* chez des patients obèses suite à un régime riche en céréales (HFD). On a étudié six extraits hydroalcooliques et aqueux provenant des parties aériennes de la plante pour leur teneur en polyphénols et flavonoïdes, leur activité antioxydante (tests DPPH, TRAP, ORAC), leur capacité d'oxydation des radicaux superoxyde et hydroxyle, ainsi que leur effet inhibiteur sur les enzymes digestives ( $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase). Le butanol et les extraits

aqueux lyophilisés (AQL) se distinguent par leurs profils d'enrichissement en polyphénols et leur absence de toxicité pour les fibroblastes pulmonaires normaux et les cellules cancéreuses A549 jusqu'à 400 µg/mL. Lorsqu'ils sont administrés par voie orale, ces extraits n'ont pas démontré de toxicité pour les souris à des doses atteignant 2000 mg/kg. L'administration de l'extrait aqueux à des souris diabétiques à une dose de 150 mg/kg pendant 12 semaines a entraîné une baisse notable du taux de sucre dans le sang, une amélioration de la sensibilité à l'insuline, une réduction du stress oxydatif dans le sang et les muscles, ainsi qu'un effet positif sur les paramètres lipidiques et inflammatoires. De plus, l'association de l'extrait aqueux (75 mg/kg) avec la metformine a permis d'obtenir la meilleure réduction possible des complications liées au diabète.

Ces résultats suggèrent que l'extrait aqueux *d'Anvillea radiata* pourrait être un candidat prometteur pour l'élaboration de traitements antidiabétiques naturels, en partie grâce à sa richesse en métabolites bioactifs secondaires et sa capacité à protéger les cellules bêta-pancréatiques et musculaires contre le stress oxydatif.

(Hebi et al., 2018) ont évalué les effets anti-diabétiques d'un extrait aqueux de feuilles *d'Anvillea radiata* sur des rats normaux et diabétiques ayant reçu une injection de streptozotocine (STZ). Durant cinq jours, les animaux ont reçu une dose orale de 10 mg/kg de poids corporel. Les résultats ont indiqué que les rats diabétiques avaient une baisse significative de leur taux de glycémie, passant de  $22,15 \pm 0,98$  mmol/L à  $14,00 \pm 1,89$  mmol/L six heures après l'administration d'une dose unique ( $p < 0,0001$ ) et atteignant  $4,39 \pm 1,29$  mmol/L après cinq jours de traitement ( $p < 0,0001$ ). Par contre, aucun effet n'a été observé chez les rats normaux.

Par rapport au groupe témoin, le test de tolérance au glucose oral a également mis en évidence la capacité notable de l'extrait à éviter l'élévation glycémique chez les rats traités pendant 30, 60 et 120 minutes. De plus, une analyse phytochimique préliminaire a mis en évidence la présence de divers métabolites secondaires comme les polyphénols, les flavonoïdes, les tannins, les mucilages, les sesquiterpènes, les terpènes et les glucides. Ces résultats suggèrent que la richesse en composés bioactifs pourrait être à l'origine de l'effet antihyperglycémiant observé.

(Mercier et al., 2020) ont étudié les propriétés protectrices des extraits aqueux et n-butanoliques riches en polyphénols *d'Anvillea radiata* face à la neuropathie diabétique, une complication fréquente du diabète associée à la production de radicaux libres et à l'inflammation des neurones et des cellules gliales. Cette étude comprenait une évaluation des effets thérapeutiques des extraits, tant in vitro qu'in vivo. Dans la première partie de l'étude, la capacité des extraits *d'A. radiata* à inhiber les enzymes antiglycatives et la production de ROS a été démontrée. Ces tests ont prouvé l'efficacité des extraits pour réduire le stress oxydant, un élément crucial dans la neuropathie diabétique. Des expériences supplémentaires ont été menées

sur des cultures cellulaires de rats traitées avec les extraits. Les marqueurs inflammatoires (TNF-alpha, IL-6 et IL-1) ont été quantifiés dans des cellules microgliales stimulées par le lipopolysaccharide (LPS), tandis que la cytoprotection des astrocytes exposés au stress oxygène-dépourvu du méthylglyoxal a été évaluée. Dans la suite de l'étude, les extraits ont été administrés par voie orale à des souris C57BL/6J diabétiques, nourries avec une diète riche en céréales, pendant une durée de 12 semaines à un dosage de 75 mg/kg. On observe une diminution notable de l'hyperglycémie et du stress oxydatif. De plus, une baisse significative a été constatée sur plusieurs indicateurs physiopathologiques : i) une réduction du délai de retrait thermique (-30%) et de l'infiltration des cellules T dans le nerf sciatique (-40%), ii) une diminution de la vasoconstriction et de la production de superoxyde et de protéines carbonylées dans les anneaux aortiques, iii) une baisse de l'activation de la myélo-peroxydase et de la xanthine-oxydase dans le plasma et les reins, iv) une diminution de la peroxydation lipidique.

Ces résultats suggèrent que les extraits d'*A. radiata* pourraient avoir des effets thérapeutiques dans le traitement des complications du diabète, notamment celles en lien avec la neuropathie diabétique et l'inflammation.

#### III.3.3.2. Effet d'*Anvillea garcinii*

Dans une étude de (Zarei et al., 2024) ont évalué l'efficacité antidiabétique de l'extrait éthanolique d'*Anvillea garcinii* en utilisant un modèle expérimental de diabète provoqué chez le rat. Dans le cadre de cette recherche, on a administré par voie orale un extrait à une dose de 300 mg/kg aux rats diabétiques induits par la streptozotocine pendant une durée de 45 jours. Les analyses biochimiques ont démontré une réduction notable du taux de sucre dans le sang chez les rats traités avec l'extrait, comparativement aux rats témoins diabétiques. En outre, une stabilisation du poids et une amélioration du profil lipidique (diminution du cholestérol, des triglycérides, etc.) ont été notées. On attribue ces effets à la plante, grâce à sa richesse en composés antioxydants et à sa capacité d'inhibition des enzymes digestives responsables de l'absorption du glucose, comme l'alpha-amylase et l'alpha-glucosidase. Pour résumer, cette recherche souligne l'impact antidiabétique significatif de l'extrait éthanolique d'*Anvillea garcinii*, indiquant son potentiel thérapeutique dans le traitement du diabète.

L'étude menée par (Kharjul et al., 2014) vise à déterminer l'impact de l'extrait éthanolique de la plante séchée *Anvillea garcinii* sur les rats diabétiques induits par la streptozotocine, tout en observant également son effet sur le test de tolérance au glucose. Une injection intraveineuse de streptozotocine (65 mg/kg), administrée sous anesthésie au protoxyde d'azote, a provoqué le diabète chez les rats. Les animaux ont été répartis de manière aléatoire en cinq groupes, dont un groupe a reçu un traitement à base d'*Anvillea garcinii* (300 mg/kg).

Chaque jour, nous avons enregistré les poids des participants et les taux de glucose dans le sang. À la conclusion de l'étude, le quarantième jour, des examens biochimiques ont été réalisés pour mesurer les niveaux de cholestérol total, de triglycérides et de HDL-cholestérol. Un test de sensibilité au glucose a aussi été effectué sur les animaux en bonne santé à jeun. Les conclusions ont indiqué que l'extrait éthanolique d'*Anvillea garcinii* démontrait un potentiel antidiabétique notable, réduisant les taux de glucose dans le sang, stabilisant le poids des rats et régulant les niveaux de lipides sériques vers une norme.

### III.4. Activité antimicrobienne

#### III.4.1. Activité antibactérienne

Une des causes majeures de décès à l'échelle mondiale est les maladies d'origine bactérienne (**Beddou et al., 2014**). Bien que l'industrie pharmaceutique ait développé diverses nouvelles molécules antibactériennes, les bactéries ont mis en place plusieurs tactiques de résistance face à ces substances (**Iwu et al., 1999**). Face à l'émergence de la résistance aux antibiotiques chez les microorganismes, on observe une tendance croissante vers la recherche de composés naturels ayant des propriétés antimicrobiennes (**jamal et al., 2014**).

#### III.4.2. Effets antibactériens d'*Anvillea radiata* et *garcinii*

Au vu de la diversité phytochimique d'*Anvillea radiata* et *garcinii* (comme les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes, etc.), il est raisonnable de supposer que cette plante présente diverses activités biologiques. De nombreuses recherches scientifiques ont été menées pour examiner ces propriétés, notamment leur activité antibactérienne, qui sera l'objet de la section suivante :

##### III.4.2.1. Effet d'*Anvillea radiata*

(**Benslama et al., 2019**) ont évalué l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques (Met.E) et aqueux (Aq. E) d'*Anvillea radiata* contre plusieurs souches bactériennes. » Les résultats ont montré que l'extrait méthanolique présentait une forte activité inhibitrice, avec un diamètre de zone d'inhibition de 23,58 mm contre *Bacillus subtilis*, 20,69 mm contre *Micrococcus luteus* et 18,33 mm contre *Staphylococcus aureus*. Par ailleurs, la concentration minimale inhibitrice (CMI) de Met.E était de 6.25 µg/ml pour *S. aureus* et de 25 µg/ml pour *M. luteus* et *B. subtilis*, ce qui démontre une efficacité significative à des concentrations faibles. On attribue cette activité antibactérienne à la profusion de métabolites secondaires, tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les acides phénoliques présents dans l'extrait méthanolique.

Dans une autre recherche, (**Rahhal et al., 2016**) ont examiné les propriétés antibactériennes de l'huile essentielle *d'Anvillea radiata* sur trois souches de référence : *Staphylococcus aureus* (Gram-positif), *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-négatif) et *Escherichia coli*. Les résultats ont démontré une activité notable contre les deux premières souches, avec des diamètres d'inhibition atteignant 3,6 cm pour *P. aeruginosa* et 2,6 cm pour *E. coli*, même à des dilutions de 1/2 et 1/4. En revanche, aucune activité contre *S. aureus* n'a été détectée. Les auteurs attribuent cette efficacité à la présence de sesquiterpènes oxygénés, tels que le 6-oxocyclonerolidol, ainsi qu'à d'autres composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes et les saponines. De plus, les propriétés bactéricides de l'huile essentielle sont attestées par les CMI et CMB mesurés pour *P. aeruginosa* (4 et 8 mg/ml, respectivement).

Selon une recherche menée par (**Jamal et al., 2014**) l'activité antibactérienne in vitro de l'extrait aqueux des feuilles *d'Anvillea radiata* a été testée sur deux souches de référence, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, ainsi que sur six isolats multirésistants de pathogènes provenant de l'hôpital Mohamed V de Meknès. Les résultats ont montré une activité notable contre *E. coli* avec un diamètre d'inhibition de  $15 \pm 0,57$  mm et une concentration minimale inhibitrice de 12,5 mg/ml. Bien qu'un effet modéré ait été noté sur *S. aureus* (zone d'inhibition de 7,33 mm ; CMI = 50 mg/ml), une activité notable a également été observée contre *Pseudomonas aeruginosa* (CMI = 12,5 mg/ml). En revanche, aucune activité contre *Proteus mirabilis* n'a été détectée. Il est probable que l'activité antibactérienne observée soit due à la présence de composés hydrosolubles tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes, les terpénoïdes et les tanins dans les feuilles de la plante.

(**Beniaich et al., 2022**) ont également analysé les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles *d'Anvillea radiata* (EOAR) en utilisant les méthodes de diffusion sur disque et de concentration minimale inhibitrice (CMI). Différentes souches microbiennes ont été employées dans cette étude, comprenant *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium oxysporum*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Escherichia coli*. Les informations ont démontré que l'EOAR avait une activité antimicrobienne importante, avec un diamètre d'inhibition bactérienne variant de  $23,50 \pm 2,31$  mm à  $29,50 \pm 2,21$  mm. Pour ce qui est des champignons, il variait entre  $25,12 \pm 2,82$  mm et  $11,42 \pm 1,90$  mm. Pour les souches bactériennes, la concentration minimale inhibitrice (CMI) variait entre  $12,71 \pm 1,59$  µg/mL et  $23,53 \pm 0,78$  µg/mL, alors que pour les souches fongiques, elle se situait entre  $10,31 \pm 1,34$  µg/mL et  $22,75 \pm 1,06$  µg/mL. Ces informations montrent que l'EOAR possède une activité antimicrobienne puissante contre une large gamme de micro-organismes, y compris les bactéries et les champignons.

Dans l'étude de (Mohamed et al., 2015) ont étudié l'action antimicrobienne *in vitro* des extraits aqueux, méthanoliques et à l'acétate d'éthyle d'*Anvillea radiata* sur six souches bactériennes pathogènes : *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Salmonella abony* (NCTC 6017), *Escherichia coli* (ATCC 25922) et *Escherichia coli* (ATCC 8739). Les tests ont été réalisés en employant la méthode de diffusion en plaque et la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).

Les résultats ont prouvé que l'extrait méthanolique montrait l'activité antibactérienne la plus forte, exhibant des zones d'inhibition importantes contre toutes les souches étudiées. Ces résultats proviennent d'une concentration élevée de composés bioactifs présents dans cet extrait, en particulier les polyphénols et divers autres métabolites secondaires.

L'étude menée par (Talibi et al., 2011) a porté sur l'efficacité antibactérienne de l'extrait d'*Anvillea radiata* contre *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*, responsable de la maladie bactérienne de la tache sur les tomates. L'activité antibactérienne a été évaluée *in vitro* en utilisant la technique de diffusion sur gélose. Les observations ont démontré que l'extrait d'*Anvillea radiata* a freiné la prolifération de la bactérie, avec une zone d'inhibition évaluée à 31 mm. Cela positionne cette plante comme l'une des plus performantes contre *C. michiganensis* parmi les 40 plantes évaluées. De plus, l'extrait d'*A. radiata* a démontré une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 3,125 mg/ml, signalant ainsi une grande efficacité à freiner la prolifération bactérienne. En outre, l'extrait a montré une bonne capacité à diminuer la population bactérienne sur les graines de tomate, traitées avant d'être inoculées avec la bactérie, par rapport au groupe de contrôle. Ces conclusions indiquent que l'extrait d'*Anvillea radiata* pourrait constituer une alternative naturelle pour combattre la tache bactérienne de la tomate, diminuant ainsi la dépendance aux pesticides chimiques.

Selon (Moumou et al., 2022), deux nouvelles séries de dérivés de spiropyrazoline ont été synthétisées à partir des composés 9 $\alpha$ - et 9 $\beta$ -hydroxyparthénolide isolés des parties aériennes d'*Anvillea radiata*. Ces composés ont été réalisés grâce à des modifications structurelles visant les positions C-13 et C-9, en utilisant une cycloaddition 1,3-dipolaire, suivie d'une acylation des groupes O-H en C1-C10. L'acide métachloroperoxybenzoïque (m-CPBA) a été utilisé pour l'époxydation initiale des groupements  $\alpha$ -méthylène- $\gamma$ -lactones, ce qui a ensuite permis la réaction de cycloaddition sur la liaison double. La confirmation des structures chimiques et de la stéréochimie des produits de cycloaddition a été réalisée grâce à des analyses spectroscopiques approfondies, y compris la diffraction X. Pour certains de ces dérivés, des tests ont été réalisés afin d'évaluer leur efficacité antibactérienne. Divers composés de la série des spiropyrazolines ont démontré une activité antibactérienne allant de moyenne à significative

contre les souches testées. Ces résultats suggèrent que les métabolites provenant d'*Anvillea radiata* pourraient servir de fondement prometteur pour l'élaboration de nouvelles molécules antibactériennes.

#### III.4.2.2. Effet d'*Anvillea garcinii*

(Zarei et al., 2024) ont réalisé une étude approfondie sur les propriétés pharmacologiques de *Anvillea garcinii*. Parmi les effets notés, le pouvoir antimicrobien de cette plante a été particulièrement mis en avant. L'activité antimicrobienne significative des composés sesquiterpéniques isolés d'*Anvillea garcinii* a été démontrée contre différentes souches de bactéries et de champignons. Les échantillons testés ont démontré une activité inhibitrice notable principalement contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Candida albicans*. Cette activité serait due à la faculté des composés bioactifs de compromettre l'intégrité des membranes cellulaires des micro-organismes ou d'entraver des fonctions métaboliques cruciales. Ces découvertes corroborent la capacité thérapeutique de *A. garcinii* dans la lutte contre les infections microbiennes, et appuient son emploi traditionnel en tant qu'agent antimicrobien naturel.

Selon (Ibrahim et al., 2016), quatre métabolites secondaires ont été isolés de l'extrait d'acétate d'éthyle de *Fusarium chlamydosporium*, un champignon endophyte lié aux feuilles d'*Anvillea garcinii*. Ce groupe de composés comprend un nouveau dérivé du benzamide, le fusarithioamide A, dont la structure a été élucidée grâce à des analyses spectroscopiques (RMN 1D/2D et HRESIMS). L'examen de l'efficacité antimicrobienne du fusarithioamide A, via le test de diffusion en milieu solide, a montré une forte action antibactérienne contre *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, avec des diamètres d'inhibition respectifs de 19,0 ; 14,1 ; et 22,7 mm, ainsi que des concentrations minimales inhibitrices (CMI) de 3,1 ; 4,4 ; et 6,9 µg/ml. En outre, ce composé a démontré une puissante activité antifongique contre *Candida albicans* (zone d'inhibition de 16,2 mm), comparable à celle du clotrimazole (18,5 mm). Les chercheurs estiment que le fusarithioamide A pourrait être une molécule d'avenir pour la création de nouveaux médicaments antimicrobiens performants contre les souches bactériennes et fongiques pathogènes.

Selon (Rustaiyan et al., 2011), l'activité antimicrobienne des huiles essentielles obtenues par hydrodistillation des feuilles et fleurs d'*Anvillea garcinii* a été évaluée. La méthode de diffusion en puits sur gélose a été utilisée pour tester l'activité antibactérienne in vitro, tandis que la concentration minimale inhibitrice (CMI) a été établie par microdilution. Cinq souches bactériennes ont été utilisées pour tester les huiles : trois Gram-positives (*Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus*) et deux Gram-négatives (*Escherichia coli*, *Shigella flexneri*).

Les données ont démontré que l'huile extraite des feuilles possédait une puissante capacité d'inhibition contre *S. aureus* (CMI = 0,4 mg/mL), *S. epidermidis* (0,8 mg/mL), *E. coli* (0,5 mg/mL) et *S. flexneri* (1,8 mg/mL), tout en manifestant une efficacité modérée contre *S. saprophyticus* (4,0 mg/mL). De façon similaire, l'huile extraite des fleurs a démontré une activité notable contre les mêmes souches, avec des valeurs de CMI oscillant entre 0,6 et 2,0 mg/mL. Ces résultats attestent du potentiel antimicrobien significatif d'*Anvillea garcinii*, en particulier grâce à la haute teneur de ses huiles en monoterpènes et monoterpènes oxygénés.

### III.4.3. Activité antifongique

Le royaume fongique comprend plus de dix mille genres et compte plus d'une centaine de milliers d'espèces, dont la grande majorité apporte des bienfaits à l'humanité. Parmi ceux-ci, on retrouve la fermentation de certains aliments et du vin grâce à *Saccharomyces cerevisiae*, ainsi que l'utilisation d'antibiotiques dérivés des champignons du genre *Penicillium* pour soigner les infections, entre autres (**Sanchez et al., 2017**). Cependant, certains champignons peuvent représenter un danger mortel pour les humains. Ils peuvent provoquer diverses infections telles que le Trichophyton, responsable de dermatophytose superficielle chez l'homme ; le *Candida* spp., le *Cryptococcus* spp et le *Sporotrichia* spp., qui peuvent entraîner des infections systémiques profondes (comme la candidose, la cryptococcose et l'aspergillose) (**Zhang et al., 2023**). Ces dernières années, la prévalence des infections fongiques est devenue un enjeu majeur de santé publique, avec environ 30 à 50 % de la population mondiale succombant à ces infections, notamment dans les régions tropicales (**Denning et al., 2010**). L'abus des médicaments antifongiques a également conduit à l'émergence de souches fongiques résistantes aux traitements classiques (**Zhong et al., 2023**). Au cours des dernières années, on a constaté une augmentation notable de la recherche sur les produits naturels antifongiques. Cependant, malgré leurs propriétés antifongiques fréquemment supérieures aux médicaments commerciaux, l'utilisation thérapeutique des produits naturels reste encore loin d'être réalisable (**Heard et al., 2021**). On pense qu'une modification structurelle des produits naturels, hautement spécifique aux champignons, serait une solution efficace à ce problème.

#### III.4.3.1. Produits naturels en tant qu'agents antifongiques par cibles

Les cellules fongiques possèdent une paroi cellulaire, une membrane cellulaire et un noyau, ce qui permet aux médicaments de cibler ces structures pour diminuer leur activité ou même les éliminer directement (**Garcia-Rubio et al., 2019**). Comme illustré dans la Fig. 1, de nombreuses cibles sont identifiées, parmi lesquelles les polymères de la paroi cellulaire (glucanes, chitine, mannoprotéines), les membranes cellulaires (biosynthèse de l'ergostérol),

l'ADN et la synthèse des protéines (topoisomérases, nucléases, facteurs d'élongation), ainsi que les voies de transduction du signal (kinases et phosphatases protéiques) (Wills *et al.*, 2005).

On a constaté que certains produits naturels surpassent les synthétiques grâce à leur capacité spécifique à se lier aux champignons et leur douceur pour le corps humain. Leurs cibles moléculaires sous-jacentes sont les membranes cellulaires, les parois cellulaires et divers organites, tout en exerçant également des fonctions obstructives, ce qui peut provoquer des troubles internes entravant la reproduction des cellules fongiques (Jakubczyk *et al.*, 2020).

Étant donné la composition phytochimique d'*Anvillea radiata*, particulièrement abondante en flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, substances phénoliques et lactones sesquiterpéniques, on peut raisonnablement supposer que cette plante pourrait manifester une vaste gamme d'activités biologiques. On attribue une importance capitale à ces composants bioactifs dans la protection des plantes contre divers agents infectieux, y compris les champignons.

#### III.4.3.2. Effet antifongique d'*Anvillea radiata et garcinii*

Étant donné la composition phytochimique d'*Anvillea radiata*, particulièrement abondante en flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, substances phénoliques et lactones sesquiterpéniques, on peut raisonnablement supposer que cette plante pourrait manifester une vaste gamme d'activités biologiques. On attribue une importance capitale à ces composants bioactifs dans la protection des plantes contre divers agents infectieux, y compris les champignons. Dans ce cadre, une multitude de recherches ont exploré l'efficacité antifongique des extraits d'*Anvillea radiata et garcinii*, mettant en avant des résultats encourageants face à différentes espèces de champignons nuisibles comme suit :

##### III.4.3.2.1. Effet d'*Anvillea radiata*

L'activité antifongique des extraits d'*Anvillea radiata* a été examinée par (Snoussi *et al.*, 2018) grâce à l'emploi de la technique de diffusion sur agar. Les analyses phytopharmaceutiques ont mis en évidence une diversité de groupes chimiques dans l'extrait, incluant des flavonoïdes, des stérols, des saponines, des anthraquinones et des glycosides cardiaques, tous réputés pour leurs vertus thérapeutiques et physiologiques. Les résultats ont indiqué que l'activité antifongique des extraits d'*Anvillea radiata* était fonction de la concentration et de la souche fongique. Habituellement, les courbes de sensibilité ont démontré une progression ascendante, avec des inclinaisons plus ou moins marquées selon les variétés de moisissures et les doses d'extrait. Avec l'accroissement de la concentration des extraits dans leur milieu de culture, les moisissures ont démontré une sensibilité amplifiée, résultant en une

diminution du diamètre de la colonie à mesure que la quantité d'extrait se majorait. Ceci pourrait éclairer certains emplois de cette plante dans le cadre thérapeutique de la médecine traditionnelle. *Anvillea radiata* a complètement stoppé le développement du mycélium de *Penicillium italicum*. Plusieurs recherches précédentes ont aussi démontré que les flavonoïdes contenus dans divers extraits végétaux avaient des propriétés antifongiques remarquables.

(Lakhdar et al., 2013) ont examiné l'activité antifongique des extraits d'*Anvillea radiata*, dans le contexte de la quête de substances naturelles efficaces contre les micro-organismes phytopathogènes. Un criblage phytochimique initial a été effectué pour déterminer les familles de composés dominantes dans la plante. L'examen a mis en évidence la présence de différentes classes chimiques, comprenant des huiles volatiles, des acides gras, des tanins, des flavonoïdes, des anthracénosides, des émodols, des saponines, des quinones libres, des anthraquinones, des alcaloïdes, des stérols et des triterpènes. L'activité antifongique a été examinée sur le pathogène fongique *Fusarium oxysporum* f. sp. *Albedinis* (Foa), connu pour être l'agent du flétrissement vasculaire chez le palmier dattier. L'évaluation des extraits de flavonoïdes et des extraits de polysaccharides pariétaux provenant des fleurs et feuilles d'*A. radiata* a été réalisée à l'aide de la technique de diffusion en puits sur gélose. Les données ont démontré que les extraits de flavonoïdes avaient un effet inhibiteur notable sur la germination des spores et sur la population de Foa dans le sol. Parmi les polysaccharides examinés, les pectines fortement méthylées (HMP) dérivées des fleurs ont eu l'impact le plus significatif sur l'expansion mycélienne. Par ailleurs, l'emploi de gélose dérivée de la cellulose extraite des feuilles a conduit à une inhibition significative de la sporulation. Pour résumer, les extraits d'*Anvillea radiata* ont montré une notable activité antifongique, indiquant leur potentiel en tant qu'agents naturels pour l'élaboration de nouveaux fongicides contre différentes affections fongiques des plantes.

Selon (Askarne et al., 2012), *Anvillea radiata* a présenté une activité antifongique contre le *Penicillium italicum*, responsable de la moisissure bleue des agrumes. La méthode de diffusion sur gélose a été utilisée pour évaluer in vitro l'activité antifongique des poudres d'*A. radiata*. Les résultats ont indiqué que la poudre d'*A. radiata* a totalement stoppé la croissance mycélienne de *P. italicum* à une concentration de 10 % (w/v), suggérant un fort potentiel antifongique pour cette plante. On a également évalué l'effet des extraits aqueux d'*A. radiata* sur la germination des spores de *P. italicum*. Les résultats indiquent que l'extrait aqueux d'*A. radiata* a complètement arrêté la germination des conidies de *P. italicum* à une concentration de 10 mg/ml, prouvant donc son action antifongique. Ces observations indiquent qu'*Anvillea radiata* renferme des composés susceptibles de présenter une activité antifongique importante

contre *P. italicum*. Ces caractéristiques pourraient proposer une solution naturelle aux traitements chimiques pour combattre la moisissure bleue des agrumes.

Selon une étude de (**El Guiche et al., 2016**), l'extrait d'*Anvillea radiata* possède des propriétés antifongiques contre le *Penicillium digitatum*, responsable de la moisissure verte des agrumes. L'activité antifongique a été évaluée à la fois *in vitro* et *in vivo*. Dans l'expérience *in vitro*, on a noté une inhibition de la croissance mycélienne du *P. digitatum* en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition. L'extrait de *A. radiata* a présenté un diamètre d'inhibition de 31 mm, signalant une activité antifongique modérée, se classant parmi les meilleures après *Inula viscosa* et *Thymus leptobotrys*. Dans l'expérience *in vivo*, l'extrait aqueux d'*A. radiata* a totalement arrêté la prolifération de *P. digitatum* sur les oranges traitées. Par ailleurs, l'extrait a considérablement diminué l'incidence de la maladie, suggérant son efficacité face à la moisissure verte des agrumes. Ces observations laissent à penser qu'*Anvillea radiata* pourrait représenter une solution naturelle aux pesticides chimiques employés dans la lutte contre les maladies fongiques des agrumes après récolte.

Selon (**Bammou et al., 2015**), l'activité antifongique de divers extraits de plantes médicinales marocaines, y compris l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata*, a été évaluée contre le *Fusarium oxysporum* f. sp. *Albedinis* (Foa), responsable du flétrissement vasculaire du palmier dattier. On a testé les extraits pour leur efficacité à freiner la croissance du mycélium et la germination des spores. L'*Anvillea radiata*, une plante à extrait aqueux, a démontré une influence significative sur la croissance mycélienne de Foa, entraînant une inhibition dépassant les 50%.

Par ailleurs, les extraits aqueux et chloroformiques d'*A. radiata* ont eu un puissant effet inhibiteur sur la germination des spores de *F. oxysporum*. Ces constatations indiquent qu'*Anvillea radiata*, grâce à ses caractéristiques antifongiques, pourrait représenter une option de rechange aux pesticides chimiques employés pour combattre certaines pathologies fongiques des plantes, en particulier dans la culture du palmier dattier.

(**Beniaich et al., 2022**) ont aussi examiné le potentiel antifongique des huiles essentielles d'*Anvillea radiata* (EOAR) par le biais de tests de diffusion sur disque et de détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI). Les souches de champignons examinées comprenaient *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium oxysporum* et *Candida albicans*. Les conclusions ont démontré que l'EOAR avait une activité antifongique notable, avec un diamètre d'inhibition fluctuant de  $25,12 \pm 2,82$  mm à  $11,42 \pm 1,90$  mm. L'EOAR a montré une forte activité antifongique, en particulier contre certaines espèces fongiques telles qu'*Aspergillus niger* et *Fusarium oxysporum*. Les valeurs de CMI pour les souches fongiques variaient entre  $10,31 \pm 1,34$  µg/mL et  $22,75 \pm 1,06$  µg/mL.

Selon (Askarne et al., 2015), ils ont examiné l'activité antifongique de diverses plantes contre *Penicillium italicum*, le responsable de la moisissure bleue des agrumes. Sur les plantes évaluées, *Anvillea radiata* a démontré une suppression totale de la croissance du mycélium de *P. italicum* à une concentration de 10% (p/v). Les données indiquent que la poudre de tissus d'*Anvillea radiata* a un potentiel antifongique considérable, en se comportant comme un inhibiteur efficace contre ce champignon nuisible. L'activité exceptionnelle d'*Anvillea radiata* en fait une candidate prometteuse pour l'élaboration de substituts naturels aux traitements antifongiques chimiques.

#### III.4.3.2.2. Effet d'*Anvillea garcinii*

Selon (Ibrahimet et al., 2018), ils ont isolé un nouveau composé aminobenzamide, le fusarithioamide B, à partir de l'extrait d'acétate d'éthyle du champignon endophyte *Fusarium chlamydosporium* dérivé des feuilles d'*Anvillea garcinii*. La détermination structurale a été effectuée à l'aide d'analyses de RMN et de spectrométrie de masse. L'examen de l'activité antifongique du fusarithioamide B, réalisé par un test de diffusion sur disque, a mis en évidence une activité sélective prononcée contre *Candida albicans*, avec une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 1,9 µg/ml et une zone d'inhibition de 14,5 mm. Ces résultats se comparent favorablement, voire surpassent légèrement, à ceux obtenus avec le clotrimazole (CMI = 2,8 µg/ml ; zone d'inhibition = 17,9 mm). Selon les auteurs, le fusarithioamide B a une activité antifongique prometteuse, notamment contre *C. albicans*, et pourrait être un candidat pour la création de nouveaux traitements antifongiques.

L'étude de (Oucheikh et al., 2022) a examiné l'effet antifongique in vitro de l'huile essentielle (EO) obtenue à partir des parties aériennes d'*Anvillea garcinii* contre trois agents phytopathogènes en utilisant les techniques du Poisoned Food (PF) et du Volatile Assay (VA). L'identification de 35 composés a été réalisée grâce à l'analyse chimique par chromatographie en phase gazeuse (GC) et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). Parmi ces composés, les principaux sont le cis-8-acétoxychrysanthényle acétate (cis8ACA, 30.8%), le cis-chrysanthényle acétate (15.5%), le 6-oxocyclonérolidol (14.9%) et le  $\tau$ -cadinol (7.4%). Les conclusions de l'expérimentation VA ont indiqué que les concentrations minimales inhibitrices (CMI) étaient respectivement de 0,50 µL/mL pour *Botrytis cinerea* et *Penicillium expansum*, tandis qu'elles étaient de 1,00 µL/mL pour *Rhizopus stolonifer*. Grâce à la technique PF, les CMI ont été considérablement réduites, s'élevant à 0.125 µL/mL pour *B. cinerea* et à 0.25 µL/mL pour les deux autres espèces fongiques. De plus, des recherches sur le docking moléculaire et les simulations de dynamique moléculaire (MD) ont démontré que le composé cis8ACA avait la plus grande affinité de liaison avec le site

actif de l'enzyme C14DM, affichant une énergie minimale de docking de  $-8.9$  kcal/mol, indiquant la création d'un complexe stable cis8ACA-C14DM.

#### III.4.4. Activités antiparasitaires

(Roucham, 2021 ; Roucham et al., 2022) ont mené une étude visant à évaluer l'activité antiparasitaire des extraits de la plante *Anvillea radiata*, issue de la pharmacopée traditionnelle saharienne, dans l'objectif de découvrir de nouvelles molécules naturelles à potentiel antiparasitaire. Pour ce faire, les chercheurs ont réalisé une étude phytochimique bioguidée des extraits et composés purs issus des parties aériennes de *Anvillea radiata*. Différentes techniques d'extraction, de séparation et de purification ont été mises en œuvre afin d'isoler les principes actifs, lesquels ont ensuite été testés contre le parasite *Giardia intestinalis*.

Les résultats ont révélé un effet antiparasitaire significatif, avec un taux d'inhibition de croissance du parasite atteignant 96,24 %. Ces données suggèrent qu'*Anvillea radiata* possède des propriétés biologiques prometteuses et pourrait constituer une source naturelle potentielle de composés bioactifs bénéfiques pour la santé humaine.

(Roucham, 2021) a mené une étude sur l'activité antiparasitaire des plantes médicinales utilisées dans la pharmacopée traditionnelle saharienne du Sud-Ouest algérien, avec un accent particulier sur l'effet de *Anvillea radiata* contre *Trichomonas vaginalis*. Cette étude a inclus une enquête ethnopharmacologique afin de recenser les espèces végétales locales utilisées pour traiter les infections parasitaires, suivie d'un criblage phytochimique pour identifier les composés actifs. Dans le cadre de cette étude, des extraits méthanoliques de *Anvillea radiata* ont été obtenus à partir de la partie aérienne de la plante et testés contre *Trichomonas vaginalis* en utilisant le milieu de culture TYI-S33. Les résultats ont montré une inhibition remarquable du parasite, avec un pourcentage d'inhibition de 99,78 % pour les composés isolés. Ces résultats indiquent que *Anvillea radiata* possède une activité antiparasitaire significative contre *Trichomonas vaginalis*, confirmant son potentiel comme source de traitements naturels contre cette infection. Ainsi, cette étude met en lumière l'importance d'*Anvillea radiata* comme une plante médicinale prometteuse pour le traitement des maladies parasitaires, et plus particulièrement contre *Trichomonas vaginalis*.

#### III.5. Activité antihypertensive

L'hypertension, également appelée pression artérielle élevée, est une maladie chronique qui peut entraîner d'autres affections dégénératives telles que les maladies rénales et cardiovasculaires (Zhou et al., 2017). Si l'hypertension n'est pas maîtrisée, le système vasculaire peut subir des dommages, entraînant des accidents vasculaires cérébraux et la mort éventuelle

(Daliri et al., 2019). L'hypertension est à l'origine de 13 % des décès mondiaux et de 7 millions de morts prématurées chaque année. On prévoit également que d'ici 2025, environ 20 % de la population mondiale sera touchée par l'hypertension (Tsafack et al., 2022). Ainsi, diverses approches cliniques et interventions thérapeutiques alternatives visant l'hypertension ont été examinées à l'échelle locale, régionale et mondiale (Liu et al., 2024).

L'apparition de l'hypertension est liée à divers mécanismes, parmi lesquels figurent l'obésité et la résistance à l'insuline, l'absorption accrue de sodium qui entraîne une expansion volumique, une réponse altérée du système rénine-angiotensine (RAS) et une activation renforcée du système nerveux sympathique (Beevers et al., 2001 ; Iqbal et al., 2022).

### III.5.1. Effet antihypertensive d'*Anvillea radiata*

Dans ce cadre, l'attention portée à l'effet antihypertenseur d'*Anvillea radiata* découle non seulement de son utilisation traditionnelle, mais également des résultats encourageants notés dans plusieurs recherches récentes (Miara, et al., 2019).

L'étude d'(Akdad et al., 2020) a démontré que l'extrait aqueux des parties aériennes d'*Anvillea radiata* réduit significativement la pression artérielle chez les rats hypertendus sans affecter la fréquence cardiaque. Par ailleurs, cet extrait exerce un effet vasorelaxant sur des segments aortiques précontractés, mécanisme médié par les canaux calciques, le monoxyde d'azote (NO) et la voie NO/cGMP. L'activité antihypertensive observée serait en partie attribuée aux composés polyphénoliques, notamment l'acide chlorogénique et l'acide caféique présents dans la plante.

### III.6. Activité hépato-protectrice

Le foie est l'un des organes les plus essentiels du corps humain, jouant un rôle crucial dans la régulation de divers processus, dont le métabolisme, la sécrétion, le stockage et la détoxification des substances endogènes et exogènes sont particulièrement importants. C'est en raison de ces fonctions que les maladies hépatiques demeurent une des principales menaces pour la santé publique et qu'elles persistent comme problème à l'échelle mondiale. Malgré des progrès considérables dans la médecine moderne, il n'existe pas de médicaments entièrement efficaces qui stimulent la fonction hépatique, assurent une protection totale de l'organe ou contribuent à la régénération des cellules hépatiques. Il est donc essentiel de trouver des substituts pharmaceutiques pour le traitement des maladies du foie, dans l'objectif que ces derniers soient plus efficaces et moins toxiques (Eduardo et al., 2014).

Beaucoup de plantes sont employées à des fins thérapeutiques. Habituellement, ces plantes et leurs différents extraits ainsi que les huiles essentielles qu'elles produisent, renferment une

multitude de composés chimiques dotés de propriétés hépato-protectrices, tels que des phénols, des flavonoïdes, des alcaloïdes... (**Madrigal et al., 2014**). Les polyphénols sont particulièrement importants en raison de leurs effets positifs sur la santé humaine (**Rejeb, 2009**).

### **III.6.1.** Effet hépato-protectrice d'*Anvillea radiata*

*Anvillea radiata* a attiré l'attention scientifique en raison de son effet protecteur sur le foie, compte tenu de son usage traditionnel dans le traitement des maladies hépatiques.

(**Belakredar et al., 2024**) ont examiné les effets de protection hépatique de l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata* (AAE) chez des rats exposés à une hépatotoxicité provoquée par le tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>). Quatre groupes expérimentaux de vingt rats chacun ont été formés : le groupe de contrôle n'a bénéficié d'aucun traitement ; le second groupe a été administré une dose orale de 1 ml de CCl<sub>4</sub> à 30 % ; le troisième groupe a reçu cette même dose de CCl<sub>4</sub> en complément d'un traitement oral avec AAE à raison de 40 mg/kg du poids corporel ; pour finir, le quatrième groupe n'a obtenu que l'extrait aqueux à la même dose. L'analyse biochimique a révélé que l'association du CCl<sub>4</sub> et de l'AAE a provoqué une réduction notable des marqueurs hépatiques enzymatiques, tels que l'alanine aminotransférase (ALT), l'aspartate aminotransférase (AST) et la phosphatase alcaline (ALP), en comparaison au groupe ayant été exposé seulement au CCl<sub>4</sub>. Ces résultats suggèrent une réduction des lésions hépatiques. Ces observations biochimiques ont été corroborées par les analyses histopathologiques qui ont démontré que l'architecture hépatique normale était maintenue chez les rats traités avec AAE en complément du CCl<sub>4</sub>, contrairement aux modifications notées dans le foie des rats soumis uniquement au CCl<sub>4</sub>. Pour conclure, la recherche révèle que l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata* présente une notable activité de protection hépatique face à la toxicité provoquée par le CCl<sub>4</sub> chez le rat.

### **III.6.2.** Effet hépato-protectrice d'*Anvillea garcinii*

(**Zarei et al., 2024**) ont mis en évidence l'effet hépatoprotecteur d'*Anvillea garcinii*. Un traitement de six jours a permis de réduire significativement les marqueurs enzymatiques de lésions hépatiques et le stress oxydatif induit par le CCl<sub>4</sub> chez les rats. Cette activité serait attribuable à la richesse en flavonoïdes et sesquiterpènes, faisant de cette plante une candidate prometteuse pour le développement de thérapies naturelles contre les affections hépatiques.

Une étude menée par (**Perveen et al., 2017**), ils ont tenté d'extraire des composés bioactifs à partir des feuilles d'*Anvillea garcinii* et d'évaluer leurs impacts tant sur la protection du foie que sur la cytotoxicité. On a isolé quatre nouvelles lactones sesquiterpéniques, dénommées

garcinamines A à D, en plus de sept composés déjà identifiés. C'est le premier rapport qui mentionne l'isolement d'analogues d'acides aminés de lactones sesquiterpéniques similaires à la parthénolide au sein de la famille des Asteraceae. Ils ont évalué l'activité hépatoprotectrice des extraits totaux éthanoliques, ainsi que des fractions chloroformes et n-butanoliques, en recourant à un modèle de toxicité hépatique induite par le tétrachlorure de carbone. L'effet hépatoprotecteur significatif de la fraction au chloroforme à 400 mg/kg a été comparable à celui de la silymarine, selon l'évaluation des différents paramètres sériques et tissulaires.

### III.7. Activité gastro-protectrice

L'estomac, qui fait partie du système digestif, a pour fonction de décomposer les aliments et de les acheminer vers l'intestin. L'estomac peut être affecté par diverses affections, des anomalies, comme des dysfonctionnements, des néoplasmes, des carcinomes, des inflammations (comme la gastrite), ou encore des ulcères (**Copyright Carians, 2022**).

L'ulcère gastrique est une atteinte nécrotique sévère touchant l'ensemble de la profondeur de la muqueuse et de la musculature, marqué par une dégradation de la paroi de l'estomac allant jusqu'à la musculature. Il convient de la distinguer des érosions et abrasions (muqueuse) ainsi que des ulcérations (sous-muqueuse) (**Merghem et al., 2020**).

La physiopathologie de la lésion de la muqueuse gastrique découle d'un déséquilibre entre les mécanismes défensifs de la muqueuse gastrique et les éléments offensifs. La pathogenèse des lésions de la muqueuse gastrique est associée à divers agents nocifs, notamment les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), la consommation d'alcool (éthanol), l'acide chlorhydrique gastrique, les radicaux libres d'oxygène, le stress et l'infection par *Helicobacter pylori* (**Amirshahrokhi et Khalili, 2015**).

#### III.7.1. Effet gastro-protectrice d'*Anvillea garcinii*

Étant donné l'utilisation traditionnelle d'*Anvillea radiata* pour traiter les troubles de l'appareil digestif, il semble judicieux d'examiner son éventuel effet protecteur sur l'estomac. Effectivement, de nombreuses recherches ont souligné ses qualités défensives au niveau de la muqueuse gastrique :

Une étude expérimentale a été réalisée par (**Perveen et al., 2018**) dans le but d'examiner l'impact des extraits éthanolique, chloroformique et n-butanolique d'*Anvillea garcinii* sur un modèle expérimental de colite ulcéreuse provoquée chez le rat. L'expérimentation a été conduite sur des rats mâles albinos de la lignée Sprague-Dawley (pesant entre 120 et 150 g), élevés dans un environnement standard, répartis en huit groupes composés de six rats chacun. Le groupe I a fonctionné comme groupe témoin, tandis que le groupe II a été administré de la ranitidine (50

mg/kg par voie orale). Les groupes III à VIII ont reçu deux doses distinctes (200 et 400 mg/kg) des fractions expérimentées, administrées par voie orale pour l'examen anti-ulcéreux et par voie intrapéritonéale pour l'analyse des sécrétions gastriques. Les extraits éthanoliques des feuilles de la plante ont démontré une forte activité anti-ulcéreuse, qui serait due probablement à un effet synergique entre ses composants, suggéré par les chercheurs. Cette recherche constitue donc la première attestation scientifique qui appuie l'utilisation traditionnelle de *A. garcinii* dans le soin des ulcères.

Dans l'étude de (Zarei et al., 2024), L'essence éthanolique d'*Anvillea garcinii* (à la quantité de 400 mg/kg) a démontré un effet significatif contre les ulcères dans des modèles expérimentaux d'ulcères gastriques provoqués. Le traitement a conduit à une diminution significative de l'indice d'ulcération et des taux de malondialdéhyde (MDA), un marqueur du stress oxydatif. Cette mesure préventive serait associée aux capacités antioxydantes des substances contenues dans l'extrait, en particulier les flavonoïdes et les sesquiterpènes. Ces composés aident à fortifier la muqueuse gastrique et à minimiser les dommages oxydatifs.

Dans une recherche expérimentale récente réalisée par (Maleki et al., 2024), les scientifiques ont examiné l'impact d'*Anvillea garcinii* dans un modèle animal de colite ulcéreuse provoquée par l'acide acétique. On a divisé les rats en six groupes, comprenant un groupe de contrôle négatif, un groupe qui a reçu un lavement avec Asacol, deux groupes ayant été traités oralement à l'aide d'*Anvillea garcinii* à des doses respectives de 250 et 500 mg/kg, ainsi qu'un groupe soumis à un lavement avec *Anvillea* à 250 mg/kg. Les chercheurs ont étudié les modifications de la masse corporelle, les modifications histologiques du tissu colique et certains indicateurs biochimiques du stress oxydatif comme MPO et MDA. Les résultats indiquent que l'application d'*Anvillea garcinii*, surtout par voie rectale, a provoqué une notable amélioration de la condition des tissus, une atténuation de l'inflammation et une baisse des indicateurs du stress oxydatif, en comparaison avec le groupe de contrôle. Ces données renforcent l'hypothèse de l'efficacité potentielle d'*Anvillea garcinii* dans la réduction des symptômes de la colite ulcéreuse, suggérant ainsi son emploi comme option thérapeutique d'origine végétale, avec moins d'effets indésirables comparativement aux traitements traditionnels.

### III.8. Activité antitumorale

Le cancer figure parmi les causes de mortalité majeures à l'échelle mondiale, et son incidence est susceptible de se renforcer avec une prévision d'augmentation de 40% des décès attribués au cancer d'ici 2030. Actuellement, on dénombre environ 13,1 millions de nouveaux cas par an, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), avec approximativement 20 millions de cas recensés. L'enjeu dans le traitement du cancer est de détruire spécifiquement les

cellules cancéreuses sans affecter les cellules saines. La chimiothérapie, bien que couramment utilisée et largement reconnue, fait souvent défaut au niveau de cette sélectivité, ce qui entraîne des dommages considérables aux cellules saines. Étant donné les nombreux effets secondaires, le développement de nouveaux médicaments anti-cancéreux à partir de ressources naturelles, comme les plantes, s'avère nécessaire (**Kooti et al., 2017**).

### III.8.1. Effet antitumorale d'*Anvillea garcinii*

En raison de la présence de composés bioactifs comme les flavonoïdes et les lactones sesquiterpéniques, Plusieurs études ont suggéré qu'*Anvillea garcinii* pourrait avoir un effet anticancéreux.

L'activité cytotoxique de diverses plantes médicinales locales, y compris *Anvillea garcinii*, a été examinée par les chercheurs (**Amirghofran et al., 2010**). Dans cette étude, un extrait méthanolique d'*Anvillea garcinii* a été élaboré et son impact a été examiné sur des lignées cellulaires cancéreuses, y compris les cellules Jurkat (leucémie) et Hela (cancer du col de l'utérus), à des concentrations variant de 5 à 200 µg/ml, grâce à un test colorimétrique. Les résultats indiquent que l'extrait d'*Anvillea garcinii* a réduit de 50% la prolifération des cellules Jurkat à une concentration de  $83,5 \pm 2$  µg/ml, et a également diminué de 50% la croissance des cellules Hela à une concentration de  $86 \pm 3$  µg/ml, démontrant ainsi une action cytotoxique modérée sur certaines lignées tumorales.

Selon (**Abdel-sattar et al., 2000**), ils ont réussi à isoler un nouvel isomère géométrique (cis-isomère) de la parthenolid-9-one à partir d'*Anvillea garcinii*, en se servant de techniques telles que la chromatographie, la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN) et l'analyse par rayons X sur cristaux uniques. L'analyse a démontré que ce composé est un isomère géométrique de la molécule d'origine, comme le prouve l'irradiation UV du composé initial ayant entraîné la création de cet isomère. En outre, les auteurs ont signalé une activité cytotoxique in vitro et une action antitumorale in vivo pour les deux composés, ce qui démontre leur potentiel en tant que traitements anticancéreux.

Selon (**Tyson et al., 1981**), ils ont extrait une nouvelle lactone sesquiterpénique, dénommée 9- $\alpha$ -hydroxyparthenolide, à partir d'un extrait au chloroforme d'*Anvillea garcinii*, prélevée en Iran. La détermination de la structure de ce composé a été réalisée en utilisant des techniques de résonance magnétique nucléaire (RMN) à haute fréquence, en complément d'autres données spectroscopiques. Les chercheurs ont examiné l'action anticancéreuse de ce composé, qui a démontré une activité notable dans deux modèles expérimentaux : sur des cellules cancéreuses humaines 9KB en culture cellulaire, et dans le modèle murin de leucémie P388. Ces découvertes suggèrent que le 9- $\alpha$ -hydroxyparthenolide détient un potentiel significatif

contre les tumeurs, ce qui en fait un prétendant prometteur parmi les substances bioactives extraites d'*Anvillea garcinii*.

L'étude menée par (Perveen et al., 2017) a mis en évidence le potentiel antitumoral d'extraits issus des feuilles d'*Anvillea garcinii*. Après isolement de quatre nouvelles lactones sesquiterpéniques (garcinamines A à D) et de sept composés connus, les auteurs ont évalué l'activité cytotoxique des extraits éthanoliques, ainsi que des fractions chloroformiques et n-butanoliques, sur cinq lignées cellulaires cancéreuses humaines (MCF-7, HCT-116, HepG2, HeLa et A-549). Les résultats ont révélé une activité cytotoxique marquée, en particulier pour les fractions au chloroforme et au n-butanol, ainsi que pour les composés numérotés 3, 4, 7 et 8, soulignant le potentiel de ces substances dans le développement de traitements anticancéreux.

La recherche effectuée par (Aati et al., 2021) a démontré l'action anticancéreuse de divers sesquiterpènes extraits des feuilles d'*Anvillea garcinii*. Le 9-hydroxyparthenolide et les garcinamines C et D, parmi les substances examinées, ont montré une forte activité antiproliférative sur trois types de cellules cancéreuses : le carcinome des poumons (A549), le cancer du côlon (LoVo) et le cancer du sein (MCF7). Ces résultats indiquent un potentiel de traitement notable de certains sesquiterpènes de cette plante en tant qu'agents contre le cancer. Les caractéristiques distinctives et l'efficacité constatées appellent à des recherches supplémentaires pour analyser leur mode d'action et leur pertinence en oncologie.

### III.9. Activité anti-hypothyroïdienne

La glande thyroïdienne, localisée à l'avant du cou, influence l'ensemble de l'organisme via deux hormones : la thyroxine (aussi appelée tétraïodothyronine ou T4) et la triiodothyronine (T3). Ces hormones interagissent avec les récepteurs nucléaires et jouent un rôle crucial dans la différenciation cellulaire (développement des os, du squelette, des muscles et du cœur, ainsi que du système nerveux et reproducteur) tout au long de la croissance. De plus, elles contribuent à la préservation de l'homéostasie thermogénique et métabolique (Hasard et al., 2000).

La thyroïdostimuline (TSH), produite par l'hypophyse, stimule la sécrétion des hormones thyroïdiennes par la glande thyroïde. L'hypophyse modifie la libération de TSH en fonction du niveau d'hormones thyroïdiennes dans le sang, qui peut être trop élevé ou trop bas (Hershman, 2020).

L'hyperthyroïdie est une sécrétion excessive d'hormones thyroïdiennes (T3 et T4) qui entraîne, d'une part, une activité accrue du parenchyme thyroïdien et, d'autre part, des symptômes cliniques ou biologiques de thyrotoxicose (Fattorusso et al., 2004). Il s'agit de la pathologie thyroïdienne la plus courante, après le goitre endémique, et elle représente environ 24

% des troubles de la thyroïde (**Bricaire et al., 1983 ; Laroumagne et al., 1986 ; Isselbacher et al., 1995**).

### III.9.1. Effet anti-hypothyroïdienne d'*Anvillea garcinii*

L'abondance des métabolites secondaires dans *Anvillea garcinii* a amené certains scientifiques à questionner son impact potentiel sur l'axe thyroïdien. Malgré des données encore restreintes, l'idée d'un effet anti-hyperthyroïdien commence à prendre forme et nécessite une exploration plus approfondie.

(**Rasekh et al., 2022**) ont examinés l'influence de l'extrait d'*Anvillea garcinii* sur la fonction thyroïdienne, en évaluant les niveaux d'hormones T3, T4 et TSH sur 40 rats mâles de souche Wistares qui ont été répartis de manière aléatoire en cinq groupes expérimentaux distincts. Les groupes qui ont reçu l'extrait ont présenté une augmentation notable des niveaux de T3 et T4, accompagnée d'une diminution du TSH. Ce profil hormonal indique une stimulation de l'activité de la thyroïde. Par conséquent, l'extrait d'*Anvillea garcinii* pourrait jouer le rôle de régulateur de la fonction endocrine, présentant un intérêt potentiel dans la prise en charge des dysfonctionnements thyroïdiens liés aux troubles métaboliques.

### III.10. Activité hypolipémiante

La dyslipidémie, caractérisée par une concentration anormale de lipoprotéines ou de lipides (cholestérol et/ou triglycérides) dans le sang, représente un facteur de risque particulièrement significatif (**NCEP, 2002**).

Le cholestérol est une molécule organique qui appartient à la famille des stérols. C'est une substance lipidique d'origine animale et qui n'est pas présente chez les végétaux, où elle est substituée par d'autres types de stérols. L'appellation cholestérol a des origines grecques, dérivant de chole- (qui signifie bile) et -steros (qui signifie solide), car il a été initialement identifié sous sa forme solide dans les calculs biliaires. À l'encontre des idées préconçues, il n'y a qu'un seul type de cholestérol et celui-ci n'est nullement nuisible. Il est même vital pour notre corps, car il constitue un des éléments majeurs des membranes cellulaires et contribue à de nombreux processus biochimiques. Quand on évoque le « bon » ou le « mauvais » cholestérol, il s'agit en réalité des lipoprotéines HDL et LDL qui ont toutes deux une importance cruciale dans la circulation du cholestérol. Ces dernières vont le conduire dans le sang jusqu'à ce qu'elles soient reconnues par les récepteurs, qui sont présents sur la surface des cellules et qui leur sont spécifiques (interaction de type « clé et serrure »). Le transfert de cholestérol contenu dans la lipoprotéine vers l'intérieur de la cellule se produit alors. Une fois l'opération effectuée, la lipoprotéine LDL fait retour au foie. La difficulté avec ce genre de lipoprotéines est qu'elles ont

une propension à se déposer sur les parois des vaisseaux sanguins, créant ainsi des amas appelés athéromes qui, sur le long terme, entravent les artères et mènent à des incidents cardiovasculaires. C'est à ce moment-là que notre second type de transporteur, les lipoprotéines HDL (High Density Lipoproteins, également appelées lipoprotéines lourdes ou lipoprotéines éboueurs), entre en jeu. Ces cellules ont pour fonction de capter le cholestérol en surplus circulant dans le sang, ainsi que celui qui est accumulé sur les parois des artères, puis de le transporter vers le foie (**Callias. C, 2007**).

Nous désignons par hypercholestérolémie une situation où le niveau de cholestérol (LDL) dans notre circulation sanguine dépasse nos besoins effectifs. L'excès qui n'est pas utilisé par les cellules a tendance à se déposer contre les parois des vaisseaux. Si cet excès n'est pas récupéré et renvoyé au foie par les HDL, il peut provoquer une obstruction des artères, conduisant à un infarctus. On considère qu'il y a une hypercholestérolémie lorsque le taux total de cholestérol dans le sang (HDL + LDL) dépasse 2,5 g/l (soit environ 6,5 mmol/l) (**Callias. C, 2007**).

### III.10.1. Effet hypolipémiant d'*Anvillea garcinii*

Avec l'augmentation des troubles lipidiques, les chercheurs portent leur attention sur l'effet anti-hypercholestérolémique d'*Anvillea garcinii*. Cette propriété, soutenue par la présence de molécules actives comme les flavonoïdes, sera traitée plus précisément dans la section suivante.

Une recherche expérimentale menée par (**Khavidaki et al., 2021**) a cherché à mesurer l'impact conjugué de l'activité physique d'endurance et de l'extrait d'*Anvillea garcinii* sur le niveau de cholestérol et les hormones thyroïdiennes chez des rats mâles Wistar présentant une hypercholestérolémie. On a réparti au hasard quarante rats en cinq groupes : le groupe de contrôle sain (Con), le groupe de contrôle hypercholestérolémie (Hc), le groupe traité avec de l'extrait seul (Ext, 100 mg/kg), le groupe soumis à un entraînement seul (E) et enfin, le groupe qui combine l'extrait et l'entraînement (E-Ext). L'entraînement a été effectué sur une période de huit semaines, trois fois par semaine, pour une durée de 30 minutes par session, à un rythme de 14-17 m/min. Les paramètres biochimiques évalués comprenaient le taux de cholestérol, la TSH, la T3 et la T4, déterminés à l'aide d'un kit suite à une prise de sang. L'étude a mis en évidence des différences notables entre les groupes pour tous les critères examinés ( $p < 0,0001$ ). Le groupe combiné (E-Ext) a démontré une diminution notable du taux de cholestérol par rapport aux groupes Hc ( $p < 0,001$ ) et Ext ( $p < 0,05$ ). En outre, on a constaté une élévation significative des niveaux de T4 et T3 dans le groupe E-Ext comparativement aux groupes Hc, Ext et E ( $p < 0,001$ ). Finalement, le groupe E-Ext a montré un taux de TSH nettement supérieur en comparaison à tous les autres groupes, y compris le groupe Hc ( $p < 0,001$ ). Selon les auteurs, l'approche la plus efficace pour améliorer les taux de cholestérol et les hormones thyroïdiennes chez les individus

souffrant d'hypercholestérolémie serait de combiner l'exercice physique avec l'extrait d'*Anvillea garcinii*.

(Minaeifar et al., 2021) ont conduit une étude expérimentale pour analyser l'impact de l'activité physique associée à l'extrait d'*Anvillea garcinii* sur les hormones sexuelles chez des rats mâles souffrant d'hyperlipidémie. On a réparti au hasard 35 rats mâles Wistar en cinq groupes : groupe témoin (Con), groupe hypercholestérolémique (Hc), groupe ayant reçu un extrait d'*A. garcinii* (Ext ; 100 mg/kg), groupe entraînement (E) et groupe combinant l'extrait et l'entraînement (E-Ext). La formation s'est effectuée sur une période de huit semaines, avec trois sessions hebdomadaires de 30 minutes chacune, à un rythme de 14–17 m/min. Les niveaux de testostérone, d'hormone lutéinisante (LH), d'hormone folliculo-stimulante (FSH) et de prolactine ont été déterminés par le biais d'un radio-immuno-essai. L'analyse ANOVA et le test post-hoc de Tukey ont révélé une différence notable entre les groupes en ce qui concerne les niveaux de FSH, LH, testostérone et prolactine. Les groupes E-Ext ont présenté des niveaux de FSH, LH et testostérone nettement plus élevés par rapport aux groupes Hc, Ext et E. En outre, on a observé une réduction significative des niveaux de prolactine dans le groupe E-Ext comparativement aux groupes Hc, Ext et E. Sauf pour la prolactine, tous les indicateurs hormonaux sexuels ont connu une hausse dans le groupe qui combine l'extrait et l'activité physique comparativement au groupe présentant une hyperlipidémie. Selon les auteurs, l'association de l'extrait d'*Anvillea garcinii* avec un exercice physique pourrait présenter des bénéfices sur les hormones sexuelles chez les individus touchés par l'hyperlipidémie.

Selon (Rasekh et al., 2022), ils ont étudié l'effet hypolipémiant de l'extrait alcoolique des parties aériennes d'*Anvillea garcinii* sur des rats mâles auxquels on a induit une hypercholestérolémie. Le supplément a été administré par voie orale durant une période de 45 jours, à des doses de 100 et 300 mg/kg. À l'issue du traitement, les chercheurs ont noté une baisse notable des niveaux plasmatiques de cholestérol total, LDL, VLDL et triglycérides, accompagnée d'une hausse du HDL. Ces effets étaient semblables à ceux provoqués par l'atorvastatine. Ces résultats soulignent la possibilité d'utiliser *Anvillea garcinii* comme un agent hypolipémiant d'origine naturelle.

### III.11. Activité analgésique

#### III.11.1. Antalgiques

Les analgésiques sont des traitements destinés à supprimer ou réduire la sensation de douleur liée à diverses conditions pathologiques. Par exemple, des douleurs musculaires et des céphalées, pour lesquelles on a généralement recours à des antidouleurs comme l'aspirine, et

lorsqu'il n'y a aucun risque de dépendance. L'utilisation des antalgiques d'origine végétale est très importante. Cependant ; la procédure chirurgicale est atténuée grâce à l'emploi d'antalgiques opioïdes tels que la morphine et la mépéridine (**Rogar, 2008**).

### III.11.2. Effet analgésique d'*Anvillea radiata*

*Anvillea radiata*, avec ses nombreuses propriétés pharmacologiques, voit son potentiel antalgique susciter un intérêt de plus en plus grand. L'usage traditionnel du produit pour atténuer les douleurs, en particulier abdominales, bénéficie ainsi d'une confirmation scientifique.

Selon une recherche réalisée par (**Fyad et al., 2022**), les chercheurs ont examiné l'effet analgésique *in vivo* de l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata*, sur des souris albinos NMRI. La douleur a été déclenchée par une injection intrapéritonéale d'acide acétique à 1 %, entraînant des contractions abdominales spécifiques. Par la suite, les souris ont été administrées diverses quantités de l'extrait aqueux (100, 150 et 200 mg/kg), en comparaison avec un anti-inflammatoire standard, le diclofénac. Les résultats ont montré que l'administration de l'extrait à la dose de 150 mg/kg a entraîné une réduction significative des contractions abdominales, avec un taux d'inhibition de 28,71 %, proche de celui du diclofénac (30,46 %). Cet effet analgésique dose-dépendant met en évidence l'efficacité de la plante dans le soulagement de la douleur. Ces conclusions corroborent l'effet analgésique significatif de l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata*, appuyant donc son application empirique dans les médecines traditionnelles et mettant en relief son potentiel en tant qu'alternative de traitement naturel (Ammam et Réda, 2022).

### III.12. Activité anticorrosive

Certaines plantes possèdent des propriétés qui permettent de ralentir ou d'arrêter le processus de corrosion des métaux. Ce pouvoir est souvent lié à la présence de composés chimiques comme les polyphénols, les tannins et les saponosides (**Thakur et al., 2023**)

Selon la recherche d'(**Al-Otaibi et al., 2014**), l'extrait alcoolique d'*Anvillea garcinii* a montré une performance significative en tant qu'agent anticorrosif sur l'acier doux plongé dans une solution de HCl à 0,5 M. Des techniques électrochimiques ont démontré que l'extrait exerce une fonction d'inhibiteur de corrosion. Son mécanisme d'action est basé sur l'adsorption à la surface métallique, ce qui provoque une réduction importante du niveau de corrosion. Ces résultats mettent en évidence le potentiel d'*Anvillea garcinii* comme agent de protection naturel anticorrosif dans des environnements acides.

### La toxicité d'*Anvillea radiata*

Bien que *Anvillea radiata* soit largement utilisée et présente des effets biologiques prometteurs, les informations sur sa sécurité restent rares. Dans ce contexte, (**Belakredar et al.,**

2020) ont entrepris une étude expérimentale afin d'évaluer la toxicité aiguë de l'extrait aqueux de cette plante sur des rates. Une seule administration par voie orale a été réalisée à des doses progressives (0,25 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2,5 et 5 g/kg du poids corporel). Pendant une durée de deux semaines, les chercheurs ont observé la progression du poids, le comportement global ainsi que le taux de mortalité. En plus d'une évaluation histologique des tissus hépatiques et rénaux, on a mesuré divers paramètres biochimiques, tels que les enzymes hépatiques AST et ALT, l'urée et la créatinine. On n'a observé ni décès ni changement notable de poids aux faibles doses. Cependant, des doses importantes ( $\geq 1,5$  g/kg) ont provoqué une augmentation notable des taux d'AST et d'ALT, avec des atteintes hépatiques visibles au microscope, comme la stéatose, l'accumulation de glycogène et la dégénérescence cellulaire. On a aussi observé des modifications rénales aux doses de 2,5 et 5 g/kg, comprenant une atrophie glomérulaire et des tubules rénaux dilatés et déformés. Ces observations indiquent que l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata*, lorsqu'il est administré en grande dose, pourrait être toxique, en particulier pour le foie et les reins. Cela souligne la nécessité d'une utilisation thérapeutique prudente.

L'analyse effectuée par (Fyad et al., 2022) a aussi concerné l'appréciation de la toxicité aiguë de l'extrait aqueux d'*Anvillea radiata*. Les conclusions ont montré qu'aucun décès n'a été noté, même à des doses hautes allant jusqu'à 1000 mg/kg, démontrant par conséquent une zone de sécurité assez vaste pour cet extrait. Cependant, à ces niveaux de concentration élevés, quelques effets temporaires ont été signalés, y compris une diminution de l'activité, une somnolence et une augmentation du rythme cardiaque. Ces effets, bien qu'observés, sont demeurés réversibles et non mortels. Ces informations indiquent que l'infusion aqueuse d'*Anvillea radiata* montre un profil de sécurité positif à court terme, corroborant sa possibilité en tant que traitement naturel, sous réserve d'études additionnelles à long terme.

## **Chapitre IV :**

**Revue analytique des recherches  
scientifiques sur *Anvillea radiata et  
garcinii***

## **Chapitre IV. Revue analytique des recherches scientifiques sur *Anvillea radiata et garcinii* :**

L'exploitation des données dérivées de la littérature spécialisée constitue une part prépondérante dans les travaux de recherche scientifique portant sur les plantes médicinales. Afin de mieux saisir l'étendue pharmacologique d'*Anvillea radiata* et *garcinii*, une revue de littérature spécialisée a été réalisée pour repérer, classer et examiner les recherches concernant ses diverses propriétés biologiques. Cette méthode permet non seulement de dresser un inventaire des connaissances actuelles, mais aussi d'identifier les tendances principales de la recherche et les possibles vides à remplir. Nous avons classé les travaux en nous appuyant sur un corpus de publications scientifiques de confiance, selon les activités évaluées : antioxydante, anti-inflammatoire, analgésique, antidiabétique et antimicrobienne...etc.

Cette analyse vise à déterminer la fréquence de chaque activité dans les publications scientifiques, à identifier les méthodes expérimentales les plus fréquemment employées, et à esquisser des orientations pour les recherches à venir.

### **IV.1. Méthodologie de la recherche documentaire**

Cette analyse se fonde sur une recherche documentaire organisée, effectuée au moyen de plusieurs bases de données scientifiques comme Google Scholar, PubMed et Science Direct, nous avons utilisé les termes suivants : *Anvillea radiata*, *Anvillea garcinii*, pouvoir antioxydant, pouvoir analgésique, pouvoir anti-inflammatoire... etc.

Les résultats ont été sélectionnés pour ne conserver que les publications pertinentes, en considérant la nature de l'activité biologique examinée, le sérieux méthodologique et l'accessibilité des données. Le corpus définitif englobe 55 articles divisé en 31 pour *Anvillea radiata* et 24 pour *Anvillea garcinii*, diffusés entre [1981] et [2024].

### **IV.2. Tableau de synthèse des activités biologiques**

#### **IV.2.1. Pour *Anvillea radiata***

Un tableau compendium a été élaboré à partir des données rassemblées, offrant une vue d'ensemble pour chaque activité biologique, du nombre de publications concernées ainsi que les pourcentages attribués pour chaque activité. Ce tableau sert de fondement à l'analyse quantitative réalisée dans cette partie.

**Tableau 5. Synthèse des activités biologiques d'*Anvillea radiata***

Les activités biologiques	Nombre d'articles qui ont étudié	Pourcentage %
Activité anti-inflammatoire	3	9.68
Activité antioxydante	6	19.35
Activité antidiabétique	3	9.68
Activité antibactérienne	7	22.58
Activité antifongique	7	22.58
Activité antiparasitaires	2	6.45
Activité antihypertensive	1	3.23
Activité hépato-protectrice	1	3.23
Activité analgésique	1	3.23

**IV.2.2. Pour *Anvillea garcinii***

**Tableau 6. Synthèse des activités biologiques d'*Anvillea garcinii***

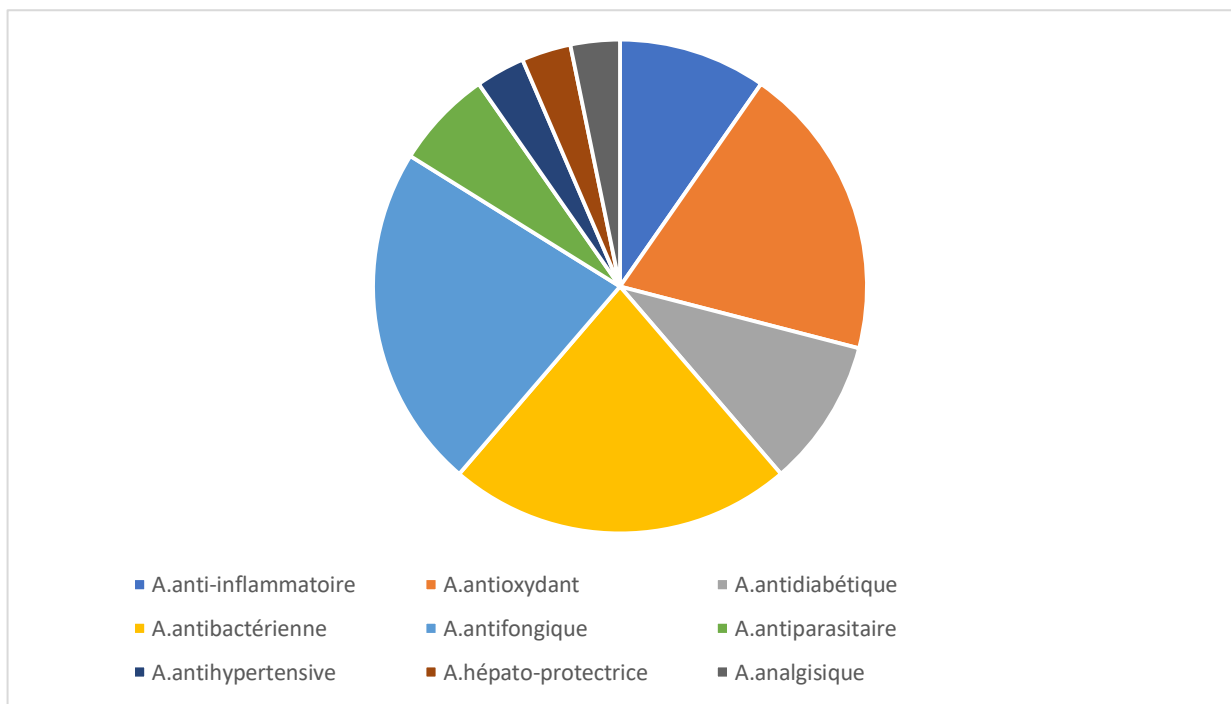
Les activités biologiques	Nombre d'articles qui ont étudié cette activité	Pourcentage %
Activité anti-inflammatoire	2	8,33
Activité antioxydante	1	4,16
Activité antidiabétique	2	8,33
Activité antibactérienne	3	12,5
Activité antifongique	2	8,33
Activité hépato-protectrice	2	8,33
Activité gastro-protectrice	3	12,5

Activité antitumorale	4	16,66
Activité antithyroïdienne	1	4,16
Activité hypolipémiant	3	12,5
Activité anticorrosive	1	4,16

### IV.3. Analyse graphique

Pour démontrer la distribution des recherches en fonction des activités biologiques examinées, nous avons conçu des visualisations graphiques, y compris des diagrammes en camembert et des histogrammes. Ces graphiques soulignent l'activité la plus détaillée dans les publications scientifiques, ainsi que celles qui demeurent sous-explorées.

#### IV.3.1. Pour *Anvillea radiata*



**Figure 14. Diagramme circulaire montrant la répartition des pourcentages des articles scientifiques selon les activités biologiques pour *Anvillea radiata***

### IV.3.2. Pour *Anvillea garcinii*

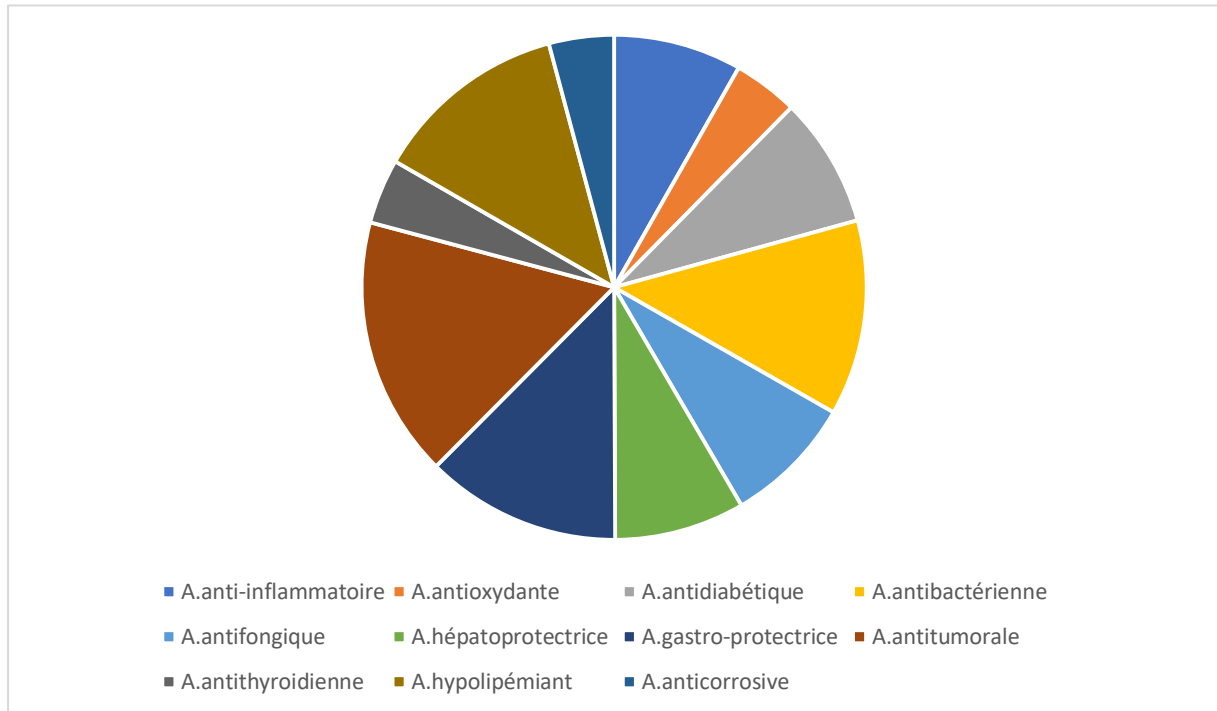


Figure 15. Diagramme circulaire montrant la répartition des pourcentages des articles scientifiques selon les activités biologiques pour *Anvillea garcinii*

## IV.4. Interprétation des résultats

### IV.4.1. Pour *Anvillea radiata*

L'examen des informations indique que l'activité antibactérienne et l'activité antifongique sont les sujets les plus souvent étudiés, constituant une part importante des articles publiés.

Les effets antioxydante, antidiabétiques et anti-inflammatoire viennent ensuite en termes de fréquence, ce qui témoigne de l'intérêt que la communauté scientifique porte à ces propriétés pharmacologiques pour cette plante.

### IV.4.2. Pour *Anvillea garcinii*

L'examen des informations indique que l'activité antibactérienne, antifongique et hypercholestérolémie et l'activité antifongique sont les sujets les plus souvent étudiés, constituant une part importante des articles publiés.

Les effets antidiabétique, gastro-protectrice et antitumorale viennent ensuite en termes de fréquence, ce qui témoigne de l'intérêt que la communauté scientifique porte à ces propriétés.

#### **IV.5. Conclusion partielle**

Cette analyse récapitulative souligne les propriétés biologiques d'*Anvillea radiata* et *Anvillea garcinii*, y compris ses effets antibactériens et antifongiques bien documentés. Elle met en évidence le potentiel thérapeutique de cette plante dans la médecine traditionnelle et moderne, tout en insistant sur l'importance d'approfondir les recherches sur des activités biologiques encore peu étudiées à ce jour.

# **Conclusion**

## Conclusion

D'après notre recherche bibliographique les deux espèces *Anvillea radiata* et *Anvillea garcinii* revêt une signification spéciale comme carrefour entre le patrimoine thérapeutique traditionnel et la science moderne. Effectivement, il ne suffit pas de se baser sur les pratiques empiriques pour confirmer son efficacité ; il devient essentiel de procéder à une évaluation rigoureuse de cette plante, tant d'un point de vue chimique que biologique, pour mesurer son véritable potentiel thérapeutique. Une connaissance détaillée de sa composition biochimique et de ses caractéristiques biologiques est cruciale pour sa valorisation scientifique et son incorporation dans des applications médicales sûres et basées sur des preuves.

Ainsi, ce travail ne consiste pas uniquement à dresser une liste des informations existantes, mais offre également une analyse critique et analytique des études publiées sur *Anvillea radiata*, et *Anvillea garcinii*. Son objectif est de catégoriser les recherches en fonction des activités biologiques documentées, d'identifier les composés à l'origine de ces effets et d'évaluer dans quelle mesure ces résultats confirment les connaissances traditionnelles liées à la plante. Par conséquent, cette recherche vise à approfondir les connaissances scientifiques relatives aux plantes locales, afin de contribuer à la recherche pharmaceutique et aux méthodes thérapeutiques alternatives.

En somme, ce mémoire aspire à être une contribution scientifique modeste mais importante, mettant en lumière le potentiel pharmacologique caché de l'*Anvillea radiata* et *Anvillea garcinii*. Il pave la voie vers des recherches plus détaillées, y compris cliniques, en vue de l'élaboration de formulations thérapeutiques naturelles qui pourraient contribuer à la sécurité des médicaments et à l'utilisation durable du patrimoine végétal.

**Références**

**Bibliographique**

## Références Bibliographique

- Aati, H.Y. ; Perveen, S. ; Orfali, R. ; Al-Taweel, A.M. ; Peng, J. ; Tabassum, S. ; Abdel-Kader, M.S. ; Yusufoglu, H.S. ; Taglialatela-Scafati, O. Phytochemical Analysis of *Anvillea garcinii* Leaves : Identification of Garcinamines F–H and Their Antiproliferative Activities. *Plants* 2021, 10, 1130.
- Abdel Sattar, E., Galal, A. M., & Mossa, G. S. (1996). Antitumor germacranolides from *Anvillea garcinii*. *Journal of natural products*, 59(4), 403-405.
- Abdel-Sattar, E., & McPhail, A. T. (2000). cis-Parthenolid-9-one from *Anvillea garcinii*. *Journal of natural products*, 63(11), 1587-1589.
- ADA (American Diabetes Association), 2007. Standards of medical care in diabetes-. *Diabetes Care* ; 30 (1) : S4-S41.
- Ali Zarei , Fatemeh Rasekh, Samaneh Ahmadpour Khorrami , Behnam Masmouei, Saeed Changizi-Ashtiyani, Majid Ramezani , Amirhossein Zarei 2025.
- Ali Zarei, Fatemeh Rasekh, Samaneh Ahmadpour Khorrami, Behnam Masmouei, Saeed Changizi-Ashtiyani, Majid Ramezani, Amirhossein Zarei, The role of *Anvillea garcinii* and its compounds in health and disease: An overview.2024.
- Amal BELAKREDAR, Kadda HACHEM, Farouk BOUDOU, Yasmina BENABDESSLEM and Aicha MEGHERBI 2011, Acute Toxicity Study of *Anvillea Radiata* Aqueous Extract in Albino Rats.
- Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Farah, A., Aafi, A., Aarab, L., El Ajjouri, M., Chaouch, A. *Biotechnol. Agron.Soc. Environ.* 2010, 14 (1), 141-148
- AMIR, G. Z., Zand, F., Javidnia, K., & Miri, R. (2010). The cytotoxic activity of various herbals against different tumor cells: an in vitro study.
- Amirshahrokhi, K. et Khalili, A.R. (2015). The effect of thalidomide on ethanol-induced gastric mucosal damage<sup>4</sup> in mice: Involvement of inflammatory cytokines and nitric oxide. *Chemico-Biological Interactions*, 225: 63-69.
- Ammam, A., & Reda, B. A. (2022). Evaluation of The Analgesic and Anti-Inflammatory Activity of The Aqueous Extract of *Anvillea radiata* from South West Algeria. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, B. Zoology*, 14(2), 473-479.
- Anderberg, A. 1982. The genus *Anvillea* (Compositae). *\_Nord. J. Bot.* 2:297-305. Copenhagen. ISSN 0107-055X.
- Antonelli et al., 2017). = Antonelli, M., & Kushner, I. (2017). It's time to redefine inflammation. *The FASEB Journal*, 31(5), 1787-1791.

- Arulselvan, P., Fard, M. T., Tan, W. S., Gothai, S., Fakurazi, S., Norhaizan, M. E., & Kumar, S. S. (2016). Role of antioxidants and natural products in inflammation. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016.
- Askarne, L., Talibi, I., Boubaker, H., Boudyach, E. H., Msanda, F., Saadi, B., ... & Aoumar, A. A. B. (2012). In vitro and in vivo antifungal activity of several Moroccan plants against *Penicillium italicum*, the causal agent of citrus blue mold. *Crop Protection*, 40, 53-58.
- Association Française de Normalisation, "Huiles essentielles", AFNOR, Paris. 1986, NF T 75-006
- Audrey, j., Corrêaa, F., Gonçalves, A., Tiago, E., Nazareth, D., Fernando, M., Bittencourt, L., (2019). Principes fondamentaux du mécanisme d'action moléculaire des peptides antimicrobiens. *Materialia*, 8 :100494.
- B. (2012). In vitro and in vivo antifungal activity of several Moroccan plants against *Penicillium italicum*, the causal agent of citrus blue mold. *Crop Protection*, 40, 53-58.
- Babaamer, Z. Y., Sakhri, L., Al-Jaber, H. I., Al-Qudah, M. A., Abu Zarga, M. H. Two new taraxasterol-type triterpenes from *Pergularia tomentosa* growing wild in Algeria. *Journal of Asian Natural Products Research*, 2012, vol. 14, n° 2, pp. 1137-1143.
- Bai, R., Yao, C., Zhong, Z., Ge, J., Bai, Z., Ye, X., Xie, T., & Xie, Y. (2021). Discovery of natural anti-inflammatory alkaloids: Potential leads for the drug discovery for the treatment of inflammation. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 213, 113165.
- Bammou M, Sellam K, El Rhaffari L, Bouhlali E.D.T, Daoudi A, Ibijbijen J. & Nassiri L, (2015). Bioactivity of *Anvillea radiata* Coss & Dur. Collected from the southeast of Morocco. *European Scientific Journal*, vol. 11, N° 21.
- Bammou mohamed 1,2, Sellam Khalid 2, El-Rhaffari Lhoussaine2, Echchagadda Ghizlane3, Ibijbijen Jamall, Nassiri Laila1(2015)
- Bano T., Kumar N. et Dudhe R., 2012 'Free radical scavenging properties of pyrimidine derivatives', *Organic and Medicinal Chemistry Letters*, 2(1), p. 34. doi: 10.1186/2191-2858-2-34.
- Barouki R., 2006 'Ageing free radicals and cellular stress', *Medecine Sciences*, 22(3), pp. 266– 272. doi:10.1051/medsci/2006223266.
- Barrero, A. F., Herrador, M. M., Artega, P. ; Cabrera, E., Rodriguez-Garcia, I. ; Garcia-Moreno, M. ; Gravalos, D.G. *Fitoterapia*. 1997, 68, 281-283.
- Beevers, Lip and O'Brien, 2001 G. Beevers, G.Y. Lip, E. O'Brien the pathophysiology of hypertension *BMJ*, 322 (7291) (2001), pp. 912-916

- Behl, T., Kaur, I., Bungau, S., Kumar, A., Uddin, M. S., Kumar, C., ... & Arora, S. (2020). The dual impact of ACE2 in COVID-19 and ironical actions in geriatrics and pediatrics with possible therapeutic solutions. *Life Sciences*, 257, 118075.
- Belakredar, A., Boudou, F., & Abdelghani, S. (2024). Exploring the Anti-Inflammatory Potential of Phytochemicals from *Anvillea radiata*: In Vitro Assay, Molecular Docking, and Molecular Dynamics Simulations. *Advanced Research in Life Sciences*, 8(1), 1-14.
- Bellakhdar J, Claisse R, Fleurentin J, Younos C. Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan pharmacopoea. *J Ethnopharmacol*. 1991; 35:123–43. [cited 2016 Jan 13].
- Bellakhdar, J., 1997. La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle. Edition Ibis Press, pp : 272-274.
- Beniaich, G., Hafsa, O., Maliki, I., Bin Jardan, Y. A., El Moussaoui, A., Chebaibi, M., ... & Taleb, M. (2022). GC-MS characterization, in vitro antioxidant, antimicrobial, and in silico nadph oxidase inhibition studies of *Anvillea radiata* essential oils. *Horticulturae*, 8(10), 886.
- Bennamara F.Z, (2017). StreSS oxydant Et pathologies humaines, thèse du Doctorat en Pharmacie.
- Benslama, A., Harrar, A., Gül, F., & Demirtaş, I. (2019). In vitro antioxidant, antibacterial activities and HPLC-TOF/MS analysis of *Anvillea radiata* (Asteraceae) extracts. *Current Nutrition & Food Science*, 15(4), 376-383.
- Beyaert, R., Beaugerie, L., Van Assche, G., Brochez, L., Renault, J.-C., Viguier, M., Cocquyt, V., Jerusalem, G., Machiels, J.-P., & Prenen, H. (2013). Cancer risk in immune-mediated inflammatory diseases (IMID). *Molecular cancer*, 12(1), 1-12.
- Bonnier. (1934). Flore complète de France, Suisse et Belgique. Édition 10, P 118. M.C. Chalandre, (1999-2000). Elements de Botanique UFR de Pharmacie et ingénierie de la santé-Angers.
- Bouyahya, A., Abrini, J., Bakri, Y., & Dakka, N., (2017a). Screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'*Origanum compactum*. *Phytothérapie*, 15 (6) :379- 383.
- Bricaire I. Vironb, Czernichowp. Luton jp. Traitement par anti-thyroïdiens de synthèse au cours de la grossesse. *Presse Méd* 1983 ; 12 - 1057 - 61
- Brune, K., & Patrignani, P. (2015). New insights into the use of currently available non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Journal of Pain Research*, 8, 105-118.
- Bruneton, J. *Phytochimie et pharmacognosie des plantes médicinales*, éditions Techniques et documentations Lavoisier.1993, 915 p.

- Bruneton, J. phytochimie et pharmacognosie des plantes médicinales, Techniques et documentations Lavoisier.1993.
- Buyschaert M, Hermans M.P, 1998. Critères révisés et nouvelle classification des diabètes sucrés. Louvain Med ; 117 : 1-6.
- Caillard, J. Les plantes, des usines chimiques en miniature. Dossier de ressources documentaires. CRDP Midi-Pyrénées. 2003, 6 p.
- Callias, C. (2007). Les alicaments dans la lutte contre l'hypercholestérolémie. *Bull Soc Ens Neuch Sci*, 30, 1-18.
- Capet F, Debaillie R, Tafforeau J, Van-Oyen H, 1999. Situation Actuelle et Eléments pour le developpement d'une Politique de Sante : diabete epidemiologie. CROSP ; 19 (1-12) : 27-28.
- Cappellini, M. D., Cohen, A., Piga, A., Bejaoui, M., Perrotta, S., Agaoglu, L., ... & Alberti, D. (2006). A phase 3 study of deferasirox (ICL670), a once-daily oral iron chelator, in patients with  $\beta$ -thalassemia. *Blood*, 107(9), 3455-3462.
- Chao-Wei Zhang, Xiao-Jun Zhong, Yun-Shi Zhao, Muhammad Shahid Riaz Rajoka a, Muhammad Harris Hashmi d, Peng Zhai, Xun Song *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine* 7 (2023).
- Charchari S., Dahoun A., Bachi F., Benslimani A. *Rivista-Italiana-EPPOS*. 1996, 18,3-6.
- Chira K., Suh J. H., Saucier C., Teissèdre. P. L., 2008 'Les polyphénols du raisin', *Phytotherapie*,
- Cooke A, 2009.Reviwseries on helminths, immune modulation and the hygienehypothesis: how might infection modulate the onset of type 1 diabetes? *Immunology* ; 126 : 12-7.
- Copyright © Carians 2022, Tous droits réservés - Carians - Deuxiemeavis.fr - 1 boulevard Pasteur 75015 Paris.
- Cosson E, 2010.Diagnostic criteria for gestationaldiabetesmellitus. *Gynécologie Obstétrique BiolReprod* ; 39 : S239–50.
- Cowan MM. Plants products as antimicrobial agents. *Clin Micro biol Rev* 1999 ; 12(4) : 564-582.
- Crete P. (1965). Précis de botanique. Masson, Paris, édition 2, P 429.
- Criagg, G.M. and J.N. David, 2001. Natural product drug discovery in the next millennium. *J. Pharm. Biol.*, 39 : 8-17.
- Cuadra, P., Harbone, J. B., Waterman, P.G. *Zeitschrift for Naturforschung*. 1997, 51c, 671-680.

- Cutrim, C. S., & Cortez, M. A. S. (2018). A review on polyphenols: Classification, beneficial effects and their application in dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 71(3), 564-578.
- Jakubczyk, D., & Dussart, F. (2020). Selected fungal natural products with antimicrobial properties. *Molecules*, 25(4), 911.
- D.W. Denning, W.W. Hope, Therapy for fungal diseases: oppor- tunities and priorities, *Trends Microbiol.* 18 (5) (2010) 195–204
- Daglia, M., (2012). Polyphénols comme agents antimicrobiens. *Opinion actuelle en biotechnologie*, 23 (2) : 174-181.
- Daliri, E. B. M., Ofosu, F. K., Chelliah, R., & Oh, D. H. (2023). Lacto-fermented and unfermented soybean differently modulate serum lipids, blood pressure and gut microbiota during hypertension. *Fermentation*, 9(2), 152.
- Das, V. (2015). An introduction to pain pathways and pain “targets”. *Progress in molecular biology and translational science*, 131, 1-30.
- Dashty Khavidaki, M. H., Minaeifar, A. A., Rassekh, F., & Atashi, Z. (2021). Interactive effect of exercise and *Anvillea garcinii* extract on cholesterol and thyroid hormones in hypercholesterolemia rats. *Journal of Jiroft University of Medical Sciences*, 8(1), 545-553.
- Deby-Dupont G., Deby C., Lamy M., 2002 ‘Données actuelles sur la toxicité de l’oxygène’, diseases : relevance of dietary antioxidants’, *Journal Indian Academy of Clinical Medicine*, 5(3), pp. 218–25. Doi : 10.1016/j.canlet.2012.05.012.
- Delafosse, D., Chateau, J. P., Chambreuil, A., & Magnin, T. (1997). Dislocation-hydrogen interactions during stress corrosion cracking in FCC metals: experiments on single crystals and numerical simulations. *Materials Science and Engineering : A*, 234, 889-892.
- Dendougui, H., Jay, M., Benayache, F., & Benayache, S. (2006). Flavonoids from *Anvillea radiata* Coss. & Dur. (Asteraceae). *Biochemical systematics and Ecology*, 34(9), 718-720.
- Lew, A., Rutter, W. J., & Kennedy, G. C. (2000). Unusual DNA structure of the diabetes susceptibility locus IDDM2 and its effect on transcription by the insulin promoter factor Pur-1/MAZ. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(23), 12508-12512.
- Droge W. (2002) ‘Free radicals in the physiological control of cell function, *Physiological Reviews*, 82(1), pp. 47–95. doi: 10.1152/physrev.00018.2001.

- Drouin P, Blicke J.F, Charbonnel B, Eschwege E, Guillausseau P.J, Plouin P.F, Daninos J.M, Balarac N, Sauvanet J.P\*, 1999. Diagnostic et classification du diabète sucré les nouveaux critères. *Diabetes&Metabolism (Paris)* ; 25, 72-83.
- Duwiejua, M., & Zeitlin, I. (1993). Plants as source of anti-inflammatory substances. *Drugs from Natural Products: Pharmaceuticals and Agrochemicals*. Harvey A L. Eds, Taylor & Francis (Royaume-Uni). Pp, 153.
- E.A. Wills, et al., New potential targets for antifungal development, *Emerg. Therapeut. Targets* 4 (3) (2005) 265–296. *Ecology*. 2006, 34, 718-720.
- Eduardo Madrigal-Santillán, Eduardo Madrigal-Bujaidar, Isela Álvarez-González, María Teresa Sumaya-Martínez, José Gutiérrez-Salinas, Mirandeli Bautista, Ángel Morales-González, Manuel García-Luna y González-Rubio, J Leopoldo Aguilar-Faisal, José A Morales-González, 2014. Review of natural products with hepatoprotective effects
- EL BOUNY, H., OUAHZIZI, B., SELLAM, K., & ALEM, C. (2021). Reconsidering the hydrosols of four aromatic plants from the Toudgha region (South East of Morocco). *Journal of analytical sciences and applied biotechnology*, 3(2), Anal-Sci.
- El Guiche, R., Amri, O., Tahrouch, S., Zekhnini, A., & Hatimi, A. (2016). Antifungal activity of extracts of eleven medicinal and aromatic plants from Morocco Against *Penicillium digitatum*, the causal agent of citrus green mold. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(1), 322-325.
- El Haib, A. (2011). Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques (Doctoral dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- EL Hanbali, F., Atssira, M. (2004). Germacranolides from *Anvillea radiata*. *Fitoterapia* 75(6) : pp,573-576.
- El Hanbali, F., Elhasany, B., Mellouki, F., Rhallabi, N., et al. (2005). Étude des activités cytotoxique et antibactérienne d'un partenolide isolé d'*Anvillea radiata*.
- El Hassany, B., El Hanbali, F., Akssira, M., Mellouki, F., Haidour, A., & Barrero, A. F. (2004). Germacranolides from *Anvillea radiata*. *Fitoterapia*, 75(6), 573-576.
- American Diabetes Association, 2009.
- Executive summary: Standards of medical care in diabetes--2012. *Diabetes care*, 35(Suppl 1), S4-S10.
- F. Beddou, C. Bekhechi, D. Chabane Sari, F. AtikBekkara, *Int. J. Pharm. Res. Bio-Sci.* 3 (2014) 172. 3 (2014) 172. factor Pur-1/MAZ. *Proc AcadSci USA*; 97 :12508-12.

- Rasekh, F., Atashi-Nodoshan, Z., Zarei, A., Minaeifar, A. A., Changizi-Ashtiyani, S., & Afrasyabi, Z. (2022). Comparison of the effects of alcoholic extract of aerial parts of *Anvillea garcinii* and atorvastatin on the lipid profile and thyroid hormones in hypercholesterolemic rats. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 12(2), 101.
- Favier, A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique*, 108(10), 863-832.
- Fiebich, B., & Chrubasik, S. (2004). Effects of an ethanolic *Salix* extract on the release of selected inflammatory mediators in vitro. *Phytomedicine*, 11(2-3), 135-138.
- Filomena Nazzaro, ID, Florinda Fratianni ID, Raffaele Coppola and Vincenzo De Feo; Essential Oils and Antifungal Activity 2017.
- Fyad khadidja, Belboukhari nasser, Aici djahida, Ammam abdelkader, Belmamoun Ahmed Reda, Ghouti dalila, Boukabene fouzia Kheira 2022, Evaluation of The Analgesic and Anti-Inflammatory Activity of The Aqueous Extract of *Anvillea radiata* from South West Algeria.
- G.I. Lepesheva, M.R. Waterman, Sterol 14alpha-demethylase cytochrome P450 (CYP51), a P450 in all biological kingdoms, *Biochim. Biophys. Acta* 1770 (3) (2007).
- Giliani AH, Rahman A. Trends in ethnopharmacology. *J. Ethno pharmacol.* 2005 ; 100 (2) : 43-49.
- Ginsberg-Fellner F, Witt M. E, Yagihashi S et al, 1984. Congenital rubella syndrome as a model for type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus: increased prevalence of islet cell surface antibodies. *Diabetologia* ; 27 suppl : 87-9.
- Grimaud G, Ichai C, Adnet P, Barnoud D et al, 1999. Anesthésie-réanimation du patient diabétique. Paris, Masson. 186 p. ISBN 2225828881-978.
- Gudernatsch, V., Stefańczyk, S. A., & Mirakaj, V. (2020). Novel resolution mediators of severe systemic inflammation. *ImmunoTargets and Therapy*, 31-41.
- Guilpain, P., & Le Jeune, C. (2012). Effets anti-inflammatoires et immunosuppresseurs des glucocorticoïdes. *La Presse Médicale*, 41(4), 378-383.
- Li, H., He, Y. H., Hu, Y. M., Chu, Q. R., Chen, Y. J., Wu, Z. R., ... & Yan, Y. F. (2021). Design, synthesis, and structure–activity relationship studies of magnolol derivatives as antifungal agents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(40), 11781-11793.
- Halimi S, Rostoker G, Altman J.J, Attali C et al, 1999. Traitement médicamenteux du diabète de type 2. Agence française de sécurité des produits de santé. Recommandation de bonne pratique : 13-19.
- HAMADA, D. (2016). Etude Structure Activité des Principes Actifs de la Plante *Anvillea radiata* Asteraceae (Doctoral dissertation).

- Hamedi, A., Pasdaran, A., & MSu, A. (2023). Anti-inflammatory Potential of some Eudesmanolide and Guaianolide Sesquiterpenes.
- Hanane Boukemara, Margarita Hurtado-Nedelec, Viviana Marzaioli, Dalila Bendjeddou, Jamel El Benna1, and Jean-Claude Marie, 2016.
- Hanbali, F. E., El Hakmaoui, A., Mellouki, F., El Rhaffari, L., & Akssira, M. (2007). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Anvillea radiata* Coss. & Dur. *Natural Product Communications*, 2(5), 1934578X0700200517.
- Harborne, JB. (2000). Advances in flavonoids research since 1992. *Phytochemistry*, 55, 481-504.
- Harborne, J.B. (2013). The flavonoids: advances in research since 1980.
- Hazard J et Perlemuter L (2000). *Endocrinologie*, 4ème édition, Editions Masson, 484 pages, p.125 à 222.
- Hebi, M., & Eddouks, M. (2018). Glucose lowering activity of *Anvillea radiata* coss & durieu in diabetic rats. *Cardiovascular & Haematological Disorders-Drug Targetsrug Targets-Cardiovascular & Hematological Disorders*, 18(1), 71-80.
- Henzen, C. (2003). Traitement aux glucocorticoïdes : risques et effets secondaires. In *Forum Med. Suisse* (Vol. 19, pp. 442-446).
- Hershman JM (2020). Présentation de la thyroïde. MD, MS, David Geffen School of Medicine at UCLA.
- Holevinsky, K. O., Nelson, D. J. Simultaneous detection of free radical release and membrane.
- Howcroft, T. K., Campisi, J., Louis, G. B., Smith, M. T., Wise, B., Wyss-Coray, T., Augustine, A. D., McElhaney, J. E., Kohanski, R., & Sierra, F. (2013). The role of inflammation in age-related disease. *Aging*, 5(1), 84-93.
- Ibrahim, S. R. M., Elkhayat, E. S., Mohamed, G. A. A., Fat'hi, S. M., & Ross, S. A. (2016). Fusarithioamide A, a new antimicrobial and cytotoxic benzamide derivative from the endophytic fungus *Fusarium chlamydosporium*. *Biochemical and biophysical research communications*, 479(2), 211-216.
- Ibrahim, S. R., Mohamed, G. A., Al Haidari, R. A., Zayed, M. F., El-Kholy, A. A., Elkhayat, E. S., & Ross, S. A. (2018). Fusarithioamide B, a new benzamide derivative from the endophytic fungus *Fusarium chlamydosporium* with potent cytotoxic and antimicrobial activities. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 26(3), 786-790.
- Iqbal, A. M., Jamal, S. F., Ahmed, A., Khan, H., Khan, W., Ahmed, F., ... & Hanif, B. (2022). Impact of delayed pain to needle and variable door to needle time on

in-hospital complications in patients with ST-elevation myocardial infarction who underwent thrombolysis: A single-center experience. *Cureus*, 14(1).

- Isselbacher KJ, Braunwald E, Wilson JD, Martin JD, Harrison médecine interne, 13<sup>ème</sup> Ed. Arnett, Paris 1995 ; 2496 p.
- *ITALICUM*, THE CAUSAL AGENT OF CITRUS BLUE MOLD. *Acta Hort.* 1065, 1585-1592.
- Bellakhdar, J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. *Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*.
- Bruneton, J. (2016). *Pharmacognosie : Phytochimie-plantes médicinales*. Tec & Doc.
- J.B. Baell, Feeling Nature's PAINS: natural Products, Natural Product Drugs, and Pan Assay Interference Compounds (PAINS), *J. Nat. Prod.* 79 (3) (2016) 616–628.
- Jamal, I., & Laila, N. (2014). Activité antibactérienne (in vitro) de l'extrait aqueux des feuilles d'*Anvillea radiata* (Coss. & Dur.) sur des bactéries multirésistantes à des antibiotiques.
- Janeway, C. A., Murphy, K., Travers, P., & Walport, M. (2009). *Immunobiologie*. De Boeck Supérieur.
- Javidnia, K., Miri, R., Assadollahi, M., Gholami, M., & Ghaderi, M. (2009). Screening of selected plants growing in Iran for antimicrobial activity.
- Jawad M., Schoop R., Suter A., Klein P. et Eccles R., 2013 'Perfil de eficacia y seguridad de Echinacea purpurea en la prevención de episodios de resfriado común: Estudio clínico aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo, *Revista de Fitoterapia*, 13(2), pp. 125–135. Doi : 10.1002/jsfa.
- Kahlek, W. (1830) *Arch. Pharm.*, 34, 318, *Belsteins Hanbuchder organischenchemi*.
- Kalembe, D., Kunicka, A. *Curr. Med. Chem.* 2003, 10, 813-829.
- Kandouli, C., Cassien, M., Mercier, A., Delehedde, C., Ricquebourg, E., Stocker, P., ... & Pietri, S. (2017). Antidiabetic, antioxidant and anti-inflammatory properties of water and n-butanol soluble extracts from Saharian *Anvillea radiata* in high-fat-diet fed mice. *Journal of ethnopharmacology*, 207, 251-267.
- Kharjul Mangesh Kharjul Mangesh, Gali Vidyasagar Gali Vidyasagar, Kharjul Ashwini Kharjul Ashwini 2014.
- Kim J, Namchuk M, Bugawan T et al, 1994. Higher autoantibody levels and recognition of a linear NH<sub>2</sub>-terminal epitope in the autoantigen GAD65, distinguish stiffman syndrome from insulin-dependent diabetes mellitus. *J Exp Med* ; 180 :595-606.

- Kobayashi, H., Higashiura, Y., Shigetomi, H., & Kajihara, H. (2014). Pathogenesis of endometriosis: the role of initial infection and subsequent sterile inflammation. *Molecular medicine reports*, 9(1), 9-15.
- Kooti, W., Servatyari, K., Behzadifar, M., Asadi-Samani, M., Sadeghi, F., Nouri, B., & Zare Marzouni, H. (2017). Effective medicinal plant in cancer treatment, part 2: review study. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 22(4), 982-995.
- Kooti, W., Servatyari, K., Behzadifar, M., Asadi-Samani, M., Sadeghi, F., Nouri, B., & Zare Marzouni, H. (2017). Effective medicinal plant in cancer treatment, part 2: review study. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 22(4), 982-995
- Krga, I., & Milenkovic, D. (2019). Anthocyanins: From sources and bioavailability to cardiovascular-health benefits and molecular mechanisms of action. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(7), 1771-1783.
- Kumar, S., Kumari, R., Sharma, V., & Sharma, V. (2013). Roles, and establishment, maintenance and erasing of the epigenetic cytosine methylation marks in plants. *Journal of genetics*, 92, 629-666.
- Lacoste, E., Chaumont, JP., Mandin, D., Plumel, MM., Matos, F. Application à la microflore cutanée. 1996, 54 (5), 228-230.
- Lakhdar, M., Meriem, K. H., Larbi, B., Amina, R., & Aicha, S. (2013). Phytochemical analysis and antifungal activity of *Anvillea radiata*. *World Applied Sciences Journal*, 26(2), 165-171.
- Lakhdar, M., Meriem, K. H., Larbi, B., Amina, R., & Aicha, S. (2013). *Anvillea radiata* as a source of natural antifungal compounds. IN : *Academic journals*, 3.
- Lalleman, L. (2014). Les représentations culturelles de la douleur au Bénin ont-elles un rôle dans son ressenti, dans son expression, dans son soulagement. *Médecine humaine et pathologie*.
- Lanctôt, C., Moreau, A., Chamberland, M., Tremblay, M. L., & Drouin, J. (1999). Hindlimb patterning and mandible development require the Ptx1 gene. *Development*, 126(9), 1805-1810. committee on the diagnosis and classification of diabetesmellitus, 1997. Report. *Diabetes Care* ; 20 : 1183-97.
- Laroumagne et All, Particularités cliniques et thérapeutiques des hyperthyroïdies chez le sujet âgé : 139 observations. *Rev Fr Indocrinol clin* 1986, 27 : 201 - 6
- Latifa Askarne, Idriss Talibi, Hassan Boubaker, El Hassane Boudyach, Fouad Msanda, Baha Saadi, Mohamed A. Serghini, and Abdellah Ait Ben Oumar, (2015). PHYTOCHEMICAL SCREENING AND IN VITRO ANTIFUNGAL ACTIVITY OF SEVERAL MOROCCAN MEDICINAL PLANTS AGAINST *PENICILLIUM*

*ITALICUM*, THE CAUSAL AGENT OF CITRUS BLUE MOLD. *Acta Hort.* 1065, 1585-1592.

- Leake, D. S. *Phytochemistry of Fruit and Vegetables*. Éd. F. A. Tomas-barberan et R. J
- Lee, H.-N., & Surh, Y.-J. (2012). Therapeutic potential of resolvins in the prevention and treatment of inflammatory disorders. *Biochemical pharmacology*, 84(10), 1340-1350.
- Levine R. L. et Stadtman E. R., 2001 'Oxidative modification of proteins during aging', *Experimental Gerontology*, 36(9), pp. 1495–1502. doi: 10.1016/S0531-5565(01)00135-8.
- Lew, A., Rutter, W. J., & Kennedy, G. C. (2000). Unusual DNA structure of the diabetes susceptibility locus IDDM2 and its effect on transcription by the insulin promoter factor Pur-1/MAZ. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(23), 12508-12512.
- Liu, C., Wen, C., Olatunji, O. J., Suttikhana, I., & Ashaolu, T. J. (2024). Biologically active peptides from soy: Updates on antihypertensive action and gut microbiota modulation. *Journal of Functional Foods*, 123, 106592.
- Lobo V., Patil A., Phatak N. et Chandra N., 2010 'Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health', *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), p. 118. doi: 10.4103/0973-7847.70902.
- Al-Otaibi, M. S., Al-Mayouf, A. M., Khan, M., Mousa, A. A., Al-Mazroa, S. A., & Alkathlan, H. Z. (2014). Corrosion inhibitory action of some plant extracts on the corrosion of mild steel in acidic media. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(3), 340-346.
- Iwu, M. W., Duncan, A. R., & Okunji, C. O. (1999). New antimicrobials of plant origin. *Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA*, 457, 462
- Maach, A., & Jemali, A. (1986). Etude des caractéristiques physico-chimiques des HE de deux plantes aromatiques cultivées au Maroc : Menthe Naa Naa Abdi, Coriandre. *IAV Hassan II, Rabat, Maroc*, 54.
- Madrigal-Santillán E; Madrigal-Bujaidar E; Álvarez-González I; Sumaya Martínez M T; Gutiérrez-Salinas J; Bautista M et al (2014): Review of natural products with hepatoprotective effects. *World Journal Gastroenterology*, p (14787 14804).
- Mahdjar, S., Bakka, C., Dendougui, H., & Hadjadj, M. (2020). Phytochemical profile and In vitro Anti-inflammatory Activity of *Anvillea radiata* (Coss and Dur) flowers Extracts. *Asian Journal of Research in Chemistry*, 13(1), 44-47.
- Maiza, K., De La, B., Perriere, R. A. & Hammiche, V. (1993). Pharmacopée Traditionnelle Saharienne : Sahara septentrional. *Journal Médicaments et Aliments : L'Approche Ethnopharmacologique*. 169.

- Maizak, K., R.A. Brac De La Perriere, V. Hammiche, 1993. Pharmacopée traditionnelle saharienne : Sahara septentrional. In the Proceedings of the 2nd European Symposium of Ethnopharmacology and the 11th International Conference on Ethnomedicine, Heidelberg, France, pp: 169-181
- Maleki, M. H., Khiavi, P. A., Ghaffari, S., Radvar, S., Borhannejad, B., & Maleki, A. Determining the Effect of Hydroalcoholic Extract of *Anvillea Garcinii* on Ulcerative Colitis.
- Manandhar, S., Luitel, S., & Dahal, R. K. (2019). In vitro antimicrobial activity of some medicinal plants against human pathogenic bacteria. *Journal of tropical medicine*, 2019 : 5.
- Marchand L, Thivolet C, 2016. Étiologie et physiopathologie du diabète de type 1. EMC - Endocrinologie-Nutrition, Volume 13 n°4, S1155-1941(16)67773-9.
- Markiewski, M. M., & Lambris, J. D. (2007). The Role of Complement in Inflammatory Diseases from Behind the Scenes into the Spotlight. *The American Journal of Pathology*, 171(3), 715-727.
- Mercier, A., Ricquebourg, E., Kandouli, C., Culcasi, M., & Pietri, S. (2020). Protective action of saharian *Anvillea radiata* extracts against oxidative stress, inflammatory processes and diabetic neuropathy progression in high-fat-fed mice.
- Merghem, M. Benarab, B. Zeghdani, S. (2020). Contribution à l'étude photochimique et activité biologique (antioxydant et gastro-protectrice) de la plante médicinale *Phlomisbovei* de Noé.
- Meryem Alaoui Boukhris<sup>1,2</sup>; Émilie Destandau<sup>1</sup> ; Ahmed El Hakmaoui<sup>2</sup>; Lhoucine El Rhaffari<sup>3</sup>; Claire Elfakir<sup>1</sup> ( 2016 )
- Miara, M. D., Teixidor-Toneu, I., Sahnoun, T., Bendif, H., & Ait Hammou, M. (2019). Herbal remedies and traditional knowledge of the Tuareg community in the region of Illizi (Algerian Sahara). *Journal of arid environments*, 167, 65-73.
- Minaeifar, A. A., Dashti Khavidaki, M. H., & Rasekh, F. (2021). Evaluation of the Effects of *Anvillea garcinii* Extract and Exercise on Sex Hormones in Male Rats with Hyperlipidemia. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 28(5), 765-774.
- MOGHTET, S. (2018). EFFETS ANTIFONGIQUES DES EXTRAITS DE SIX PLANTES SAHARIENNES (*Anvillea radiata*, *Aristida pungens*, *Artemisia herba alba*, *Asphodelus tenuifolius*, *Capparis spinosa* et *Salsola vermiculata*) ET LEUR IMPACT SUR LE STOKAGE DE BLE TENDRE PAR LA METHODE D'ENROBAGE. El Hanbali, F., Hassany, B. E., Mellouki, F., Rhalabi, N., Bessi, H., Haidour, A., ... &

Akssira, M. Etude des activités cytotoxique et antibactérienne d 'un parthenolide isolé d '*Anvillea radiata*.

- Mohamed, B., Khalid, S., Tariq, B. E. D., Amine, D., Jamal, I., & Laila, N. (2015). Bioactivity of *Anvillea radiata* Coss & Dur. collected from the southeast of Morocco. *European Scientific Journal*, 11(21).
- Monnier L, 2010. Diabétologie. Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson. 408 p. ISBN : 978-2-294-70868-8.
- Monnier L, Thuan J-F, 2007. Type 1 diabetes of the child and the adult. Type 2 diabetes of the adult. Complications of diabetes. *Rev Prat*; 57: 653–64.
- Moumou M, Benharref A, Berraho M, Avignant D, Oudahmane A, Akssira M. 12-Anilinomethyl-9 $\alpha$ -hydroxy-4,8-dimethyl-3,14-dioxatricyclo- tetra-dec-7-en-13-one. *Acta Crystallographica Section E: Structure Reports Online*. 2011d; 67:1388–1389.
- Moumou M, Akssira M, El Hakmaoui A, Elammari L, Benharref A, Berraho M. 9 $\alpha$ -Acetoxy-1 $\beta$ ,10 $\alpha$ -epoxyparthenolide. *Acta Crystallographica Section E: Structure Reports Online*. 2010; 66:1–3.
- Moumou M, El Hakmaoui A, Benharref A, Akssira M. Access to new sesquiterpenoids by catalytic acid rearrangement of 9 $\alpha$ -hydroxyparthenolide. *Tetrahedron Lett*. 2012; 53:3000–3003.
- Moumou, M., Outahar, F., Ourhzif, E. M., Hannioui, A., Bouamama, H., El Ammari, L., ... & Akssira, M. (2022). Synthesis and Antimicrobial Activity of Some New Spiropyrazoline Derivatives of 9 $\alpha$ -and 9 $\beta$ Hydroxyparthenolide. *ChemistrySelect*, 7(11), e202104040.
- N. Zhang, et al., 5-Fluorouracil: mechanisms of resistance and reversal strategies, *Molecules* 13 (8) (2008) 1551–1569.
- N.C. Faria, et al., Enhanced activity of antifungal drugs using natural phenolics against yeast strains of *Candida* and *Cryptococcus*, *Lett. Appl. Microbiol.* 52 (5) (2011) 506–513
- Nathan, C. (2002). Points of control in inflammation. *Nature*, 420(6917), 846-852.
- NCEP (2002) Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 106:3143-3421.
- Nunes, C. d. R., Barreto Arantes, M., Menezes de Faria Pereira, S., Leandro da Cruz, L., de Souza Passos, M., Pereira de Moraes, L., Vieira, I. J. C., & Barros de Oliveira, D. (2020). Plants as sources of anti-inflammatory agents. *Molecules*, 25(16), 3726.

- Olsson, L. C., Veit, M., Weissenböck, G., Bornman, J. F. *Phytochemistry*. 1998, 49, 1021-102. (Olsson et al.,1998) Gitz, D. C., Liu, McCure, W. J. *Phytochemistry*. 1998, 49, 377-386.
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2002. Diabète sucré. Aide-mémoire ; N°138
- Orban J.C, Ichai C, 2008. Complications métaboliques aiguës du diabète. *Réanimation* ; 17 : 761-767.
- Orgiazzi J. Traitement des hyperthyroïdies de l'adulte. *Rev. Prat* 1983. 33: 1020 – 5.
- Omrod, D. P., Landry, L. G., Conklin, P. L. *Physiologia Plantarum*. 1995, 93, 602-610.
- Oschman, J. L., Chevalier, G., & Brown, R. (2015). The effects of grounding (earthing) on inflammation, the immune response, wound healing, and prevention and treatment of chronic inflammatory and autoimmune diseases. *Journal of inflammation research*, 83-96.
- Oucheikh, L., Ou-Ani, O., Moujane, S., Ansari, A., Oubair, A., & Znini, M. (2023). Chemical composition, in vitro antifungal activity, DFT, molecular docking and molecular dynamics simulation studies of the essential oil from *Anvillea gracinii subsp. radiata* (Coss. & Durieu) Anderb. *Journal of Essential Oil Research*, 35(1), 35-50.
- Ould, E. I, Hadj, M., Didi, Hadj-Mahammed, M. & Zabeirou H. (2003). Place Des Plantes Spontanées Dans la Médecine Traditionnelle de la Région de Ouargla (Sahara Septentrional est). *Journal Courrier du Savoir – N°03*, pp. 47-51.
- Park, M. H., Kim, D. H., Lee, E. K., Kim, N. D., Im, D. S., Lee, J., Yu, B. P., & Chung, H. Y. (2014). Age-related inflammation and insulin resistance: a review of their intricate interdependency. *Archives of pharmacal research*, 37, 1507-1514.
- Parry, E.J. (1921). *The chemistry of essential oils and artificial perfumes (Vol.1)*. Scott, Greenwood and son.
- Pawelec, G., Goldeck, D., & Derhovanessian, E. (2014). Inflammation, ageing and chronic disease. *Current opinion in immunology*, 29, 23-28.
- Pellecuer, J., Jacob, M., de Simeon, B., Dusart, G., Attisso, M., Barthez, M., Gourgas, L., Pascal, B., Tomei, B *Plant. Méd. Phytothér.* 1980, 14, 83
- Prabhu, S., Molath, A., Choksi, H., Kumar, S., & Mehra, R. (2021). Classifications of polyphenols and their potential application in human health and diseases. *Int. J. Physiol. Nutr. Phys. Educ*, 6(1), 293-301.
- Q.Z. Lv, L. Yan, Y.Y. Jiang, the synthesis, regulation, and functions of sterols in *Candida albicans*: well-known but still lots to learn, *Virulence* 7 (6) (2016) 649–659.

- R. Di Santo, Natural products as antifungal agents against clinically relevant pathogens, *Nat. Prod. Rep.* 27 (7) (2010) 1084–1098.
- R. Garcia-Rubio, et al., The Fungal Cell Wall: candida, Cryptococcus, and Aspergillus Species, *Front. Microbiol.* 10 (2019) 2993.
- Rahhal, R., El Hajjouji, H., Sattar, S., Hsaine, M., Fougrach, H., & Badri, W. (2016). Activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'*Anvillea radiata* Coss. Et Dur Antibacterial activity of essential oil of *Anvillea radiata* Coss and Dur. *Proceedings RSE, 1*(2016), 27-31.
- Rasouli, H., Farzaei, M. H., & Khodarahmi, R. (2017). Polyphenols and their benefits: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(sup2), 1700-1741
- Reddi, D., Curran, N., & Stephens, R. (2013). An introduction to pain pathways and mechanisms. *British journal of hospital medicine*, 74(Sup12), C188-C191.
- Redondo M.J, Jeffrey J, Fain P.R et al, 2008. Concordance for islet autoimmunity among monozygotic twins. *N Engl J Med* ; 356 :2849-50.
- REJEB I (2009) : Etude de l'effet de l'irradiation sur les polyphénols du curcumin. Université du 7 novembre à Carthage, p (1). Robins, Clarendon Press, Oxford. 1997, 287-311.
- Rogar J. (2008). Analgesics, Opioids and Opioid Receptors. *Annual Reports in Medicinal Chemistry*. n°53. p 20-52 disponible [https://doi.org/10.1016/S0065-7743\(08\)61113-6](https://doi.org/10.1016/S0065-7743(08)61113-6).
- Roucham, Z., & Cheriti, A. (2022). Anti-Giardia Activity of a methanol extract of *Anvillea radiata*. *Biotechnological Research*, 8(3-4), ID789-ID789.
- Roucham Zahir, 2021. ETUDE PHYTOCHIMIQUE BIOGUIDEE DES EXTRAITS ANTIPARASITAIRE (TRICHOMONAS VAGINALIS ET GIARDIA INTESTINALIS) DE QUELQUE ASTERACEA DE LA PHARMACOPÉE TRADITIONNELLE DU SUD-OUEST ALGERIEN.
- Quezel, P., & Santa, S. (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Eds. du Centre Nat. de la Recherche Scientifique.
- Rustaiyan A, Dabiri M, Jakupovic J. Composition and anti-microbial activity of the essential oil from leaves and flowers of *Anvillea garcinii* (Burm) DC. *J Essent Oil Res.* 2011; 23:32–34.
- Chaudhary, S. A. (2000). *Flora of the Kingdom of Saudi Arabia*, vol II, parts 1–3. *Ministry of Agriculture and Water, Riyadh*.
- Sanchez, S., & Demain, A. L. (2017). Bioactive products from fungi. *Food bioactives: extraction and biotechnology applications*, 59-87.

- Heard, S. C., Wu, G., & Winter, J. M. (2021). Antifungal natural products. *Current opinion in biotechnology*, 69, 232-241.
- Sachon C, Cornet P, Grimaldi A, 2004. Diagnostic du diabète. In Diabète de typeII, coordonné par Grimaldi A. EMC référence, Elsevier, Paris : 83-101.
- Sansbury, B. E., & Spite, M. (2016). Resolution of acute inflammation and the role of resolvins in immunity, thrombosis, and vascular biology. *Circulation research*, 119(1), 113-130.
- Saoud, D. H., Jelassi, A., Hlila, M. B., Goudjil, M. B., Ladjel, S., & Jannet, H. B. (2019), Biological activities of extracts and metabolites isolated from *Anvillea radiata* Coss. & Dur. (Asteraceae). *South African Journal of Botany*, 121, 386-393.
- Saoud, D. H., Jelassi, A., Hlila, M. B., Goudjil, M. B., Ladjel, S., & Jannet, H. B. (2019). Biological activities of extracts and metabolites isolated from *Anvillea radiata* Coss. & Dur. (Asteraceae). *South African Journal of Botany*, 121, 386-393.
- SCHLIENGER, J. (1992). Le traitement des hyperthyroïdies. *Journal de médecine de Strasbourg*, 23(2), 90-94.
- Schmidt, T.J. Studies in Natural Products Chemistry, édité par Atta-ur Rahman, Volume Part M : 309-92. Bioactive Natural Products (Part M). Elsevier. 2006.
- Serhan, C. N., Ward, P. A., & Gilroy, D. W. (2010). Fundamentals of inflammation. Cambridge University Press.
- Shagufta Perveen, Areej Mohammad Al-Taweel, Hasan Soliman Yusufoglu, Ghada Ahmed Fawzy, Ahmed Foudah, Maged Saad Abdel-Kader, 2017.
- Shagufta Perveen, Ghada Ahmed Fawzy, Areej Mohammad Al-Taweel, Raha Saud Orfali, Hasan Soliman Yusufoglu, Maged Saad Abdel-Kader, Ruba Mahmoud Al-Sabbagh, 2018.
- Shagufta Perveen, Jawaher Alqahtani, Raha Orfali, Hanan Y. Aati, Areej M. Al-Taweel, Taghreed A. Ibrahim, Afsar Khan, Hasan S. Yusufoglu, Maged S. Abdel-Kader and Orazio Tagliatela-Scafati, 2020.
- Shorr, A. F. (2009). Review of studies of the impact on Gram-negative bacterial resistance on outcomes in the intensive care unit. *Critical care medicine*, 37(4), 1463-1469.
- Shukla, HS., Dubey, P., Chaturvedi, RV. Plant Pathology. *Agronomie*. 1989, 9, 277-279. Tkachenko KG. *Journal of Herbs, Spices. Medicinal plants*. 2006, 12 (3), 1-12.
- Singh R. P., Sharad S. et Kapur S., 2004 'Free radicals and oxidative stress in neurodegenerative.

- Singla, R.K., Dubey, A.K., Garg, A., Sharma, R.K., Fiorino, M., Ameen, S.M., & Al-Hiary, M. (2019). Natural polyphenols: Chemical classification, definition of classes, subcategories, and structures. *Journal of AOAC International*, 102(5), 1397-1400.
- Snoussi, M., Najett, M., Boumediene, M., & Abdelallah, M. IN-VIVO ANTIFUNGAL ACTIVITY OF THE AERIAL PART OF *ANVILLEA RADIATA* BY USING A NEW METHOD OF STORAGE BY COATING GRAIN.
- Spiridon, P., Sandu, I., & Stratulat, L. (2017). THE CONSCIOUS DETERIORATION AND DEGRADATION OF THE CULTURAL HERITAGE. *International journal of conservation science*, 8(1).
- Straub, R. H., & Schradin, C. (2016). Chronic inflammatory systemic diseases: An evolutionary trade-off between acutely beneficial but chronically harmful programs; *Evolution, Medicine, and Public Health*, 2016(1), 37-51.
- T. Roemer, D.J. Krysan, Antifungal drug development: challenges, unmet clinical needs, and new approaches, *Cold Spring Harb. Perspect. Med.* 4 (5) (2014)
- Talibi, I., Amkraz, N., Askarne, L., Msanda, F., Saadi, B., Boudyach, E. H., ... & Ait Ben Aoumar, A. (2011). Antibacterial activity of Moroccan plants extracts against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, the causal agent of tomatoes' bacterial canker. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 4332-4338
- Tchoumboungang, F., Jazet Dongmo, P.M., Sameza, M.L., Nkouaya Mbanjo, E.G., Tiako Fotso, B.R., Amvam Zollo, P.H., Menut, C. *Biotechnol. Agron. Soc.* 2009, 13 (1), 77-84.
- Teisseire, P. J. *La chimie Des substances Odorantes. Technique et Documentation Lavoisier.* Paris, 1991, 187-219.
- TELLI, A. (2017). Activités anti-oxydante, antimicrobienne et antidiabétique de deux espèces spontanées utilisées dans le traitement du diabète dans la région de Ouargla : *Amodaucus leucotrichus* et *Anvillea radiata* (Doctoral dissertation).
- Thakur, A., Assad, H., Kaya, S., & Kumar, A. (2023). Plant extracts as bio-based anticorrosive materials. In *Handbook of Biomolecules* (pp. 591-618). Elsevier.
- Tilg, H., Zmora, N., Adolph, T. E., & Elinav, E. (2020). The intestinal microbiota fuelling metabolic inflammation. *Nature Reviews Immunology*, 20(1), 40-54.
- Tréchet, P., & Jouzeau, J.-Y. (2014). Bases chimiques et pharmacologiques des AINS. *Revue Française d'Allergologie*, 54(3), 212-217.
- Tyson, R. L., Chang, C. J., McLaughlin, J. L., Aynehchi, Y., & Cassady, J. M. (1981). 9- $\alpha$ -hydroxy parthenolide, a novel antitumor sesquiterpene lactone from *Anvillea garcinii* (Burm.) DC1. *Experientia*, 37(5), 441-442.

- Fattorusso, V., & Ritter, O. (2006). *Vademecum clinique : du diagnostic au traitement*. (DEPRECIATED).
- V.K. Bhatia, P.C. Sharma, Epidemiological studies on Dermatophytosis in human patients in Himachal Pradesh, India, Springerplus 3 (2014) 134 J. for Cardoso, Their et al., Antifungal Marine-Derived Application, <http://doi.org/10.3390/molecules25245856>. Compounds and Prospects Molecules (24) (2020) 25.
- Velho G, Froguel P.H, 1997. Génétique du diabète de type 2. Médecine thérapeutique ; V.3 hs. Vision,12(1-3),1-308.
- Wang, H., Strasburg, M.G., Chang, Y. C., M. Brooen, A., Gray, J. I., Dewitt, D.L. Nat.
- Welch, B., Unangst, M., Abbasi, Z., Gibson, G. A., Mueller, B., Small, J., ... & Zhou, B. (2008, February). Scalable Performance of the Panasas Parallel File System. In FAST (Vol. 8, No. 2008, pp. 1-17)
- Wilkin TJ, 2001. The acceleratorhypoyhesi: weight gain as the missinglinkbetween type I and type II diabetes. Diabetologia ; 44 :914-22.
- Willcox A, Richardson SJ, Bone AJ et al, 2009Analysis of islet inflammation in human type 1 diabetes. Clin ExpImmunol ; 155 :125-7.
- Wrolstad, R. E. (2004). Anthocyanin pigments—Bioactivity and coloring properties. Journal of Food Science, 69(5), C419-C425.
- Wynn, T. A., & Ramalingam, T. R. (2012). Mechanisms of fibrosis: therapeutic translation for fibrotic disease. Nature medicine, 18(7), 1028-1040.
- Zhou, B., Bentham, J., Di Cesare, M., Bixby, H., Danaei, G., Cowan, M. J., ... & Cho, B. (2017). Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 population-based measurement studies with 19· 1 million participants. *The Lancet*, 389(10064), 37-55.

## ملخص

تتضمن هذه الأطروحة مسحاً بيبليوغرافياً للخصائص الكيميائية النباتية والدوائية لنوعين من الأنفيليا وهما الأنفيليا رادياتا والأنفيليا غارسيني. يُستخدم هذان النوعان على نطاق واسع في الطب التقليدي في جميع أنحاء شمال أفريقيا والشرق الأوسط، وهما مصدر للمركبات النشطة بيولوجياً وبالتالي فهما علاجيان للغاية. من خلال عرض بعض المؤلفات العلمية المتاحة، تسلط الورقة البحثية الضوء على وجود عائلات كيميائية كبيرة -الفلافونويد، والبوليفينول، والتريبينات، ولاكتونات السييسكيتيربين- ومساهماتها في العديد من الأنشطة البيولوجية. وتشمل هذه الأنشطة مضادات الالتهابات ومضادات الأكسدة ومضادات الميكروبات ومضادات السكري ومضادات الكبد ومضادات السرطان. كما تستكشف الدراسة أيضاً العلاقة بين البراهين الدوائية التقليدية والحديثة لهذه النباتات، مع الدعوة إلى مزيد من العمل التجريبي للتحقق من هذه النباتات وإدخالها في أشكال حديثة من التطبيقات العلاجية.

## Abstract

This dissertation features a bibliographic survey of the phytochemical and pharmacological properties of two species of *Anvillea*, namely *Anvillea radiata* and *Anvillea garcinii*. Widely used in traditional medicine across the whole of North Africa and the Middle East, these species are a source of bioactive compounds and therefore highly therapeutic.

By presentation of some of the available scientific literature, the paper makes a point of highlighting the presence of large chemical families: flavonoids, polyphenols, terpenes, and sesquiterpene lactones and their contribution to numerous biological activities.

These include anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, antidiabetic, hepatoprotective, and anticancer activities. The study also explores the nexus between their traditional and modern pharmacological proof, with a call for more experimental work to verify and bring these plants into modern forms of therapeutic applications.

## Résumé

Ce mémoire présente une étude bibliographique des propriétés phytochimiques et pharmacologiques de deux espèces d'*Anvillea*, à savoir *Anvillea radiata* et *Anvillea garcinii*. Largement utilisées en médecine traditionnelle dans toute l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient, ces espèces sont une source de composés bioactifs et donc hautement thérapeutiques. En présentant une partie de la littérature scientifique disponible, l'article s'attache à mettre en évidence la présence de grandes familles chimiques - flavonoïdes, polyphénols, terpènes et lactones sesquiterpéniques - et leur contribution à de nombreuses activités biologiques. Il s'agit notamment des activités anti-inflammatoires, antioxydantes, antimicrobiennes, antidiabétiques, hépatoprotectrices et anticancéreuses. L'étude explore également le lien entre leurs preuves pharmacologiques traditionnelles et modernes, et appelle à davantage de travaux expérimentaux afin de vérifier et d'introduire ces plantes dans des formes modernes d'applications thérapeutiques.