



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم هندسة الطرائق

Département de Génie des Procédés

N°: d'enregistrement

/...../...../...../.....

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie Chimique.

Thème

Etude De L'activité Antioxydants Des Principes Actifs
De La Plante *Ridolfia Segetum*

Par

benkhelifa nadjat

abdellali sadia

Devant le jury composé de:

LAKHDARI ABDELHAKIM

MAA

Univ.Ghadaia

Président

KHANE YASMINA

MCB

Univ.Ghadaia

Examineur

YOUSSEF ADAMOU

MAA

Univ.Ghadaia

Encadreur

Année universitaire 2020/2021

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

- ♥ *À la reine qui m'a donné naissance, ma chère et mon modèle dans la vie, sois fière, ma mère. Le rêve attendu se réalise. Louange à Dieu, avec ton soutien pour moi et tes prières. Que Dieu te protège et prolonge ta vie mon paradis*
- ♥ *À mon soutien dans la vie, mon cher père, soyez fier, car votre fille a réussi avec votre soutien pour moi, que Dieu vous protège et prolonge votre vie mon paradis*
- ♥ *A mes frères Walid et Abdelhakim en leurs souhaitant que du bonheur.*
- ♥ *A ma sœur aïcha Je lui souhaite l'excellence dans l'obtention d'un diplôme*
- ♥ *A mon meilleur ami djemaa et Dr. Ayoub qui était avec moi et m'a soutenu dans tous mes moments.*
- ♥ *Pour ma tante Habib et ses fils en particulier, Mussa, j'ai prié mon Seigneur de le guérir et de marcher comme ses amis*
- ♥ *Pour tous les membres de la famille*
- ♥ *je dédie également ce modeste travail à mon binôme Sadia et sa famille.*
- ♥ *Enfin je tien à dédier aussi ce mémoire à tous mes camarades de classe, sur Facebook et puis à toutes les Personnes qui m'estiment.*

B. NADJAT

Dédicace

Je dédie ce souvenir spécialement à mes chers parents, pour leurs encouragements, leur tendresse, leur amour et leur soutien pendant mes études.

A mes sœurs : hafsa, assai, Zineb.

A mes frères: abdelghani, Mohamed abde alwahabe

Mon cher neveu : mousbah hamza jawad

A mon binôme : nadjat et sa famille.

Ma tante : souade

Mon grand-père et ma grand-mère

A toute la famille

A .SADIA

Remerciement

« Louange à Allah qui nous a guidés à ceci. Nous n'aurions pas été guidés, si Allah ne nous avait pas guidés »

[Sourate 7. Al Araf verset 43]

Reconnaissance, et mes sincères remerciements vont à mon encadreur Monsieur Mr Adamo Youssef pour m'avoir dirigé tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous remercions également le comité de discussion d'avoir accepté ce travail sous la direction de Professeur KHANE YASSMINA, le professeur LAKHDARI ABDELHAKIM

Enfin, nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin, de façon directe ou indirecte, à la réussite de ce travail pour lequel nous avons tant consacré en y mettant aussi tout notre coeur.

Nous ne terminerons pas ce mot sans gratifier de nos remerciements nos parents pour leurs contributions, leur soutien et leur patience durant tout notre parcours scolaire.

Résumé

Ridolfia segetum, est une plante aromatique, médicinale, appartenant à la famille des apiacées, appelée communément (Karwiya el amya). Elle est spontanée, qui pousse en région méditerranéenne largement répandue en Afrique du nord, particulièrement en sud Algérie trouve dans la région d'Boukais wilaya de Bechar.

Notre travail porte sur l'extraction des principes actifs des grains de plante *Ridolfia segetum* ; où Les principes actifs ont une source inépuisable de molécules dotées de propriétés médicamenteuses très recherchées dans le domaine pharmaceutique.

Les principes actifs contenus dans les graines de *Ridolfia Segetum*, ont été extraits par méthode de macération et séparés en fonction de différents solvants de polarité croissante.

Les résultats de l'effet de Activité antioxydant monte que l'extrait dichlorométhane c'est un antioxydant que favorise un intérêt économique

Mots clés : Les principes actifs et métabolites secondaires, *Ridolfia segetum*, Macération, Spectroscopie, Activité antioxydant, région d'Boukais.

Abstract

Ridolfia segetum, is an aromatic, medicinal plant belonging to the apiaceae family, commonly called (Karwiya el amya). It is spontaneous, which grows in the Mediterranean region widely distributed in North Africa, particularly in southern Algeria found in the region of Boukais wilaya of Bechar.

Our work focuses on the extraction of active ingredients from the seeds of the *Ridolfia segetum* plant; where The active principles have an inexhaustible source of molecules endowed with medicinal properties highly sought after in the pharmaceutical field.

The active ingredients contained in the seeds of *Ridolfia Segetum*, were extracted by maceration method and separated according to different solvents of increasing polarity.

Antioxidant activity effect results show that dichloromethane extract is an antioxidant favored by economic interest

Key words : Active ingredients or secondary metabolites, *Ridolfia segetum*, Maceration, Spectroscopy, Antioxidant activity, Boukais region

الملخص

Ridolfia segetum هو نبات طبي عطري ينتمي إلى عائلة الأبياسيا ، ويطلق عليه عادة (الكروية العمياء). وهو ينمو بشكل عفوي في منطقة البحر الأبيض المتوسط منتشر بشكل واسع في شمال إفريقيا ولا سيما في جنوب الجزائر الموجود في منطقة البوقا بولاية بشار.

يركز عملنا على استخراج المكونات النشطة من بذور نبات *Ridolfia segetum* ؛ حيث تحتوي المكونات النشطة على مصدر لا ينضب من الجزيئات التي تتمتع بخصائص طبية مطلوبة بشدة في مجال المستحضرات الصيدلانية.

تم استخلاص المكونات الفعالة الموجودة في بذور ريدولفيا سيغيثوم بطريقة النقع وفصلها حسب المذيبات المختلفة ذات القطبية المتزايدة.

تظهر نتائج تأثير النشاط المضاد للأكسدة أن مستخلص ثنائي كلورو ميثان هو مضاد للأكسدة تفضله الفوائد الاقتصادية

الكلمات المفتاحية: المواد الفعالة أو المستقلبات الثانوية، *Ridolfia segetum*، النقع، التحليل الطيفي، النشاط المضاد للأكسدة، منطقة البوقايس.

Liste de Tableaux

Chapitre I : Métabolites secondaires

Tableau (I.1) : les différentes classes des composés phénoliques.....	7
Tableau (I.2): Classification des triterpènes.....	17

Chapitre II : Présentation botanique

Tableau (II.1): Classification et systématique de <i>Ridolfia segetum</i>	27
--	----

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Tableau (IV.1): Rendements des extraits obtenus par macération de plante <i>Ridolfia segetum</i>	45
Tableau (IV.2): Valeurs des IC50 du DPPH pour les extraits.....	48

Liste de Figures

Chapitre I : Métabolites secondaires

Figure (I.1) : Squelette de base des polyphénols.....	8
Figure (I.2) : Structures chimiques des acides hydroxybenzoïques.	9
Figure (I.3): Structures chimiques des acides hydroxycinnamiques	9
Figure (I.4) : Structure de base des flavonoïdes.....	10
Figure (I.5): Quelques structures de base des flavonoïdes.	11
Figure (I.6) : Exemple de structure de tanins hydrolysable.....	12
Figure (I.7) : Exemple des tanins condensés	12
Figure (I.8) : Structures chimiques de lignine	13
Figure (I.9) : Structure chimique coumarine	14
Figure (I.10) : quelques exemples des Structures chimiques de stilbénes.....	14
Figure (I.11) : Structure de l'unité isoprène.....	17
Figure (I.12): Les principaux cycles azotés des alcaloïdes	21
Figure (I.13): Quelques antioxydants de synthèse.....	23

Chapitre II : Présentation botanique

Figure (II.1) : <i>Ridolfia segetum</i>	27
Figure (II.2): Graines de <i>Ridolfia Segetum</i>	28
Figure (II.3): Structure des graines de <i>Ridolfia Segetum</i>	28
Figure (II.4): Localisation de la région d'étude	29

Chapitre III : Matériel et Méthodes

Figure (III.1) : Graines sèches de <i>Ridolfia segetum</i>	33
Figure (III.2): Montage de séparation liquide-liquide.....	35
Figure (III.3): Récapitulatifs de l'extraction des parties aériennes de <i>Ridolfia segetum</i>	36

Figure (III.4): Montage de séparation liquide-liquide37

Figure(III.5) : Récapitulatifs de l'extraction des extraits spécifiques de *Ridolfia segetum*....38

Figure (III.6) Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.40

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Figure (IV. 1):les graphiques de test DPPH des extraits de *Ridolfia segetum*44

Liste des abréviations

T : Température

V : Volume

V/V : Volume à Volume

H₂O: Eau

Abs: Absorbance.

MeOH: Methanol

EtOH: Ethanol

HCl : Acide chlorhydrique

AcOEt : Acétate d'éthyle

H₂SO₄ : Acide sulfurique

CH₂Cl₂ : Dichloromethane

NaCl : Chlorure de sodium

NaOH : Hydroxyle de Sodium

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium

Pb(OAc)₄ : Acétate de plomb

DPPH•: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyle

R_f : Facteur de retardation.

IR : Infra-Rouge

UV : Ultra-Violet

CG: Chromatographie en phase gazeuse

CCM : Chromatographie sur Couche Mince

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

IC₅₀ : Concentration Inhibitrice

Vc : Acide ascorbique (vitamine c)

Les unités couramment utilisées sont citées ci-dessous :

g : gramme

mg : milligramme

kg : kilogramme

ml : millilitre

mm : millimètre

µg : microgramme

µm : micromètre

µl : microlitre

% : pourcentage

h : heure

min: minute

s : seconde

°c : température en degrés Celsius

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction Générale 1

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Métabolites secondaires

I 1. Généralité	5
I.1.1 Les métabolites (ou produits végétaux naturels)	5
I 1.1.1 Métabolites primaires	5
I 1.1.2 Métabolites secondaires	5
I 1.2 Interrelation entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire	5
I.2. Présentation générales des métabolites secondaire	6
I 2.1. Définition les métabolites secondaires	6
I 2.2. Biosynthèse des métabolites secondaires	6
I 2. 3. Classification des métabolites secondaires	6
I 2. 3. 1. Les composés phénoliques :	6
I 2. 3.1.1. Définition les composés phénoliques	6
I 2. 3.1.2. Structure chimique des polyphénols	7
I.2.3.1.3. Localisation des composés phénoliques	8
I.2.3.1.4. Classification des polyphénols	8

I.2.3.1.4.1. Polyphénols monomériques.....	8
a. Acides phénoliques	8
a.1. Dérivés de l'acide hydroxybenzoïque (C ₆ -C ₁)	8
a.2. Dérivés de l'acide hydroxycinnamique (C ₆ -C ₃).....	9
b. Flavonoïdes	9
b.1 Définition les flavonoïdes	9
b.2 Classification: des flavonoïdes	10
b.3 Propriétés pharmacologiques des flavonoïdes	11
I.2.3.1.4.2 Les tanins.....	11
a.1. Tanins hydrolysables.....	12
a.2. Tanins condensés	12
b. Lignines	12
I.2.3.1.4.3. Coumarines, Stilbènes (les plus rares).....	13
a. Coumarines C ₆ -C	13
a.1 Définition les coumarines	13
a.2 Structure des coumarines	14
b. Stilbènes C ₆ -C ₂ -C ₆	14
I.2.3.1.5. Intérêts thérapeutiques des polyphénols	14
I.2.3.1.5.1. Activité anticancéreuse.....	15
I.2.3.1.5.2. Prévention contre les maladies cardiovasculaires	15
I.2.3.1.5.3. Prévention contre les maladies hormono-dépendantes.....	16

I.2.3.1.5.4. Action gastro-protectrice des polyphénols	16
I.2.3.2. Les terpénoïdes (appelés aussi terpènes)	16
I.2.3.2.2 Structure chimique des terpènes	17
I. 2.3.2.3 Biosynthèse des terpènes	17
I.2.3.2.3.1 Voie de mévalonate	18
I.2.3.2.3.2 Voie desoxyxylulose-5- phosphate.....	18
I.2.3.2.4. Classification	18
I.2.3.2.4.1. Les monoterpènes	18
I. 2.3.2.4.2. Sesquiterpènes	18
I. 2.3.2.4.3 Diterpènes	19
I. 2.3.2.4.4 Triterpénoïdes et stéroïdes	19
I 2.3.2.4.5 Tetraterpènes	19
I.2.3.3. Les alcaloïdes	19
I.2.3.3.1. Définition Les alcaloïdes	19
I.2.3.3.2. Fonctions et propriétés	19
I.2.3.2.3. Classification	20
I 2.3.3.4.Les radicaux libres.....	21
I.3. Les antioxydants.....	21
I.3.1. Définition d'un antioxydant.....	22
I.3.2.Classification des antioxydants.....	22
I.3.2.1. Les antioxydants synthétiques.....	22

I.3 2.2. Les antioxydants naturels.....	23
A) Les vitamines.....	23
• la vitamine C ou l'acide ascorbique.....	23
• La vitamine E ou tocophérol.....	24
a) Les éléments minéraux	24
b) Le Fer.....	24
c) Le zinc.....	24

Chapitre II : Présentation botanique

II. La famille des Apiacées.....	26
II.1. Généralités	26
II.2. Genre <i>Ridolfia</i>	26
II.3. Présentation botanique	26
II.3.1. Systématique	27
II.3.2. Description botanique	27
II.3.3. Présentation géographique	28
II.3.4. Présentation de la région d'étude	28
II.3.5. Répartition géographique.....	29
II.3.6. Synonymes végétaux	29
II.3.6. Utilisation	29

Deuxième partie : Partie pratique

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1. Matériel.....	32
III.1.1. Matériels du laboratoire.....	32
a) Appareillage.....	32
b) les logiciels.....	32
c) Réactifs chimiques	33
III.1.2. Matériel végétal.....	33
III .2. Méthodes	33
III.2.1.1. Préparation des extraits	34
III.2.2.1.2. Préparation de l'extrait brut	34
➤ Calcul du rendement	38
III.2.3.1 Analyse biologique	39
III.2.3.1.1 L'activité antioxydant	39
III.2.3.2.1. Activité antioxydant (test DPPH)	39
• Définition	40
• Principe	40
• Protocole expérimental Des concentrations inhibitrices à 50 % (IC50).....	40
• Des concentrations inhibitrices à 50 % (IC50).....	41

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1.Rendement des extractions	43
IV.2 Analyse des principes actifs de l'espèce <i>Ridolfia segetum</i>	43
IV.2.2 Analyse biologique	43
IV.2.2.1Activité antioxydant (test DPPH).....	43
Conclusion Générale.....	47
Références Bibliographiques	49



Introduction

Générale

Introduction Générale

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé diverses ressources trouvées dans Son environnement afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies [1].

Les plantes médicinales restent encore le premier réservoir des nouveaux Médicaments. Elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments [2].

Les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses recherches basées in vivo et in vitro des tissus végétaux. Ceci est notamment le cas des polyphénols végétaux qui sont largement utilisés en thérapeutique [3]

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et ils sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques. L'étude de la chimie des plantes est toujours d'une brûlante actualité malgré son ancienneté. Cela tient principalement au fait que le règne végétal représente une source importante d'une immense variété de molécules bioactives [4].

Cette matière végétale contient un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie, en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie, Parmi ces composés on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tannins, les lignanes, les terpènes et les flavonoïdes.

En Algérie pays très riche de Sa variété à base de plantes, la médecine traditionnelle y a sa place mais on ne voit pas cette complémentarité de la phytothérapie à la médecine. Botanistes, photochimistes, pharmacologues et médecins sont appelés à conjuguer leurs connaissances scientifiques pour que la phytothérapie soit une discipline thérapeutique officielle comme c'est le cas dans plusieurs pays (Chine, Turquie, etc...) [5].

Ridolfia segetum a fait l'objet de récentes recherches dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et agro-alimentaires. C'est une herbe aromatiques[6]

C'est une herbe aromatique Il est d'une grande importance car il est utilisé comme alternative non seulement pour protéger les aliments de l'oxydation, mais aussi pour traiter

Certaines maladies infectieuses comme les antioxydants ... et les antimicrobiens [7]

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail était de mettre en évidence l'activité

Antioxydant des échantillons de *Ridolfia segetum* (celui de la région de la ville de Béchar notre travail comporte quatre (4) chapitres:

Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique des métabolites secondaires. Le deuxième chapitre traite de la présentation botanique de *Ridolfia segetum* appartient à la famille des Apiécées.

Le troisième chapitre concerne la partie expérimentale, qui comporte l'effet antioxydant des principes actifs

Le quatrième chapitre rassemble tous les résultats qui seront suivis d'une discussion.

Enfin, une conclusion générale qui résume tous les résultats des travaux fournis.

Première Partie

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Métabolites secondaires

Chapitre I

Métabolites secondaires

I.1 Généralité

I.1.1. Les métabolites (ou produits végétaux naturels)

Les métabolites sont les produits médiateurs des réactions métaboliques mises en évidence par diverses enzymes qui se produisent naturellement dans les cellules. Ce terme est souvent utilisé pour décrire de petites molécules [7]. Chez les plantes, il existe deux grandes classes des métabolites :

I.1.1.1. Métabolites primaires

Les principaux métabolites sont incorporés dans la cellule car ils sont essentiels à leur croissance. Les principaux fournisseurs de services sont les acides aminés, les alcools, les vitamines (B2 et B12), les polyols, les acides organiques, ainsi que les nucléotides (par exemple, inosine-5'-monophosphate et guanosine-5'-monophosphate).[8-9]

I.1.1.2. Métabolites secondaires

Un Métabolite secondaire est une molécule qui, par exclusion, n'appartient pas au métabolisme primaire . Ce dernier est indispensable à la nutrition , il assure la croissance, le développement d'un organisme. Les métabolites primaires rassemblent les acides aminés, les lipides , les sucres ou les acides nucléiques.[10]

I.1.2. Interrelation entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire

Les métabolites végétaux secondaires peuvent être définis comme des molécules qui ne sont pas directement essentielles à la vie végétale, par opposition aux métabolites primaires (glucides, lipides et protéines) qui alimentent les principales voies du métabolisme basal.

Ces substances, qui sont issues du métabolite principal (numéro n ° 1), affectent la structure des plantes mais aussi, elles exercent une action. L'apparence générale des métabolites secondaires conduisant à l'adaptation des plantes à leur environnement . [11-12]

I.2. Présentation générales des métabolites secondaire

Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, dont plus de 200000 molécules ont été identifiées. Classés selon leur appartenance chimique en composés phénoliques, alcaloïdes et terpénoïdes. [13-14]

I.2.1. Définition les métabolites secondaires

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides,protides, lipides, acides nucléiques), ils accumulent fréquemment des métabolites dits «secondaires» dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire. Les métabolites secondaires appartiennent à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpènes, composés phénoliques...) qui sont répartis de manière diversifiée chez les végétaux.[15]

I.2.2. Biosynthèse des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires résultent généralement de trois voies de biosynthèse : la voie de shikimate, la voie de mevalonate et du pyruvate.[1 6]

I.2.3. Classification des métabolites secondaires

On peut classer les métabolites secondaires en trois grands groupes : les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine.[17.18]

I.2.3.1. Les composés phénoliques

I2.3.1.1. Définition les composés phénoliques

Plusieurs études ont été menées sur les métabolites secondaires, notamment le cas des polyphénols largement utilisés en thérapeutique comme anti-inflammatoires, antioxydants, inhibiteurs d'enzymes, antimicrobiens...ect. Les polyphénols sont une famille de molécules très répandues dans le représentent une famille de plus de 8000 composés, parmi lesquels les composés phénoliques excuses végétales. On les trouve dans les plantes, des racines aux fruits, qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau de l'activité

fondamentale de l'organisme végétal. Les polyphénols sont des groupes de molécules structurellement diversement, l'élément structurel fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel les groupes hydroxyle sont directement liés, ces molécules plus séparés et identifiés dans les plantes, on retrouve des flavonoïdes et des tanins [1]. Le groupe de phénols le plus important et le plus répandu est celui des flavonoïdes. [19] Plusieurs classes de composés polyphénoliques sont définies en fonction de la ligne de base (**tableau 1**)

Squelette carbonée	Classes de composés phénoliques
C6	Phénols simples et benzoquinones
C6-C1	Acides phénoliques
C6-C2	Acétophénone et les acides phenylacétiques
C6-C3	Acides hydroxy-cinnamiques, coumarines, phénylpropènes, chromons
C6-C4	Naphthoquinones
C6-C1-C6	C6 Xanthonnes
C6-C2-C6	Stilbènes et anthraquinones
C6-C3-C6 Flavonoïdes et isoflavonoïdes	Flavonoïdes et isoflavonoïdes
(C6-C1) ₂	Tannins hydrolysables
(C6-C3) ₂	Lignanes et néolignanes
(C6-C3-C6) ₂	Biflavonoïdes
(C6-C3) (C6) n	n Lignines
(C6) n	Catéchols
(C6-C3-C6) n	Tannins condensés

Tableau (I.1) : Les différentes classes des composés phénoliques. [20]

I.2.3.1.2. Structure chimique des polyphénols :

Les composés phénoliques sont un grand groupe de produits chimiques. L'élément fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un cycle de benzène (aromatique), auquel est directement attaché au moins un groupe hydroxyle (**figure n °01**), libre ou impliqué dans une autre fonction: éther, ester ou hétéroside [21]]. Ils vont de simples

molécules, telles que les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés, plus de 30 000 Daltons, tels que les tanins [22].

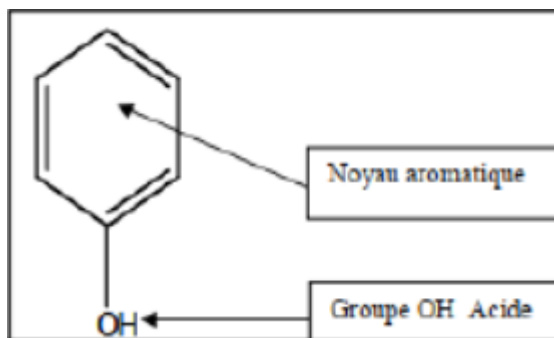


Figure (I.1): squelette de base des polyphénols

I.3.1.3. Localisation des composés phénoliques

Ils sont présents dans toutes les parties des plantes supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollen, fruits, graines et bois) [25]. Ils sont également présents dans de nombreuses substances naturelles: fruits rouges, raisins, etc [24]. Parmi les composés phénoliques, dont 8 000 sont connus: les flavonoïdes, les quinones phénoliques, les lignanes, les xanthones, les coumarines et d'autres classes existent en nombre considérable.[2 3]

I.2.3.1.4. Classification des polyphénols

On peut distinguer les catégories suivantes: les non-flavonoïdes (qui comprennent les acides phénoliques, stilbènes, lignines, lignanes, coumarines, etc.) et les flavonoïdes (qui comprennent: les flavones, les flavonols, les flavanols, les isoflavones, etc.) sans oublier les tanins qui sont des polyphénols complexes. [26]

I.2.3.1.4.1. Polyphénols monomériques:

a. Acides phénoliques:

Ce sont des composés organiques qui ont au moins une fonction carboxyle et un hydroxyle phénolique. Ils sont représentés par deux sous-classes: les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et l'acide hydroxycinnamique [28]

a.1. Dérivés de l'acide hydroxybenzoïque (C6-C1) :

Ces acides sont très courants à la fois sous forme libre et sous forme combinée d'esters ou d'hétérosides. [28-29] Cette catégorie est abondante dans les plantes et les aliments, en

particulier les épices, les fraises, certains fruits rouges et les oignons dont les concentrations peuvent atteindre plusieurs dizaines de milligrammes par kilogramme de fruits frais[30]. Les dérivés les plus courants de l'acide hydroxybenzoïque sont indiqués dans la figure suivante

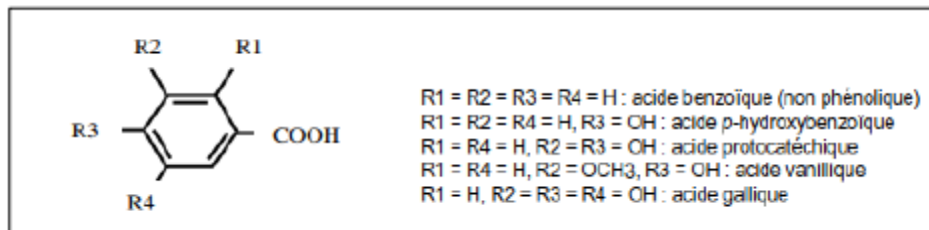


Figure (I.2): Structures chimiques des acides hydroxybenzoïques.[2 8]

a.2. Dérivés de l'acide hydroxycinnamique (C6-C3) :

Ces composés ont une distribution très large. Rarement libres, ils sont souvent estérifiés [29] et peuvent également être amidés ou associés à des sucre (O-acylglucosides, Oarylglucosides) ou des polyols comme l'acide quinique. [27]

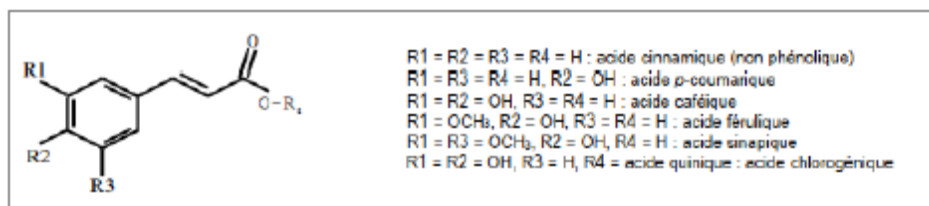


Figure (I.3): Structures chimiques des acides hydroxycinnamiques.[2 8]

L'acide caféique est le principal représentant de cette catégorie. Il est présent dans de nombreuses plantes (grains de café, tomates, olives, pommes), notamment dans les fruits. Il représente 75 à 100% de la teneur totale en acide hydroxycinnamique de la plupart des fruits, principalement sous forme d'ester d'acide quinique (acide chlorogénique). [30] L'acide chlorogénique est présent en très fortes concentrations dans le miel (430 mg / kg) [33] et dans le café, une seule tasse peut contenir de 70 à 350 mg. [30]

b. Flavonoïdes :

b.1. Définition les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont caractérisés par une épine basique composée de quinze atomes de carbone (C6-C3-C6) qui ont deux cycles benzène A et B liés ensemble à partir d'une chaîne

correspondant à trois carbones (figure n°04). Numérotagenoté sera appliqué à différentes sous-classes de flavonoïdes. Ceux-ci sont différenciés par le niveau d'oxydation du cycle pyrane: on peut aussi distinguer leanthocyanes, flavonols, flavanols et autres classes, telles que les flavones,flavanones et dihydrocalcons [34].

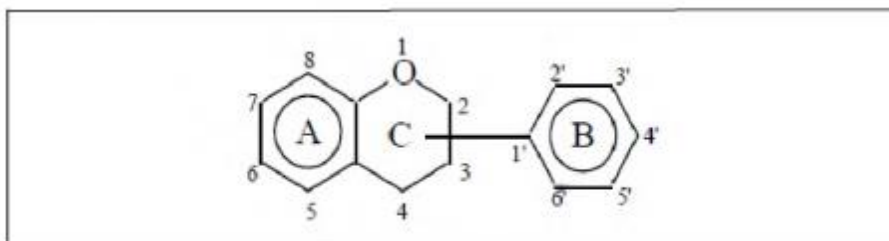


Figure (I.4): Structure de base des flavonoïdes

Le terme «flavonoïde», utilisé pour la première fois par Geissman et Hinreiner [35], comprend tous les composés dont la structure est basée sur celle de la flavone: phényl-2benzopyron Sa biosynthèse a lieu comme un précurseur commun,4,2,4,6-tétrahydroxychalcone [36].Par action enzymatique, ce calcium est métabolisé endifférentes classes de flavonoïdes la structure varie en fonction du degré d'oxydation du squelettebase et position des substituants sur le noyau central.[3 7]

b. 2.Classification:

La nature chimique des flavonoïdes dépend de leur classe structurale, de leur gradehydroxylation et méthylation, degré de polymérisation, substitutions et conjugaison sur le cycle C. Les flavonoïdes peuvent être divisés en différentes classes (Figure n°05): anthocyanidines, flavonols, isoflavonols, flavones, isoflavones, flavanes,isoflavanes, flavanols, isoflavanols, flavanones, isoflavanones et aurons.[3 8]

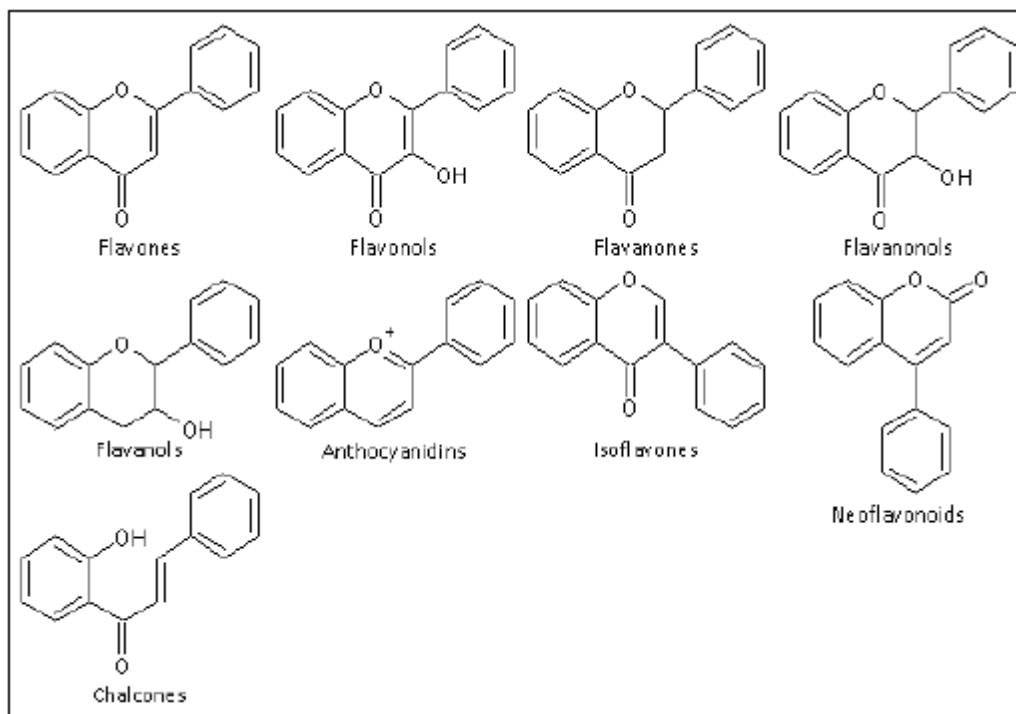


Figure (I.5): Quelques structures de base des flavonoïdes. [39]

b.3. Propriétés pharmacologiques des flavonoïdes :

«L'activité la plus remarquable est qu'ils sont thermodynamiquement capables de réduireoxydant les radicaux libres tels que superoxyde, peroxyde, alcoxyde et hydroxydepar transfert d'hydrogène ou par chélation d'ions métalliques impliqués dansproduction d'espèces réactives de l'oxygène. D'autres études ont également montré que les flavonoïdes sont de bons inhibiteurs des enzymes responsables de la production deles radicaux libres tels que la xanthine oxydase, la cyclooxygénase et la lipooxygénase.» Des études ont montré que certains flavonoïdes tels que: la quercétine, la myricétine,L'apigénine et la chrysin ont des effets anti-inflammatoires grâce à l'action inhibitrice de enzymes responsables du métabolisme de l'acide arachidonique.Les flavonoïdes préviennent le diabète en inhibant l'aldose réductase. Réduire le risque de maladies cardiovasculaires en prévenant. Les flavonoïdes sont attribués à d'autres propriétés: veinotonique, antitumorale, analgésique, antispasmodique, antibactérien, hépatoprotecteur, l'athérosclérose...etc.[40]

I.2.3.14.2 Les tanins

Le terme tanin dérive de la capacité de la peau des animaux à se contracter, ils sont un groupe de polyphénols de haut poids moléculaire. Ce sont des molécules hautement hydroxylées et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont combinés avec des

glucides, des protéines et des enzymes digestives, réduisant ainsi la digestibilité. Il peut être lié à la cellulose et à de nombreux autres éléments minéraux [41]. On distingue: les tanins hydrolysables et condensés.

a.1. Les tanins hydrolysables :

Ils sont constitués d'une molécule de sucre (le plus souvent glucose) estérifié avec de l'acide gallique ou l'un de ses dérivés (acide ellagique, chébulique ou valonique). Ils sont facilement hydrolysés chimiquement ou enzymatiquement.[4 2]

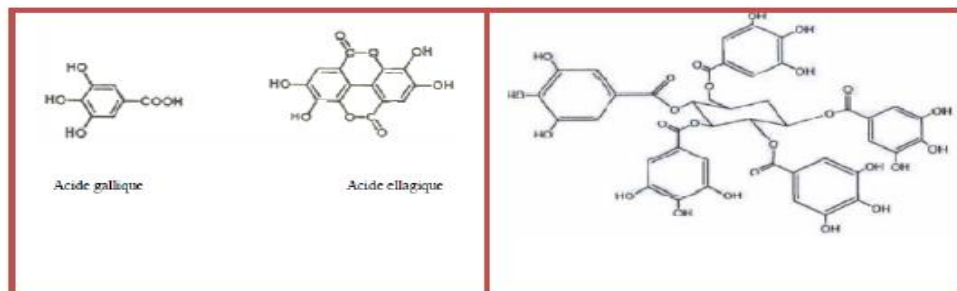


Figure (I.6): Exemple de Structure de Tanins hydrolysable

a.2. Tanins condensés:

Ce sont des produits de la polymérisation des flavan-3-ols (catéchines) et des flavan-3,4-diols (leucoanthocyanidines). Ils sont également appelés «tanins catéchétiques» et ne sont hydrolysables que dans des conditions fortement acides.[4 2]

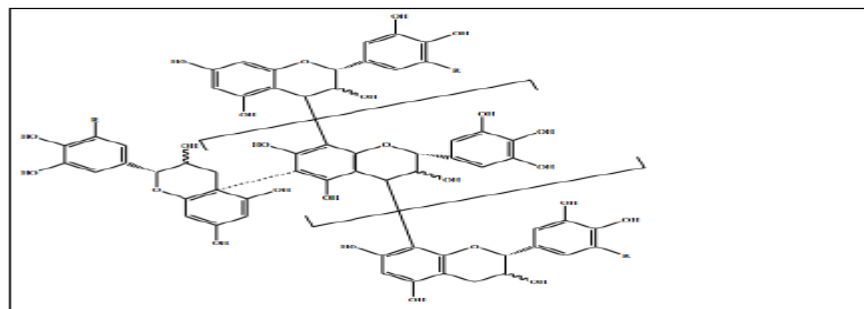


Figure (I.7): Exemple des tanins condensés. [42]

b. Lignines :

C'est l'un des polymères biosourcés les plus abondants sur Terre, représentant 15 à 40% de la matière sèche des arbres et 5 à 20% des tiges des plantes annuelles. C'est également le polymère aromatique naturel le plus abondant. [43] Sous les limites de la gravité, la lignine

semble notamment renforcer les parois cellulaires. [44] Le rôle des lignines dans l'évolution des plantes, formant une barrière mécanique, de goût désagréable, et réduisant la digestibilité des sucres dans la paroi, les lignines participent à la résistance des plantes aux microorganismes et aux herbivores, la lignification est une réponse courante à l'infection ou une blessure. [45]

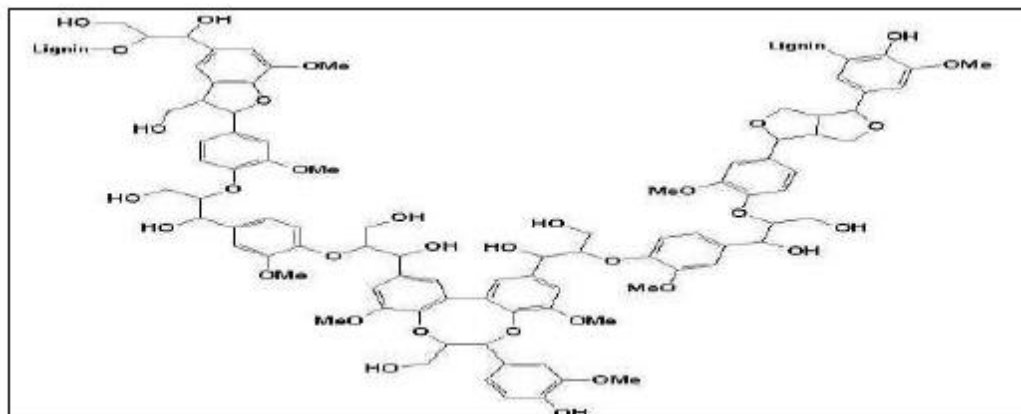


Figure (I.8): Structures chimiques de lignine. [46]

I.2.3.1.4.3. Coumarines, Stilbènes (les plus rares)

I.1.3.1.2 Coumarines C6-C3 :

a.1.Définition les coumarines:

Les coumarines tirent leur nom de «coumarou», nom vernaculaire de la fève tonka (*Dipterix odorata* Wild., Fabaceae), dont les fèves contiennent de 1 à 3% de coumarine, dont elle a été isolée en 1982 (Bruneton, 1993). Le squelette à base de coumarine est composé de deux anneaux réunis par neuf atomes de carbone [47]. Les coumarines constituent une classe importante de produits naturels, donnant une odeur caractéristique semblable à celle du foin fraîchement fauché. À l'exception des algues, ces composés sont les composants caractéristiques du règne végétal de la chlorophylle. Les familles les plus riches en coumarines sont: les Légumineuses, les Rutacées, les Apiécées et les Thymelacées. On les retrouve dans toutes les parties de la plante et en particulier dans les fruits et les huiles essentielles de graines. [48-..49]

a.2. Structure des coumarines:

Le squelette de la base de la coumarine se compose de deux types de cycles attachés (C6 -C3) avec neuf atomes de carbone. [50]

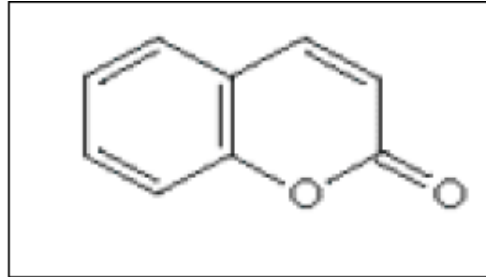


Figure (I.9): Structure chimique coumarine.

b. Stilbènes C6-C2-C6 :

Les stilbènes ont une structure C6-C2-C6, avec un anneau en A portant deux des fonctions hydroxyle en position méta et un cycle B portant des fonctions méthoxyhydroxyle en méta, ortho et para (figure n° 10). Les deux noyaux aromatiques sont connectés par une double liaison, formant un système conjugué. Cette caractéristique lui confère une grande réactivité du fait de la délocalisation des électrons π sur toute la molécule. Les stilbènes se trouvent en petites quantités dans l'alimentation humaine [51].

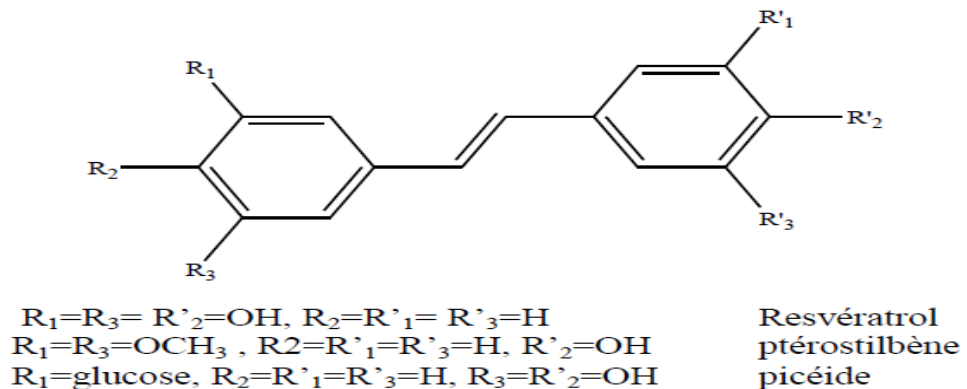


Figure (I.10): Quelques exemples des structures chimiques des stilbènes.

I.2.3.1.5. Intérêts thérapeutiques des polyphénols

La principale caractéristique des polyphénols est qu'ils sont des antioxydants très puissants. [52-53]. C'est parce qu'ils sont capables de piéger les radicaux libres et d'activer d'autres antioxydants présents dans le corps. Ce principe a été utilisé dans la fabrication de nombreux médicaments, tels que le produit à base de domine Daflon. Cette même activité

antioxydant permet aux polyphénols de réguler les radicaux bons-mauvais (qui peuvent être les deux), comme l'oxyde nitrique qui favorise une bonne circulation sanguine, coordonne l'activité du système immunitaire avec celle du cerveau et module la communication entre les cellules. dernier [54]. En raison de ces vertus, les composés phénoliques sont largement utilisés dans les domaines thérapeutiques et pharmaceutiques. Parmi les nombreux bénéfices que les polyphénols offrent à la santé, on peut citer les suivants:

I.2.3.1.5 Activité anticancéreuse:

Les substances polyphénoliques sont capables d'activer les mécanismes de défense naturels du cancer. En effet, les premiers stades de la phase d'initiation du cancer peuvent être bloqués par la capacité des tissus cibles à intercepter et à métaboliser les mutagènes. Ceux qui sont impliqués, comme les hépatocytes, synthétisent des enzymes dites de phase I (en particulier les mono oxygénases, comme les cytochromes) qui peuvent oxyder des substances mutagènes hydrophobes dans des produits constituant le substrat des enzymes de phase II (glucoronyl transférase, sulfo transférase, etc.). Ces derniers transforment leurs substrats en espèces hydrolysables facilement excrétées par les cellules. Les enzymes de phase I et II agissent également dans la muqueuse intestinale. Ils sont synthétisés par l'action des substances polyphénoliques présentes dans les plantes, ainsi que par l'action des isothiocyanates (dérivés glucosinolates).[5 5]

I.2.3.1.5.2 Prévention contre les maladies cardiovasculaires :

La consommation de polyphénols favorise la protection contre les dommages cardiaques et vasculaires [56]. Dans les artères, ces molécules empêchent l'oxydation des lipoprotéines de basse densité, empêchant ainsi l'athérosclérose (épaississement des artères qui contribue à réduire le flux sanguin et peut conduire à l'asphyxie des tissus irrigués). [57]

Les polyphénols inhibent également l'agrégation plaquettaire impliquée dans le phénomène de thrombose, qui induit une occlusion artérielle. Ainsi, en prévenant l'artériosclérose et le risque de thrombose, ces composés limitent le risque d'infarctus du myocarde. [58]

I. 2.3.1.5.3 Prévention contre les maladies hormono-dépendantes :

L'exemple le plus important est la prévention contre l'ostéoporose. Cela module la réponse aux œstrogènes endogènes. Certains polyphénols, et plus particulièrement les isoflavones de soja, présentent une affinité remarquable pour les récepteurs des œstrogènes et sont donc qualifiés de phytoestrogènes.

Les fruits et légumes qui contiennent également des polyphénols, tels que la quercétine d'oignon ou le kaempférol de chicorée, ont également des propriétés de type œstrogène qui empêchent la perte osseuse dans la rate ovariectomisée. Mais des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces effets chez l'homme. [59]

De plus, les effets bénéfiques des polyphénols (lignanes en particulier) sur la prévention des tumeurs hormono-dépendantes ont été largement documentés ces dernières années par des études épidémiologiques qui identifient une relation entre la présence de lignanes dans la ration alimentaire et le taux d'incidence des certaines tumeurs. [60]

I.2.3.1.5.4 Action gastro-protectrice des polyphénols:

Les polyphénols, principalement les flavonoïdes et les acides phénoliques tels que l'acide caféique, l'acide gallique et l'acide équivalent; sont capables de réduire la surface des lésions gastriques produites par l'andométacine chez les souris femelles. L'acutissimine B et la phillyraéoidine A isolées et purifiées à partir de *Quercus suber* et *Quercus coccifera* ont également confirmé l'action gastroprotectrice attribuée aux polyphénols. De même, ces derniers présentent une activité antibactérienne très importante contre *Helicobacter pylori*, responsable des ulcères d'estomac et duodénaux. [61-62]

I.2.3.2 Les stéroïdes (appelés aussi terpènes) :

Les terpènes forment un groupe largement représenté de produits naturels d'un intérêt chimique considérable, très divers. Ils constituent le principe odoriférant des plantes. Cette odeur est due à la libération de molécules hautement volatiles contenant 10,15,20 atomes de carbone. Extraites, ces molécules sont utilisées comme condiment (clou de girofle) ou comme parfum (rose, lavande). Ils ont un caractère commun, formé par des unités isoprène (C₅H₈). Ils sont formés par l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta-carbonées ramifiées dérivées du 2-méthyl butadiène, appelées unités isoprène (C₅H₈) n. Ces squelettes peuvent être

disposés en ligne ou former des anneaux. Une classification rationnelle, basée sur le nombre qu'elles contiennent, est donc possible [63-64] tableau n°2

Monoterpènes	C10
Sesquiterpènes	C15
Diterpènes	C20
Sesterpènes	C25
Triterpènes et Stéroïdes	C30
Tetraterpènes	C40
Polyterpènes	(C10)_n avec n>8

Tableau (I.2):: Classification des triterpènes. [63-64]

I.2.3.2.2.. Structure chimique des terpènes :

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, à la fois cycliques et à chaîne ouverte: leur formule brute est $(C_5H_x)_n$, qui ax est variable selon le degré d'implantation de la molécule et ne peut prendre de valeurs (1-8) que dans les polyterpènes qui peuvent atteindre plus de 100 (caoutchouc). La molécule de base est l'isoprène de formule C_5H_8 . Le terme terpénoïde fait référence à un ensemble de substances ayant le squelette terpénique avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc.). [65-66]

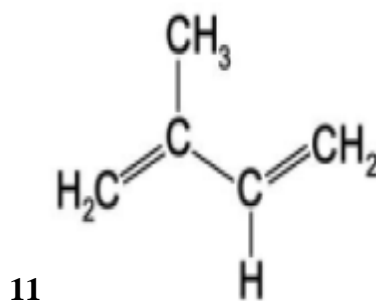


Figure (I.11): Structure de l'unité isoprène.

I.2.3.2.3 Biosynthèse des terpènes :

Les terpènes sont des métabolites secondaires synthétisés par les plantes, les organismes marins, les champignons et même les animaux, dérivés de la chaîne de plusieurs unités isoprène [67]. L'isopenteyl-difosphate (IPP) et le diméthylallyldiphosphate (DMAPP), équivalents biologiques de l'isoprène, sont les précurseurs communs de tous les isoprénoïdes et peuvent être isomérisés grâce à une enzyme, l'IPP isomérase [68] dans les plantes

supérieures, les isoprénoides sont synthétisés. les voies biochimiques, la voie du mévalonate et la voie du désoxyxylulose-5-phosphate.[69]

I.2.3.2.3.1. Voie de mévalonate :

Fabriqué dans le cytosol et le réticulum endoplasmique, le plus ancien connu, il utilise l'acétyl-CoA comme point de départ, ainsi que la biosynthèse des acides gras. [69]

I. 2.3.2.3.2.Voie desoxyxylulose-5- phosphate :

La voie de la desoxyxylulose-5-phosphate (DXP) qui a été découverte dans les organismes procaryotes, puis généralisée selon les dernières recherches aux chloroplastes végétaux supérieurs donne naissance à des précurseurs d'isoprène, des monoterpènes, des diterpènes et des tétraterpènes et ceci à partir des produits issus directement de la photosynthèse; pyruvate et glycéraldéhyde 3-phosphate. [70]

I.2.3.2.4. Classification :

En fonction du nombre d'unités isoprène qui les composent, on peut distinguer: les terpènes ou monoterpènes C₁₀, les sesquiterpènes C₁₅, les diterpènes C₂₀, les triterpènes C₃₀ et les tétraterpènes C₄₀. [71]

I.2.3.2.4.1. Les monoterpènes :

Les monoterpènes sont les composants les plus simples des terpènes, dont la plupart se trouvent dans les huiles essentielles (90% des huiles essentielles sont des monoterpènes) [72]. Ils contiennent dix (10) atomes de carbone et résultent de la condensation de deux motifs isoprène, selon le mode de couplage "tête-queue". Plus de 900 monoterpènes connus se retrouvent principalement dans 3 catégories structurelles: les monoterpènes linéaires (acyclique), les monoterpènes à un seul cycle (monocycliques) et ceux à deux cycles (bicyclique) et tricyclique. [73-74]

I.2.3.2.4.2. Sesquiterpènes :

Les sesquiterpènes sont des molécules à 15 atomes de carbone composées de trois unités isoprène et dérivées du farnésyldiphosphate (FPP); [75]. Il s'agit de la classe la plus diversifiée de terpènes, contenant plus de 3000 molécules telles que: β -caryophyllène, β -bisabolène, α -humulène, α -bisabolol, farnésol.

I.2.3.2.4.3..Diterpènes :

Les diterpènes sont composés de quatre unités isoprène (C₂₀H₃₂), [76] comprenant des gibbérellines, des phytohormones développementales impliquées dans des processus cellulaires fondamentaux tels que la germination.[77]

I.2.3.2.4.4. Triterpénoïdes et stéroïdes :

Les triterpènes sont des composés en C₃₀ résultant de la cyclisation de l'époxyalcène ou du scalène. [78] Les stéroïdes sont dérivés de triterpènes tétracycliques et ont un squelette phénanthrénique cyclopentapérihydro. De nombreux stérols se présentent comme des glycosides caractérisés par des saponines stéroïdiennes. [79]

I.2.3.2.4.5.Tetraterpènes :

Les Tetraterpènes contiennent une longue chaîne de 40 atomes de carbones, à doubles liaisons conjuguées de configuration « trans » dont les extrémités sont des chaînes ouvertes ou des cycles. Les tétraterpènes les mieux connus sont les caroténoïdes. Ces derniers représentent un large groupe de pigments naturels de couleurs jaune, orange et rouge. [79]

I.2.3.3. Les alcaloïdes :**I.2.3.3.1. Définition Les alcaloïdes :**

En général, ces composés ont au moins un atome d'azote hétérocyclique. Actuellement, la structure chimique d'environ 16 000 alcaloïdes est connue. Environ 20% des espèces végétales produisent des alcaloïdes. Ils sont de nature basique, ont généralement de forts effets physiologiques. La plupart d'entre eux sont des poisons végétaux très actifs, dotés d'une action spécifique. La médecine les utilise plus souvent à l'état pur et leur vraie valeur n'est affirmée que dans les mains du médecin car ils entrent dans la composition de nombreux médicaments en tant qu'ingrédient actif. La plupart d'entre eux sont utilisés par les plantes dans leur système de défense contre les herbivores et les agents pathogènes car ces composés sont toxiques [80]. La plupart d'entre eux dans leur système de défense contre les herbivores et les agents pathogènes car ces composés sont toxiques. [80]

I.2.3.3.2. Fonctions et propriétés :

Les alcaloïdes sont des molécules très intéressantes au point de vue biologique car certaines sont le principe actif de plusieurs extraits de plantes anciennement utilisés comme

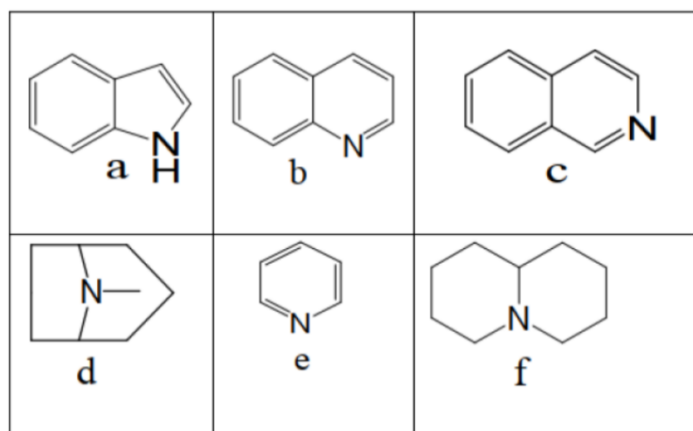
médicaments, comme poisons ou encore comme psychotropes [81]. Insolubles ou fort peu solubles dans l'eau; ils sont solubles dans l'alcool plus à chaud qu'à froid, l'éther, les acides et dans l'ammoniaque. [82]

I.2.3.3.3. Classification :

Selon leur composition chimique et surtout leur structure moléculaire, les alcaloïdes peuvent être divisés en plusieurs groupes :

- des phénylalanines : capsaïcine du piment, colchicine du colchique.
- des alcaloïdes isoquinoléiques : morphine, éthylmorphine, codéine et papavérine contenues dans l'opium du pavot; et des alcaloïdes indoliques: ergométrine, ergotamine, ergotoxine de l'ergot des céréales. [83]
- des alcaloïdes quinoléiques : tige feuillée de la rue commune.
- des alcaloïdes pyridiques et pipéridiques : ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec, conine (poison violent) de la ciguë.
- des alcaloïdes dérivés du tropane : scopolamine et atropine de la belladone.
- des alcaloïdes stéroïdes : racine de vétrate, douce-amère ou aconite (aconitine) par exemple. [83]

Les principaux cycles azotés des alcaloïdes sont de type (figure n°12): Indole (a), Quinoline (b), Isoquinoline (c), Tropane (d), Pyridine (e), quinolizidine (f), la morphine (g) et solanidine (h) (stéroïde). [84]



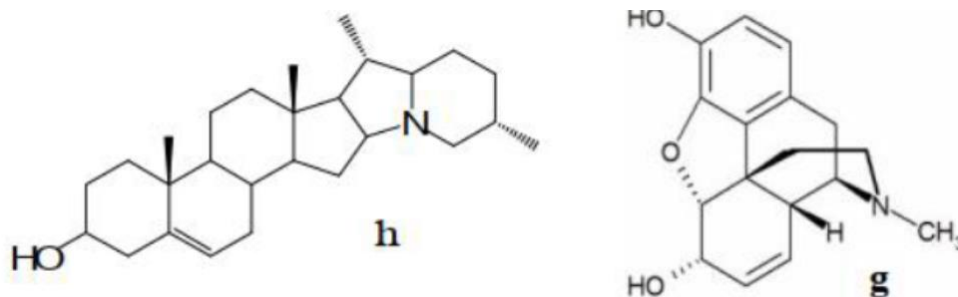


Figure (I.12): Les principaux cycles azotés des alcaloïdes. [83]

I.2.3.3.4. Les radicaux libres

Un radical libre est un atome ou une molécule qui porte sur sa couche électronique périphérique un ou plusieurs électrons non appariés, c'est-à-dire non couplés à un électron de spin opposé. Il en résulte une réactivité chimique très élevée avec les éléments proches [85.86] Les espèces radicales sont électrophiles et cherchent à extraire un électron d'une molécule voisine pour coupler son unique électron. Cet état n'est donc que transitoire, de l'ordre de la microseconde [87], car le radical va accepter un autre électron, ou transférer les électrons libres vers une autre molécule (lipides, protéines, acide nucléique) pour former son état unique. Électron (s) et ainsi obtenir un état plus stable [88] Il s'agit donc d'une réaction intermédiaire. Cela conduira à une réaction en chaîne qui produira de nouveaux radicaux libres car la molécule attaquée par le radical libre devient son radical libre.

Les radicaux libres sont essentiels à la vie car ils participent à de nombreuses fonctions physiologiques lors de la croissance ou de la défense de l'organisme. En effet, ils participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les pathogènes, à l'apoptose des cellules tumorales, au cycle cellulaire, au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire. , fécondation des ovules, régulation génique. [89]

Le corps le produit en continu

I.3. Les antioxydants:

La production de radicaux libres est contrebalancée par des systèmes antioxydants assurer le maintien de l'état biologique. Cependant, de nombreuses situations peuvent conduire à l'apparition de ces espèces chimiques en excès. Les agents antiradicaux

sont des piègeurs de radicaux qui agissent avec eux plus rapidement que le substrat pour protéger ou interrompre les chaînes de réaction radicalaire. [90]

I.3.1. Définition d'un antioxydant :

Le terme antioxydant fait référence à une substance qui, lorsqu'elle est ajoutée à faibles doses à une substance, il est capable d'empêcher l'action de l'oxygène, si la réaction a lieu spontanément dans l'air. Il interfère avec le processus normal d'oxydation en augmentant le temps après lequel cette oxydation produira des odeurs indésirables et une détérioration détectable[91]

I.3.2. Classification des antioxydants :

I.3.2.1. Les antioxydants synthétiques:

Dans l'industrie alimentaire, antioxydants synthétiques, cumebutylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT), gallate de propyle (PG) et la tétrabutylhydroquinone (TBHQ), sont largement utilisées car elles sont efficaces et moins chères que les antioxydants naturels. Cependant, leur sécurité est très discutée car elles génèrent un besoin de recherche comme substitut basé sur des sources naturelles telles que les antioxydants dans les aliments[92]

- Le Butylhydroxyanisole (BHA) :

C'est un produit qui n'existe pas dans la nature mais qui est synthétisé par la méthode de butéthylation du paraméthoxyphénol.

BHA ayant deux formules (Figure n° 13), parmi les caractéristiques importantes de ces produits est la capacité de résister à une chaleur uniforme, par exemple le cas de la friture, c'est pour cette raison, certains pays autorisent son addition avec une concentration qui ne dépasse pas 200 ppm. [93]

- Le Butylhydroxytoluène (BHT) :

Ce produit n'existe pas dans la nature, il est fabriqué pour ses utilisations dans les produits pétroliers tels que les élastiques et également pour son utilisation dans les produits alimentaires. Le BHT est un produit blanc pur (figure n° 13), il se présente sous la forme d'un matériau cristallin qui n'a pas d'odeur, ne se dissout pas dans l'eau, se dissout dans d'autres solvants organiques.[94]

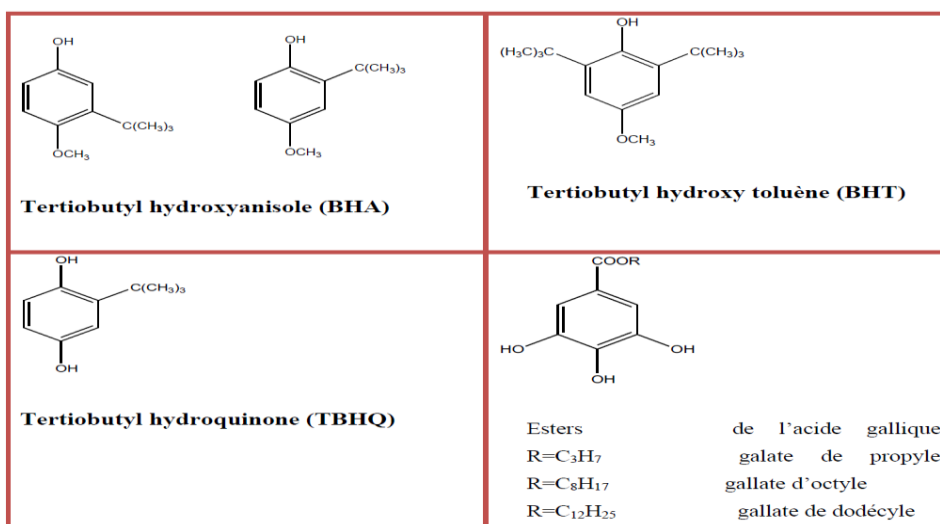


Figure (I.13) :Quelques antioxydants de synthèse

I.3.2.2. Les antioxydants naturels:

L'utilisation empirique d'antioxydants naturels est une pratique très ancienne. La recherche de nouveaux antioxydants naturels, reconnaît depuis ces dernières années une très grande importance, car les antioxydants synthétiques actuellement utilisés, notamment le BHT et le BHA ne seraient pas dépourvus de toxicité. Les multiples atouts santé des fruits et légumes sont liés à leur faible teneur calorifique, à leur richesse en fibres, minéraux, vitamines et autres micronutriments. Certains de ces micronutriments, apparaissent de plus en plus clairement comme essentiels en participant à la protection de notre organisme contre les cancers, les maladies cardio-vasculaires et les autres maladies dégénératives. C'est le cas des antioxydants dont les fruits et légumes constituent l'une des principales sources alimentaires. L'homme ingère avec ses aliments environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que de vitamine C, c'est 100 fois plus que caroténoïdes ou vitamine E et l'on estime que les fruits et légumes contribuent pour la moitié à ces apports [95].

A) Les vitamines:

- **la vitamine C ou l'acide ascorbique**

L'acide L-ascorbique de formule C₆H₈O₆ présente deux carbones asymétriques, une fonction lactone, deux fonctions alcool puis une fonction ène-diol (HO – C = C = OH). C'est cette dernière fonction qui est responsable de son activité biologique par ses propriétés réductrices. Après oxydation, l'acide ascorbique devient l'acide déhydroascorbique. C'est l'anion ascorbate qui est prédominant au pH physiologique.

est présenté sous forme de cristaux blancs. Les apports en vitamine C se font principalement par les fruits frais (kiwi, agrumes) et par certains légumes comme les tomates, poivrons, brocolis. [96] C'est une vitamine très fragile qui peut facilement être dégradée lors des modes de cuisson par exemple. [97]

- **La vitamine E ou tocophérol**

La peroxydation des membranes lipidiques est inhibée in vivo par capture radicalxperoxyde. [98]

a) Les éléments minéraux :

De nombreux éléments minéraux ont été signalés dans les baies et les graines d'argousier, où au moins vingt-quatre sont présents dans le jus sous forme d'azote, phosphore, aluminium, calcium, fer, bore, manganèse

b) Le Fer

C'est un antioxydant puissant qui joue un rôle protecteur important dans les systèmes cardiaques et il est essentiel pour le cerveau. Il agit également sur le foie, les muscles et même pour produire du sperme. Cet élément suit votre allié contre le stress, le cancer, les maladies cardiaques et il stimule le système immunitaire et protège les yeux de la cataracte. Il prévient le vieillissement normal du corps et neutralise les toxines et les radicaux libres.

c) Le zinc

C'est un minéral qui joue un rôle important pour le système immunitaire, le système nerveux, sexualité, état général, naissance. Aliments riches en zinc: Foie, soja, crustacés, crustacés, viande, germe de blé, pains entiers, jaunes d'œufs, amandes, noix, noisettes [99]

Chapitre II

Présentation botanique

Chapitre II

Présentation botanique

II. La famille des Apiacées :

II.1. Généralités

La famille des Apiacées (Apiacées), anciennement appelée ombellifères (ombellifères), est une famille de plantes dicotylédones. Selon Watson et Daltzz, il comprend environ 3000 espèces réparties en 420 espèces et se trouve principalement dans les régions moyennes du monde. Il s'agit d'informations relativement insuffisantes, qui sont spécifiquement attribuées à ce type particulier d'urgence . D'une grande importance économique seulement, les carottes fournissent des épices populaires, d'autres sont toxiques comme la pruche. [100]

II.2 Genre *Ridolfia*

Ridolfia est une famille de plantes de la famille des Apiacées.[10 1]

II.3. Présentation botanique

Ridolfia segetum appartient à la famille des Apiacées. Le monde est riche en huiles essentielles et contient plus de 3000 espèces, dont 45 espèces Catégorie présentée en Algérie. L'identification botanique est établie au stade de la floraison de la plante.[10 2]

II.3.1. Systématique

Embranchement	Spermaphyte (phanérogame)
Sous embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédone
Sous classe	Dialypétale (à pétales séparés)
Ordre	Apiale (ombellale)
Famille	Apiacée (Ombellifère)
Genre	<i>Ridolfia</i>
Espèce	<i>Segetum</i>

Tableau (II.1): Classification et systématique de *Ridolfia segetum*. [10 3]

II.3.2. Description botanique:

Ridolfia Segetum est une plante annuelle à tige dressée de 30- 80 cm. Ses feuilles sont Tripennatiséquées à division filiforme. Ses ombelles à nombreux rayons Sont très inégaux. Elle se caractérise par l'absence d'involucre et d'involucelle. Ses fleurs sont de couleur jaune; ses fruits oblongs de 2mm sont brunâtres et presque lisses. Cette plante se trouve à travers toute l'Algérie. [104]



Figure (II.1): *Ridolfia segetum*

Ses fruits gris brun, petits de longueur inférieure à 1 mm, sont des diakène côtelés de forme ovoïde. Ses graines petites, ovales, striées, courbes et gris-vert ressemblent aux graines du carvie du cumin. [105]



Figure (II.2): Graines de *Ridolfia segetum*

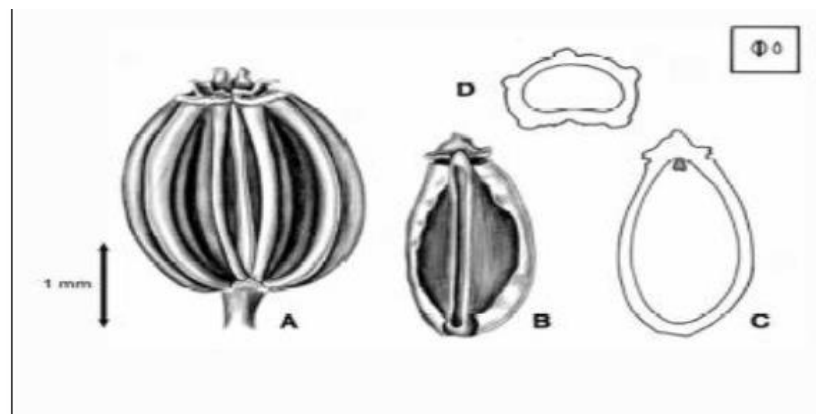


Figure (II.3): Structure des graines de *Ridolfia segetum*

II.3.3. Présentation géographique:

La plante *Ridolfia Segetum* est une plante spontanée qui pousse en région méditerranéenne dans les champs et les lieux vagues. [106]

II.3.4 Présentation de la région d'étude:

L'usine *Ridolfia Segetum*, étudiée par la Commission Buccaneer, est originaire de la région de Boukais (50 km au nord-ouest de Bichar) (Fig. II.4). Acheté par un botaniste à Bichar. [107]



Figure (II.4): Localisation de la région d'étude

II.3.5 Répartition géographique:

La plante *Ridolfia Segetum* est une plante spontanée qui pousse dans la région Méditerranée dans les champs et les lieux obscurs. [108]

II.3.6. Synonymes végétaux:

La plante *Ridolfia Segetum* a plusieurs noms, qui sont: "maïs", "faux fenouil", récolte de roses rouges, récolte d'aneth ou "faux cumin", faux curry, faux fenouil, Moutar, Beubsa. Son nom populaire est Karwiya el amya ou aoura. [109]

I.3.7. Utilisation:

Les graines de *Ridolfia Segetum* ont une forte odeur. Ils sont utilisés comme romates dans l'industrie du décapage, ainsi qu'à des fins médicinales dans les pays méditerranéens. Aide à contrôler les menstruations des femmes et à augmenter le débit de lait. Il prévient également la pourriture, les gaz, les infections respiratoires ... et la toux [110]

Deuxième Partie

Partie Pratique

Chapitre III

Matériel et Méthodes

Chapitre III

Matériel et Méthodes

III .1. Matériels :

III.1.1.Matériels du laboratoire :

Nos travaux de recherche ont été réalisés dans le laboratoire de l'Université de Ghardaïa
La saison universitaire 2020/2021

a) Appareillage:

Appareillage

Spectrophotomètre

Rotavapor de type Heidolph

Plaque chauffante

Agitateur

Balance de précision

Papier filtre

Entonnoir

Verrerie : béchers, pipettes, ballons, éprouvettes graduées, tubes à essais,
pipete et micro pipete.

b) les logiciels

les logiciels

Logiciel Microsoft office Excel 2007, pour le calcul des concentrations à partir
des courbes d'étalonnage et pour la présentation des résultats.

c) Réactifs chimiques**Produits****Ethanol 95% (CH₃-CH₂-OH)****DPPH (C₁₈-H₁₂-N₅-O₆)****Extrait éther de pétrole****Extrait dichlorométhane****Extrait l'acétate d'éthyle****Extrait n-butanol****Eau Ultra pure (Bi distillé)****III.1.2 Matériel végétal :**

Les graines de la plante *Ridolfia segetum* ont été acquises au cours du mois de janvier 2021 dans la ville de Béchar au nord-ouest de l'Algérie. Le séchage de cette plante a été fait dans un endroit sec à l'abri de la lumière directe du soleil pendant environ 48 heures, broyage, gardant la plante au sec dans une bouteille en verre.



Figure (III.1) : Graines sèches de *Ridolfia segetum*

III .2. Méthodes :

III.2.1. L'extraction des principes actifs :

Les principes actifs d'une plante sont des agents chimiques capables d'une activité. La présence de ces composants souvent en quantité extrêmement faible dans la plante impose des séparations, généralement, délicates. La décoction, l'infusion et la macération sont les méthodes de séparation les très utilisées pour l'extraction globale des principes actifs et qui sont suivies par des série de séparation chromatographique pour atteindre une matière pure d'un principe actifs. [111]

Dans notre étude, nous avons utilisé la méthode d'extraction par macération. L'extraction est réalisée en laissant la plante reposer dans différents solvants de polarité différente pendant plusieurs heures. Pour extraire certains principes actifs de la plante *Ridolfia segetum*.

III .2.2.1. Préparation des extraits :

III.2.2.1.1. Préparation de l'extrait brut :

Dans un bécher de 700 ml, 100 g de la plante *Ridolfia segetum*, sont ajoutés, mis en contact avec 300 ml éthanol et laissé tremper pendant 24 heures à température ambiante, puis la filtration est effectuée sur papier. Nous conservons le filtrat et réutilisons la plante pour la 2ème fois avec un autre solvant.

La plante est ajoutée, appliquée avec un mélange éthanol / eau (7/3) (v / v) et laissée à tremper pendant 24 heures à température ambiante. Cette opération est répétée trois fois avec le renouvellement du solvant. Après filtration est effectuée sur papier filtre et le solvant est récupéré du filtrat par évaporation dans un évaporateur rotatif de type Heidolph à une température de 60 ° C. L'extrait aqueux concentré obtenu est dilué avec de l'eau distillée chaude à raison de 60 ml(1kg de matière 400-500ml eau distillé) . est laissé pendant 24 heures.

Après filtration, l'extrait aqueux dilué a été conservé à température ambiante jusqu'à son utilisation.



Figure (III.2) : Montage de séparation liquide-liquide

Le processus d'extraction est résumé par l'organigramme

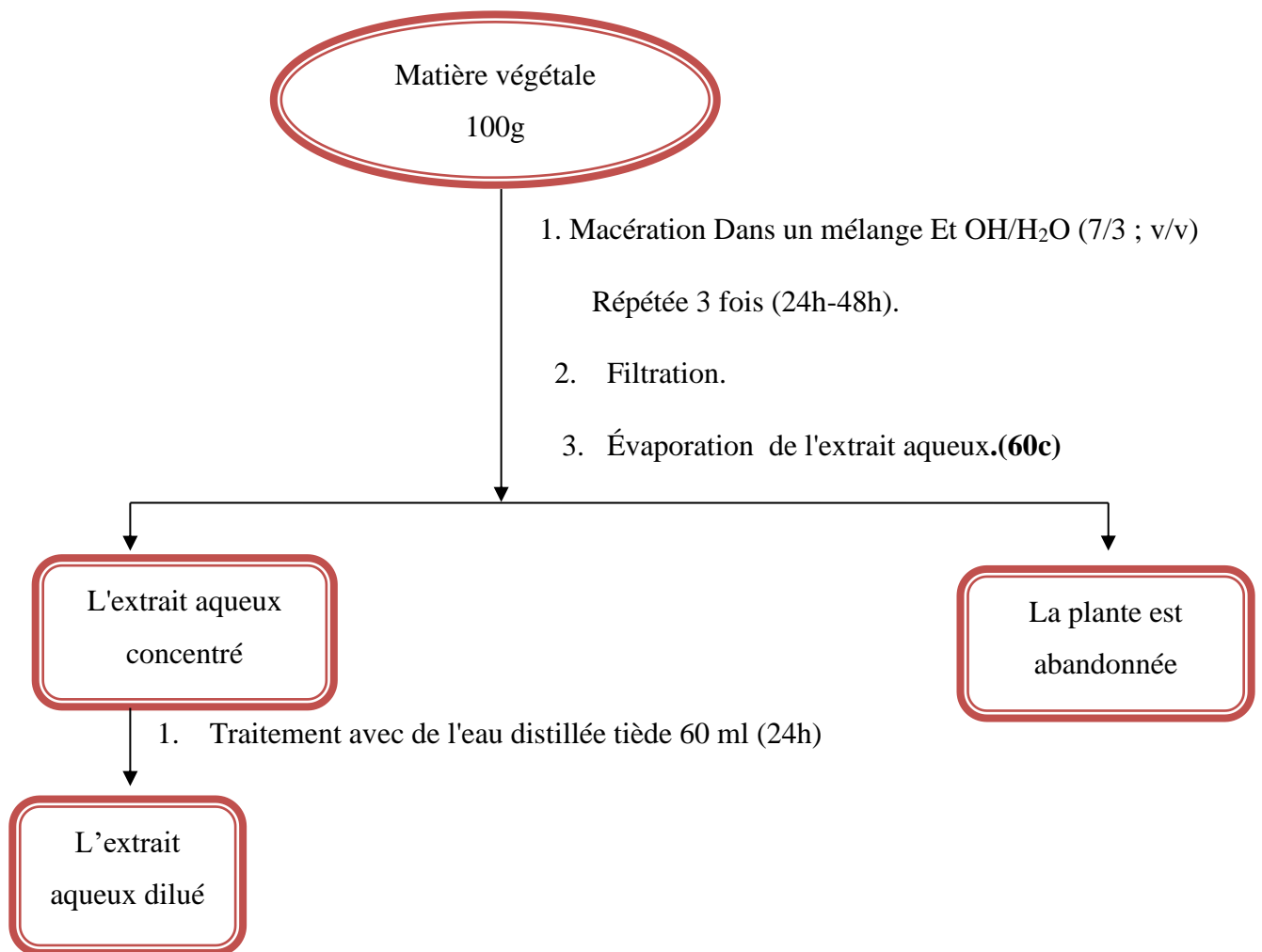


Figure (III.3) : Récapitulatifs de l'extraction des parties aériennes de *Ridolfia segetum*.

III.2.2.1.2. Préparation des extraits spécifiques

La phase aqueuse précédemment obtenue (extraction aqueuse diluée) subit une série extraction liquide-liquide (soudage) à l'aide de solvants non miscibles à l'eau et de polarité croissante, à commencer par l'éther de pétrole qui extrait les produits apolaires, le dichlorométhane qui extrait les produits un peu polaire, puis l'acétate d'éthyle qui extrait les produits moyennement polaires et enfin le n-butanol qui pénètre dans les composés très polaires et le reste extrait l'eau. Les phases organiques ont été séchées sur sulfate de sodium anhydre pour éliminer toute trace d'eau, puis filtrées et enfin concentrées à sec par évaporation sur un Rotavapor de type Heidolph et pesées



Figure (III.4) : Montage de séparation liquide-liquide

Le processus d'extraction est résumé par l'organigramme suivant :

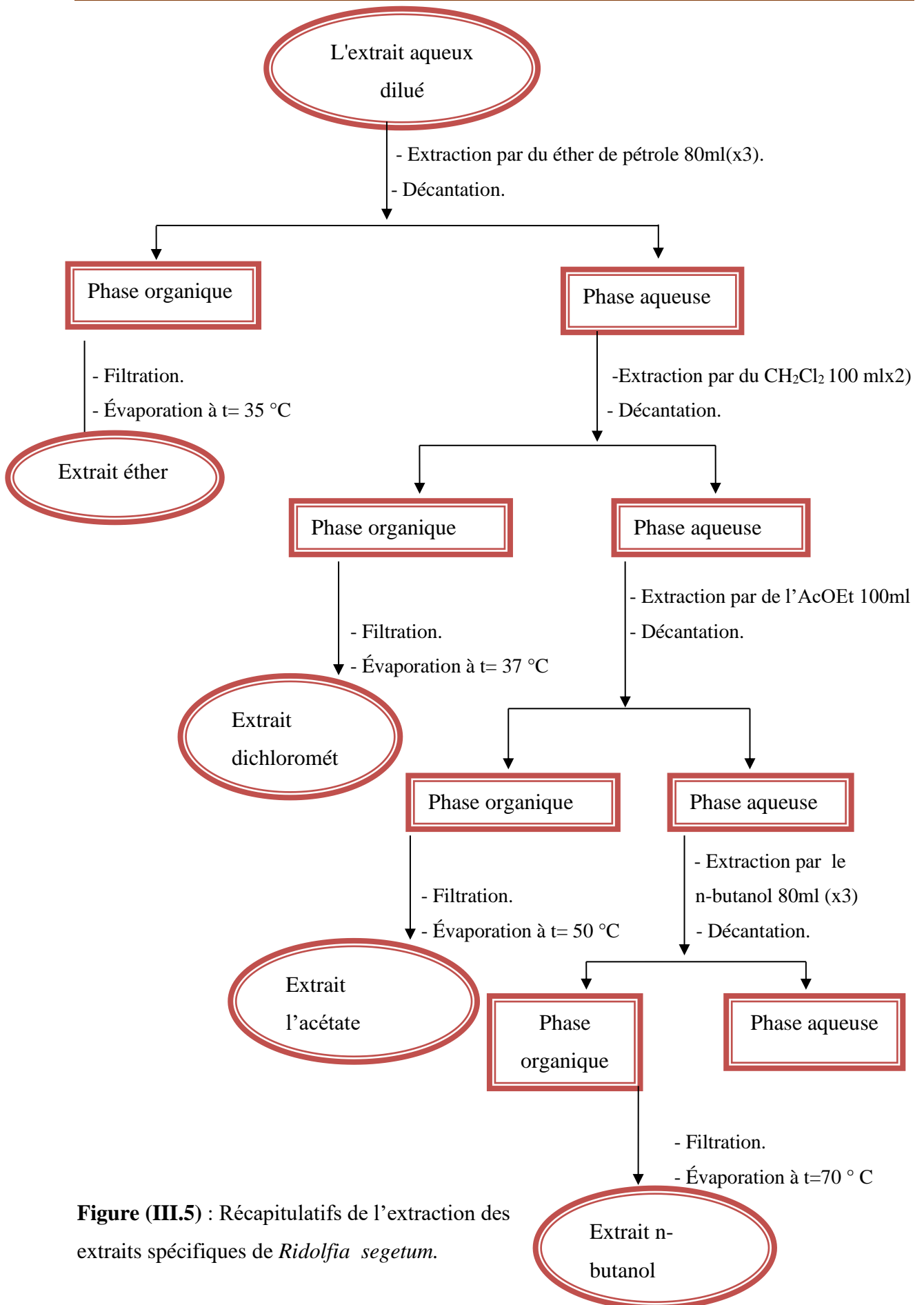


Figure (III.5) : Récapitulatifs de l'extraction des extraits spécifiques de *Ridolfia segetum*.

➤ **Calcul du rendement :**

Le rendement désigne le rapport entre la masse de l'extrait après évaporation du solvant et la masse initiale sèche de la plante.

Exprimé en pourcentage, le rendement des extraits a été calculé par la formule suivante:

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{M}_{\text{ext}} - \text{M}_{\text{vid}} / \text{M}_{\text{int}}) \times 100$$

M_{ext} : Masse en gramme du ballon après évaporation.

M_{vid} : Masse en gramme du ballon avant évaporation (ballon vide).

M_{int} : Masse en gramme de la plante sèche initiale.

III.2.3.1 Analyse biologique :

III.2.3.2.1 L'activité antioxydant :

L'activité antioxydant d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les composés phénoliques. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxy phénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydants sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et super oxydes ($\text{O}_2\cdot$). [112-115]

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer, in vitro et in vivo, l'activité antioxydant par piégeage de radicaux différents, comme les peroxydes $\text{ROO}\cdot$ par les méthodes ORAC (Oxygène Radical Absorbance Capacité) et TRAP (Total Radical-

Trapping Antioxydant Paramètre) [116] ; les ions ferriques par la méthode FRAP (Ferric ion Reducing Antioxydant Paramètre) [117] ; ou les radicaux $\text{ABTS}\cdot$ (sel d'ammonium de l'acide 2,2'- azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique) [118], ainsi que la méthode utilisant le radical libre $\text{DPPH}\cdot$ (diphényl - picrylhydrazyle). [119]

Dans notre travail, la méthode appliquée pour mesurer une activité antioxydant est

Celle du piégeage des radicaux libres à l'aide du $\text{DPPH}\cdot$.

III.2.3.2.1.1 Activité antioxydant (test DPPH) :

- **Définition :**

Le test DPPH• permet de mesurer le pouvoir anti radicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température ambiante). Il mesure la capacité d'un antioxydant (AH, composés phénoliques généralement) à réduire le radical chimique DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) par transfert d'un hydrogène.

Le DPPH•, initialement violet, se transforme en DPPH-H, jaune pâle. [120-125]

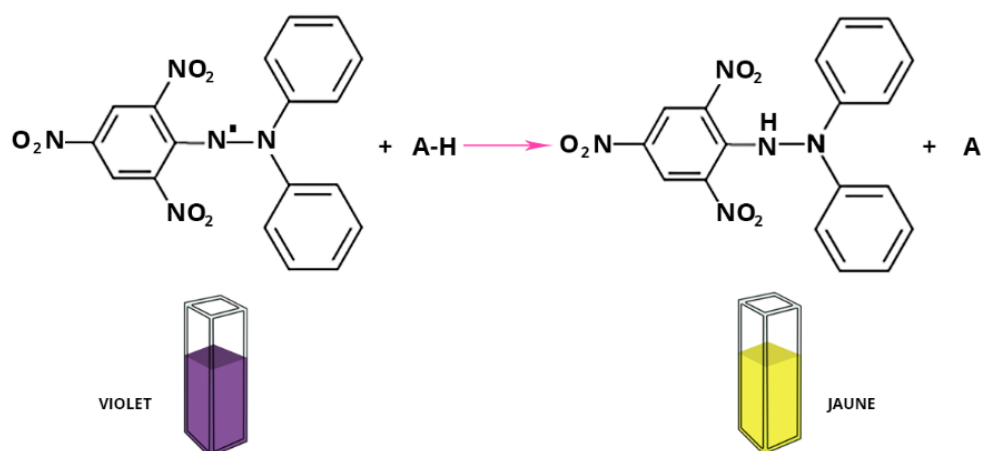


Figure (III.7) : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.

- **Principe :**

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le Radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (non radical) en acceptant un atome d'hydrogène. L'effet de chaque extrait sur le DPPH est mesuré par la procédure décrite par Sanchez-Moreno et al (1998). [126-127]

- **Protocole expérimental :**

L'activité antioxydant des extraits de *Ridolfia segetum* a été déterminée en utilisant et les radicaux 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH). Nous avons commencé par préparer la solution de DPPH pour obtenir la dissolution de 2 mg de la poudre dans 50 ml de méthanol, mélangés et maintenus dans l'obscurité à température ambiante pendant 2 heures. Les extraits ont été préparés en dissolvant le méthanol. Le test est réalisé en mélangeant 1 ml de la solution de DPPH précédente avec 1 ml d'extrait à tester à différentes concentrations. Après

une période d'incubation de 30 minutes à température ambiante, l'absorbance a été lue à 517 nm. L'antioxydant de référence ou témoin positif (acide ascorbique) a également été préparé par la même méthode avec les mêmes concentrations pour comparaison. [128]

Les résultats peuvent être exprimés en activités anti-radicalaires libres où l'inhibition

Radicaux libres en pourcentage (I%) selon la formule suivante :

$$I\% = [(A0 - A)/A0] \times 100$$

Avec :

I% : pourcentage d'inhibition.

A0: absorbance du contrôle.

A : absorbance de l'échantillon (d'extrait ou référence).

- **Des concentrations inhibitrices a %50 (IC₅₀) :**

La réactivité est estimée par la concentration effective CE₅₀ et appelée parfois

Notée IC₅₀ de l'antioxydant, qui correspond à une réduction de %50 de l'activité (de

L'absorbance) du DPPH• dans le milieu réactionnel. La capacité antioxydant d'un

Composé est d'autant plus élevée que son IC₅₀ est petite. L'indice IC₅₀ montre

Les concentrations de l'antioxydant qui sont nécessaires pour faire décroître la concentration initiale du DPPH• avec %50 (exprimée en mol Antioxydant/mol DPPH• ou mg Antioxydant/g DPPH•) (Sanchez-Moreno et al, 1999). [129]



Chapitre VI

Résultats et Discussion

Chapitre IV

Résultats et Discussion

IV.1. Rendement des extractions :

Les résultats de rendement d'extraits de matière végétale obtenus par macération avec différents solvants sont indiqués dans le tableau:

<i>Extraits</i>	<i>Rendement (%)</i>
n-butanol	38.7%
Éther de pétrole	2.98%
Dichlorométhane	8.72%
Acétate d'éthyle	1.85%

Tableau (IV .1) : Rendements des extraits obtenus par macération de plante *Ridolfia segetum*.

Nous constatons que l'extrait n-butanol donne le rendement le plus élevé (38.7%), puis suivi l'extrait dichlorométhane (8.72%) puis l'extrait éther de pétrole (2.98%) et enfin l'extrait acétate d'éthyle (1.85%).

IV.2 Analyse des principes actifs de l'espèce *Ridolfia segetum* :

IV.2.1 Analyse biologique :

IV.2.1.1 Activité antioxydant (test DPPH):

Activité anti-radicalaire est réalisée par la méthode du radical 2, 2-diphényl-1

Picrylhydrazyle (DPPH) qui est une méthode souvent utilisée pour sa simplicité.

Cette méthode est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron, elle forme la forme non radicalaire DPPH-H. L'inhibition de la décoloration radicalaire DPPH dépend de la concentration des différents extraits utilisés.

L'activité antioxydant des extraits est exprimée en CI50, définie comme Concentration efficace du substrat entraînant une perte de 50% de l'activité radicalaire DPPH.

Les résultats sont résumés dans les graphiques :

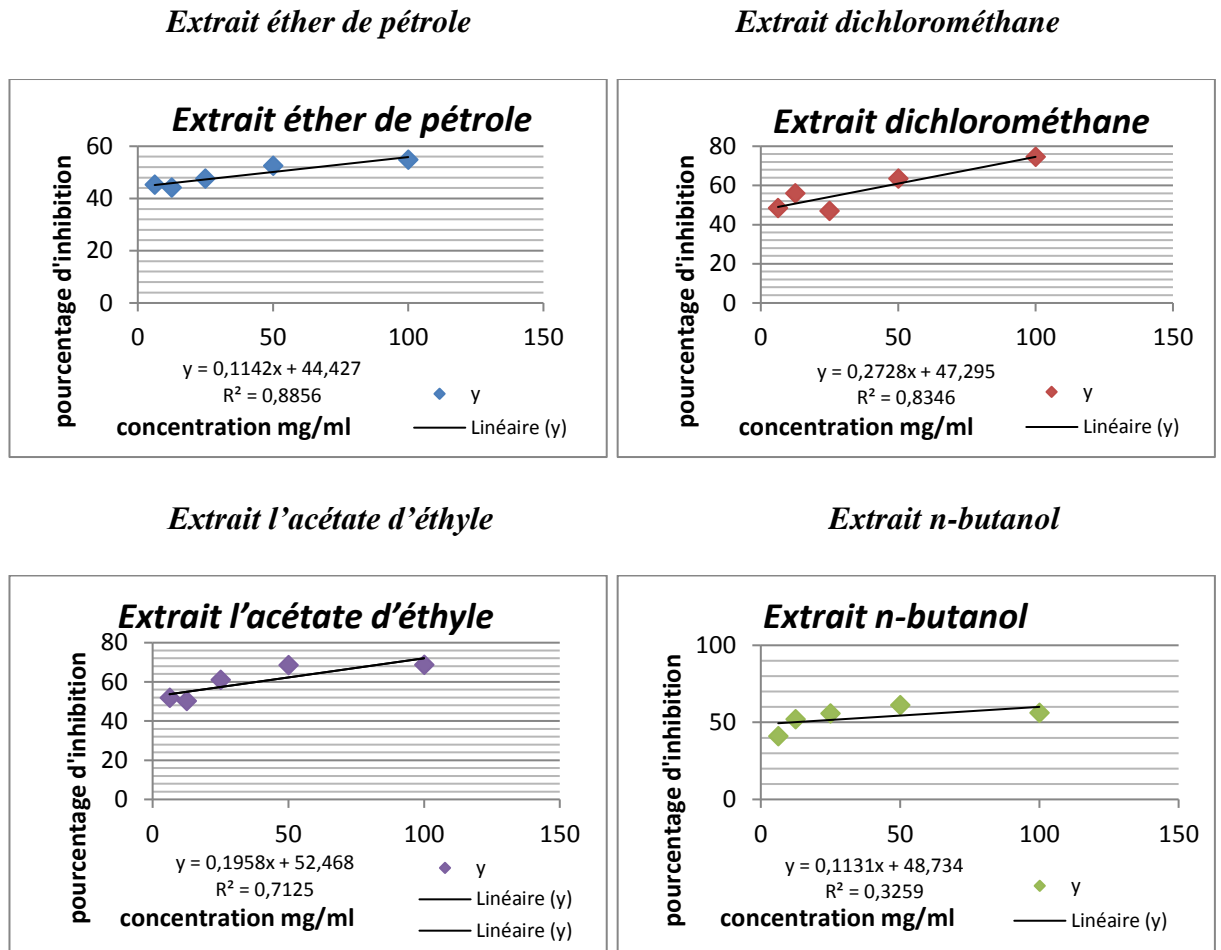


Figure (IV. 1): les graphiques de test DPPH des extraits de *Ridolfia segetum*.

Extraits	IC ₅₀ mg/ml
Extrait éther de pétrole	IC ₅₀ = (50-44.427)/0.1142= 48.80 mg/ml
<i>Extrait dichlorométhane</i>	IC ₅₀ = (50 – 47.295)/0.2728 =9.915 mg/ml
<i>Extrait l'acétate d'éthyle</i>	IC ₅₀ = (50 –52.468)/0.1958 = 12.60 mg/ml
<i>Extrait n-butanol</i>	IC ₅₀ = (50-48.734)/0.1131=11.19 mg/ml
<i>Acide ascorbique</i>	IC ₅₀ = 6-20 µg/ml

Tableau (IV.2): Valeurs des IC₅₀ du DPPH pour les extraits.

D'après les différentes concentrations des principes actifs des extraits qui contiennent dans les extraits on détermine IC₅₀ de chaque extrait, plus la valeur d'IC₅₀ est faible, plus l'efficacité de l'extrait est grande. Cette valeur est comparée à celle trouvée pour le composé de référence (on utilise l'acide ascorbique comme référence IC₅₀ =6-20 µg/ml)

Remarque :

On remarque que l'effet antioxydant de l'extrait dichlorométhane est le plus fort par rapport aux autres extraits.

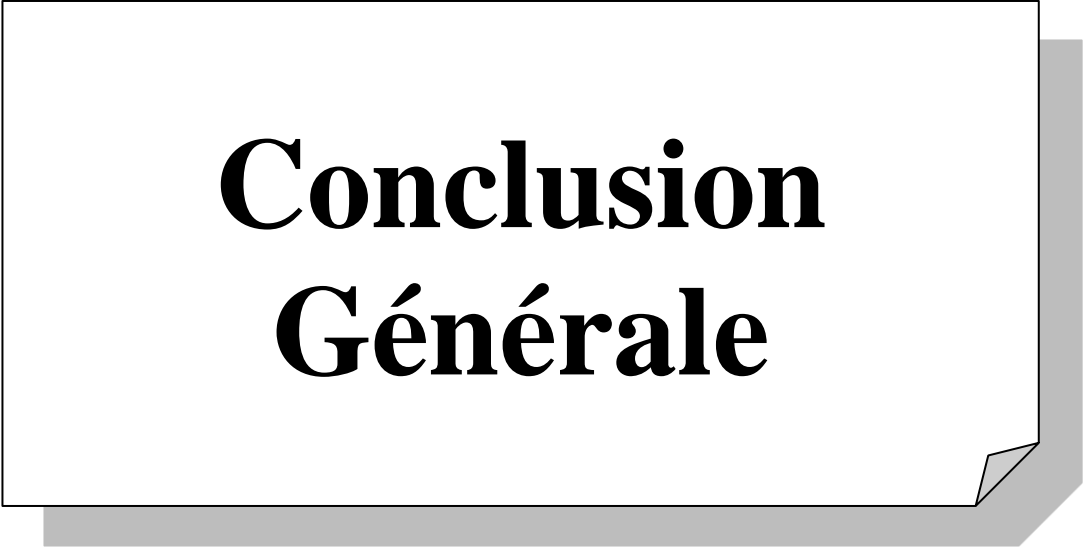
L'examen de tableau et des figures laisse constater que l'extrait l'acétate d'éthyle et l'extrait dichlorométhane et n-butanol ont des activités antioxydantes voisines. Ceci se traduit par la valeur de leurs IC₅₀ respectives (12.60 et 9.91 et 11.19 mg/ml).

L'extrait éther de pétrole (48.80mg/ml) est 4 fois plus faible que les trois extraits précédents.

En général, nos extraits ont une faible activité antioxydante en comparaison avec celle de l'acide ascorbique qui est un antioxydant puissant utilisé comme conservateur dans l'industrie alimentaire.

Le potentiel antibactérien de l'extrait étudié dépend de sa teneur en polyphénols et plus particulièrement en flavonoïdes et tanins. [130]

Ceci confirme que l'efficacité d'un extrait dépend plus de la qualité des principes actifs, qu'il en renferme, que leur quantité elle-même. [131]



Conclusion Générale

Conclusion générale

Les travaux que nous avons menés sur l'étude l'activité biologique (antioxydante) des principes actifs des graines de *Ridolfia segetum* du sud de l'Algérie (wilaya de Bechar commune de Boukais) nous ont permis d'identifier les points essentiels suivants:

Les principes actifs ou métabolites secondaires des plantes constituent une source inépuisable de molécules dotées de propriétés médicinales très recherchées dans le domaine pharmaceutique.

La méthode de macération est utilisée pour extraire les principes actifs de la plante; ils sont ensuite séparés selon différents solvants de polarité croissante. L'extraction de ces principes actifs a permis d'obtenir des rendements différents selon les solvants utilisés (38.7%), pour l'extrait de n-butanol, (8.72%) pour l'extraction dichlorométhane, et pour le puis l'extrait éther de pétrole et l'acétate d'éthyle. extrait sont de faibles rendements de (2.98%) et (1.85%).respectivement).

Les Extraits des graines de la *Ridolfia Segetum* ont été et caractérisés par spectrophotomètre UV-Vis

L'activité antioxydant des extraits de *Ridolfia Segetum* a été évaluée par la méthode DPPH de piégeage des radicaux libres. Selon les résultats de l'évaluation de l'activité antioxydant (Extrait dichlorométhane $IC_{50} = 9.915$ mg/ml, Extrait n-butanol $IC_{50} = 11.19$ mg/ml, Extrait l'acétate d'éthyle $IC_{50} = 12.60$ mg/ml, Extrait éther de pétrole $IC_{50} = 48.80$ mg/ml) a montré que les extraits des principes actifs des grains de *Ridolfia Segetum* ont une fort activité antioxydant. A travers ce travail, nous espérons avoir apporté notre modeste contribution à la promotion de *Ridolfia Segetum* comme plante médicinale traditionnelle très largement utilisée dans les pays du bassin méditerranéen, nous proposons l'exploitation des plantes médicinales et encourageons leur usage domestique ou médical.



**Références
Bibliographiques**

Référence :

- [1] Lhuillier, A. (2007),"Contribution à l'étude phytochimique de quatre plante malgaches *Agauria salicifolia* Hook.f ex Oliver, *Agauria polyphylla* Baker (Ericaceae), *Tambourissa trichophylla* Baker (Monimiaceae) et *Embelia concinna* Baker (Myrsinaceae)." Thèse de doctorat. Toulouse
- [2] Maurice, N. (1997)," l'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du xxie siècle".Ed. Lavoisier, Paris, p. 12-14.
- [3] Boizot, N., Charpentier, J.P. (2006)," Méthode rapide d'évaluation du contenu en Composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques." INRA, 79-82.
- [4] berra, D. (2015), "Etude de l'effet du milieu d'extraction sur la composition des feuilles de *Matricaria Pubescens*". Thèse de masters, université echahid hamma lakhdar el oued, p1.
- [5] KABOUCHE, A. (2005)," Etude phytochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae". Thèse Doctorat, universite mentouri-Constantine, p2.
- [6] Madjour, S. (2014)" Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne d'une labiée *rosmarinus officinalis*". These de Master Université Med Khider Biskra, p1
- [7] Dewick PM. The biosynthesis of shikimate metabolites. Nat. Prod. Rep.1995, 12: 579-607.
- [8] Renneberg R. (2008) , " Biotechnology pour des débutants. Elsevier, Pp. 92-138.
- [9] Shastri V.(2006)"Industrial Biotechnology. Maison d'édition de Gyan, 2006 ; Pp. 1-38
- [10]. https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%a9tabolite_secondaire
- [11] gravot A.,(2008), " Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux". Equipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV. Université de Rennes 1 – L2.
- [12] kansole M., (2009), "Etude ethnobotanique, phytocuimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso" cas de *Leucas martinicansis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia oppossta* vahl et *Orthosiphon pallidus* royle ex benth. Mémoire pour obtenir un diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso
- [13] thomas ; o.p.,(2009),"Métabolisme secondaire et biosynthèse". Master 2 vem. Univesité nice sophia antipolis
- [14] cuendet m., (1999), " Recherche de nouveaux composés capteurs de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'indonésie" « *fagraea blumei* » (loganiaceae) et de trois plantes d'altitude : « *bartsia alpina* » (scrophulariaceae), «*loiseleuria procumbens*» (ericaceae) et camp, thèse de doctorat, p 24.

- [15] benayache f.(2013), "Étude phytochimique et biologique de l'espèce thymus numidicus poiret", université constantine p 23-34
- [16] verpoorte r. et alfermann a.w; (2000); "metabolic engineering of plant secondary metabolism"; ed: kluwer academic; p: 1- 23.
- [17] Krief, S. (2003), "Métabolites secondaires des plantes et comportement animal", thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle. 32p.
- [18] Havsteen, B.H. (2002), "The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacol", Therapeut. P96, 67
- [19] Abadio, f., f, d., b, d., Kammerer, R., Carle, R., Tseng, W. H., Böser, S., et Graev1] Abadio, F., F, D., B, D., Kammerer, R., Carle, R., Tseng, W. H., Böser, S., et Graeve, L. (2012), "Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (Oenocarpus bacaba Mart.) Fruit by hplc-dad-ms n." Journal of Agricultural and Food Chemistry 60(31): 7665-7673.
- [20] daayf f. Et lattanzid v.:(2008); "recent advances in poly phenol research 1"; ed: wiley-blackwell; p:1- 24
- [21] Laraoui Habiba, (2007), " étude phytochimique de l'extrait chloroformique de Bulpleurum atlanticum", Thèse de Magister, Université El Hadj Lakhdar Batna, Option : chimie organique, 35.
- [22] Dave-Oomah. B,(2003), " Bulletin IBP, numéro 1", Canada.
- [23] Laraoui Habiba, (2007), " étude phytochimique de l'extrait chloroformique de Bulpleurum atlanticum", Thèse de Magister, Université El Hadj Lakhdar Batna, Option : chimie organique, 35
- [24]. belloul karima & chouiref messaouda25 mai (2016) "Et De l'activité antioxydante d'une plante médicinale" (le romarin)
- [25] Boizot. N et Charpentier J. P, (2006), " Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier", INRA - Amélioration génétique et physiologie Forestières, Laboratoire d'analyses biochimiques, le cahier des technique de l'inra, 79- 80
- [26] Dave-Oomah. B,(2003), " Bulletin IBP, numéro 1", Canada
- [28] Bruneton J. (2008). " Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales", Ed: Tec & Doc. Lavoisier, Paris. Pp 198-260
- [29] Skerget M., Kotnik P., Hadolin B., Hras A.-R., Simonic M. Et Knez Z. (2005), " Phenols, proanthocyanidines, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities". Food Chemistry. 89: 191-198.

- [30] Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. (2004), " Polyphenols: food sources and bioavailability". *American Journal of Clinical Nutrition*. 79: 727-747.
- [31] Han X.H., Hong S.S., Hwang J.S., Lee M.K., Hwang B.Y., Ro J.S. (2007). " Monoamine oxidase inhibitory components from *Cayratia japonica*". *Archives Pharmacal Research*. 30: 07-13.
- [32] Chira K., Such J., Saucier C, Teissèdre L. (2008). " Les polyphénols du raisin". Ed :Springer. 6 :75-82
- [33] podsdek a., wilska-jeszka j., anders b., markowski j. (2000), " Compositional characterisation of some apple varieties". *European Food Research and Technology*. 210: 268- 272
- [34] Heller, W. Et Geiger, H. (1988), "The Flavonoids Advances in Research Since 1980, Harborne." J.B.(Eds), Chapman and Hall, London
- [35] Swain, T. (1976), "Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments", Goodwin, T.W. (Ed), 2eme Edition, Academic Press, London, V.1, p 425.
- [36] Gentiana, Des plantes pour mieux vieillir: Vieillir oui, mais en santé, 16-4-2002, Construire No 16
- [37] Alkurd, A., Hamed, T. R., Al-Sayyed, H. (2008),"Tannin Contents of Selected Plants Used in Jordan." *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 4: 265 – 274.
- [38] Boukr, N.H. (2014)," Contribution à l'étude phytochimique des extraits bruts des épices contenus dans le mélange Ras-el-hanout" Thèse de master, Université Kasdi merbah Ouargla, p19
- [39] Ayad R,(2008), " «recherche et détermination structurel des métabolites secondaires de l'espèce: *Zygophyllum cornutum*» ", Thèse pour l'obtention du diplôme de Magister (université Mentouri de constantine), P55-P62
- [40] Addy M. E. And Burka J.F., (1989), "Effect of *Desmodium adscendens* fraction F1 [DAFL] on tone and agonist-induced contractions of guinea pig airway smooth muscle". *a.Phytotherapy Research* 3: 85 – 90
- [41] Conrad, J., Vogler, B., Klaiber, I., Roos, G., Walter, U., Kraus, W. (1998), "Two triterpene esters from *Terminalia macroptera* bark." *Phytochemistry* 48: 647 – 650
- [42] Edwin Haslam, (1996). *J. Nat. Prod* ,59, 205-215.
- [43] PRIVAS E., (2013)- Matériaux ligno-cellulosiques " «Élaboration et Caractérisation laboration» ". Thèse de Doctorat en Science et génie des matériaux, L'École Nationale Supérieure des Mines, Paris. France. 166 p.

- [44] cruz j.m., dominguez j.m., dominguez h., parajo j.c,(2001), "Antioxidant and antimicrobial effects of extracts from hydrolysates of lignocellulosic materials". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 49(5):2459-2464
- [45] MURRY R. D. H., Mendez J., Brown S. A., (1982), " the natural coumarins Occurrence Chemistry and Biochemistry". Ed. Chichester John Wiley and Sons, UK. New York. England. 702 p.
- [46] scalbert a.,williamson g., (2000), " dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*". Vol. (130): 2073-2085
- [47] Ford R.A., Hawkins D.R., Mayo B.C, Api A.M. (2001). "The in vitro dermal absorption and métabolism of coumarin by rats and by human volunteers under simulated conditions of use in fragrances, *Food and chemical toxicology*. P39, 153-162.
- [48] Guignard, J.L. (1998). "Abrégé de botanique, Masson" (Ed). Paris. 212p
- [49] Booth, N.L., Dejan, N., Richard, B., Stoci, E. (2004), "New lanthanide complexes of 4 methyl 7 hydroxy coumarin and their pharmacological activity, clinical pharmacology and Therapeutics. P50, 120-123.
- [50] Bahaz M et Rachdi H,), 2010 « Quantification des principes actifs (Les composés phénoliques) de *Rhinolepis Lonadoides* Coss (Tichert) », Mémoire de fin d'étude d'ingénieur (université de Ouargla).
- [51] Belkheiri, N. (2010), "Dérivés phénoliques à activités antiathérogènes". Thèse de Doctorat, Université de Toulouse
- [52] Pietta PG. Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod.*(2000), 63 (7), 1035-42
- [53] Oszmianski J, Wojdylo A, Lamer-Zarawska E, Swiader K(2007). " Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots). *Food Chem.* 100 (2): 579-83.
- [54] Srivastava RC, Husain MM, Hasan SK, (2000), "Athar M. Green tea polyphenols and tannic acid act as potent inhibitors of phorbol ester-induced nitric oxide generation in rat hepatocytes independent of their antioxidant properties". *cancer lett.*, 153 (1- 2): 1-5.
- [55] ames bn, gold LS, willett WC(1995). "The causes and prevention of cancer. *Proc*". *Natl. Acad. Sci. USA*, 92: 5258-65
- [56] Martin S, Andriantsitohaina R. (2002) "Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphenols on the endothelium". *Ann. Cardiol. Angéiol*, 51 (6): 304-15.
- [57] Yamanaka N, Samu O, Nagao S. (1996) "Green tea catechins such as (-) epicatechin and (-) epigallocatechin accelerate Cu²⁺ induced low density lipoprotein oxidation in propagation phase. *febs Lett*, 401: 230-4.

- [58] Rein D, Paglieroni TG, Wun T, Pearson DA, Schmitz HH(2000), Gosselin R, Keen CL. Cocoa inhibits platelets activation and function, *Am. J. Clin. Nutr.* 2000, 72:30-5.
- [59] Gerber M, Berta-Vanrullen I. Soja et phytoestrogènes. *Arch. Pédiatrie* 2006, 13 (6): 534-536.
- [60] Lainé E,(2007) Hano C, Lamblin F. Les lignanes phyto-oestrogènes du lin sont-ils des bienfaiteurs méconnus ? *Phytothér*, 5: 121-8.
- [61] Funatogawa K, (2004) Hayashi S, Shimomura H, Yoshida T, Hatano T, Ito H, Hirai Y. Antibacterial activity of hydrolyzable tannins derived from medicinal plants against *Helicobacter pylori*. *Microbiol. Immunol*, 48 (4): 251-61.
- [62] Ruggiero P,(2006) Tombola F, Rossi G, Pancotto L, Lauretti L, Del Giudice G, Zoratti M. Polyphenols reduce gastritis induced by *Helicobacter pylori* infection or vaca toxin administration in mice. *Antimicrob. Agents Chemother.* 50 (7): 2550-52
- [63] Qureshi. N., Porter. J. W. (1981) In *Biosynthesis of isoprenoid Compounds*; Porter. J. W., Spurgeon. S. L. Eds ; Wiley : New York, Vol 1, pp 47-94.
- [64] Cram,D. G. And Mahmoud,G. S; *Chimie organique.* (1968) 2ème edition. Quatheirvillars pp 918-930
- [65] Malecky, M. (2005). *Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins*, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. P 9, 13-19, 20, 27.
- [66] Benaissa, O. (2011). *Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres Chrysanthemum et Rhantherium*, Thèse Doctorat. 63p
- [67] bhats s.v., nagasampigib b.a., sivakumar s.m., 2005- *chemistry of natural products*. Ed. Narosa, Springer, Verlag Berlin Heidelberg. USA. 840 p
- [68] spurgeon s.l., porter j.w.,1981- *introduction in: biosynthésis of isoprenoid compounds*. Ed. (J. W. Porter, S. L. Spurgeon, eds.), John Wiley and Sons, New york- Chichester-Brisbae-Toronto. Pp 1-46.
- [69] sharkey t.d.h.e., 1991- *Stomatal control of trace gas emissions. Trace gas emission dy plants. Physiological ecology. A series of monographs, texts, and treatises.* Ed. Ca, Academic press, San diego. USA. Pp 335-339
- [70] lichtenthaler h.k.,1999-*the 1-deoxy-d-xylose-5-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. Annual review of plant physiology and plant molecularbio*
- [71] guignard JL, 1996- *Biochimie végétale.* Ed. Masson, Paris. France. 274 p. *logy. Vol. (50):* 47-65

- 72.] Ayad, R. (2008). Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce *Zygophyllum cornutum*, Mémoire magister En Chimie Organique. P 35-39, 40, 47.
- [73] Malecky, M. (2005). Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. P 9, 13-19, 20, 27.
- [74] Belbache, H. (2003). Investigation phytochimique de l'extrait chloroforme de *Centaurea Parviflora* Desf, mémoire de magister en chimie organique, université Mentouri Constantine. P 16-20.
- [75] Wink M., (2003). Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*. Vol. (64): 3-19
- [76] Hernandez-Ochoa I.R., 2005- Substitution de solvants et matières actives de synthèse par combiné (solvant/actif) d'origine végétale. Thèse de Doctorat. Institut national polytechniques, Toulouse. France. 255p.
- [77] Graebe J.E., (1987), Gibberellin biosynthesis and control. *Annu. Rev. Plant Physiol.* Vol. (38): 419-465
- [78] Krief S., (2003), Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance sanitaire et observations de l'alimentation de chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de Doctorat. Museum national d'histoire naturelle, Ouganda. 49p.
- [79] Hanson J. R., (2003), Natural products: the secondary metabolites. Ed. Royaume-Uni: Royal Society of Chemistry, Italy. 137 p
- [80] R. H. F. Manske (dir.) 1950 à 1981, *The Alkaloids: Chemistry and Physiology*, Chemistry and Physiology, Volume 1 à 20, Academic Press Inc.
- [81] Hess M., (2002), Alkaloids, *Nature's Curse or Blessing* 1ère édition. Ed. Wiley-VCH, New York. USA. p 297.
- [82] Cowan N. M., (1999), Plant products as anti microbial agents. *Clinical Microbiology Reviews*. Vol. 12(4): 564-582.
- [83] González A.G., Barrera J.B., García T.Z., Rosas F.E., (1984)- Sesquiterpene
- [84] Medjroubi K., Benayache F., Benayache S., Akkal S., Khalfallah N., Aclinou P., (1997)- Guaianolides From *Centaurea musimomum*. *Phytochemistry*. Vol. (45), 1449-1451 Lactones from *Centaurea* species. *Phytochemistry*. Vol. 23(9): 2071-2072
- 85) Leverte, X. (2009). Stress oxydant et antioxydants ? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 44(5), pp.219-224.
- 86) Rochette, I. (2008). Stress oxydant et sepsis. *Réanimation*, 17(6), pp.1-4.

- 87) gambini, j., granier, r. (2013). Effets indésirables des rayons X. EMC - radiologie et imagerie médicale : Principes et techniques – Radioprotection : 1-20
- 88) fontaine, e, barnoud, d, schwebel, c. and leverve, x. (2002). Place des anti-oxydants dans la nutrition du patient septique : Antioxydants in critically ill patients. Réanimation, 11(6), PP.411-420.
- 89) favier A. (2003). Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique, l'actualité chimique, P 108- 115.
- [90] Diplok, A.T. (1991),"Antioxydant nutriments and disease prevention: an Overview." Am J Clin Nutr: 53 (suppl): 189S-93S.
- [91] Knox, J.P Et Dodge, A.D., (1985), "Singlet Oxygen and Plant", Phytochemistry, V.24, 889-96.
- [92] Lisu, W., Jui-Hung, Y., Hsiao-Ling, L, Ming- Jiuan, W. (2003), "Antioxydant effect of methanol extracts from Lotus Plumule and Blossom (Nelumbo nucifeca Gertn)." Journal of food and drug analysis, 11(1): 60-66.
- [93] Gunckel, S. Santander, P.G., Cordano, J., Ferreira, S., Munoz, L.J., Vergara, N., Squella, J.A. (1998),"Chemico-Biological Interactions." 114; 45–59
- [94] Hammerich, O, Svensmark, B. (1990), "Anodic oxidation of oxygen-containing compounds." in: H. Lund, M. Baizer (Eds.), Organic Electrochemistry, Marcel Dekker, New York, p 615
- [95] Cuendet .M.(2000)," recherche de nouveaux composes capturs de radicaux libres et antioxydants à partir d'un plant d'indonisie". Thèse de doctorat
- [96] hernandez-ochoa l.r,(2005)- Subtitution de solvants et matières actives de synthèse par combiné (solvant/actif) d'origine végétale. Thèse de Doctorat. Institut nationalpolytechniques, Toulouse. France. 255p.
- [97] GRAEBE J.E., (1987)- Gibberllin biosynthesis and control. Annu. Ruv. Plant physiol. Vol.(38): 419-465
- [98] athmania, S. (2009)," Etude Quantitative Des Flavonoides Des Graines De Cuminum cyminum et Les Feuilles De Rosmarinus officinalis Et l'évaluation De l'activité Biologique. "These de Magiste, Université EL-Hadj Lakhdar-Batna, p36
- [99] Kang, J., C. Xie, Z. Li, S. Nagarajan, A. G. Schauss, T. Wu et X. Wu. (2011), "Flavonoïde from acai (Euterpe oleracea Mart.) Pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities." Food Chemistry 128(1): 152-157
- [100] :<https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Apiaceae.html>

- [101] **Quzel S., Santa S. (1963)** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS. Paris
- [102] . <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ridolfia>
- [103] Coste H., Jovet P.,(1997) de Vilmorin R., « Flore descriptive et Illustrée de la France » Troisième supplément, Librairie Albert Blanchard
- [104] www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-56198-synthese.
- [105] [h?Q=ridolfia+segetum&um=1&hl=fr&safe=active&rlz=1W1RNWN_fr&tbm=isch&ei=iwxrtdesian8qplk6j9dq&sa=N&start=162&ndsp=18&biw=1345&bih=368](https://www.google.com/search?q=ridolfia+segetum&um=1&hl=fr&safe=active&rlz=1W1RNWN_fr&tbm=isch&ei=iwxrtdesian8qplk6j9dq&sa=N&start=162&ndsp=18&biw=1345&bih=368)
- [106] Tome II(1963) Quezel, 1963 ,Santa, S., « Nouvelle flore d'Algérie ». P 672
- [107] youcef adamou, (2012)-Composition chimique et activité biologique de l'huile essentielle de l'Aneth : *Ridolfia segetum* de Magister en Chimie.Universite d'Oran es-senia. Algérie p29
- [108] [h?Q=ridolfia+segetum&um=1&hl=fr&safe=active&rlz=1W1RNWN_fr&tbm=isch&ei=iwxrtdesian8qplk6j9dq&sa=N&start=162&ndsp=18&biw=1345&bih=368](https://www.google.com/search?q=ridolfia+segetum&um=1&hl=fr&safe=active&rlz=1W1RNWN_fr&tbm=isch&ei=iwxrtdesian8qplk6j9dq&sa=N&start=162&ndsp=18&biw=1345&bih=368)
- [109] youcef adamou, (2012)-Composition chimique et activité biologique de l'huile essentielle de l'Aneth : *ridolfia segetum* de Magister en Chimie.Universite d'Oran es-senia. Algérie.
- [110] youcef adamou,(2012)-Composition chimique et activité biologique de l'huile essentielle de l'Aneth : *Ridolfia segetum* de Magister en Chimie.Universite d'Oran es-senia. Algérie
- [111] Kitson, Larsen & mcewen(1996) Gas Chromatography and mass spectrometry: a practical guide, Kitson, academic press
- [112] walte b.a. (1989) - an aufbau methodology for the Modeling of Rotational Fine Structure of Infrared Spectral Bands - J. Chem. Ed., 66, p. 805-809.
- [113] Rice-Evans c.a., miller n.j., bolwell p.g., bramley p.m., Pridham J.B(1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. Free Radical Research, 22, 375-383.
- [114] Burda S., (2001) oleszek w. Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. Journal of Agricultural and Food Chemistry , 49, 2774-2779.
- [115] antolovich m., prenzler p.d., patsalides e., mcdonald s., robards k.,(2003) ,Methods for testi
- [116] Bartosz G. (2003) Generation of reactive oxygen species in biological systems. Comments on Toxicology, 9, 5-21.

- [117] Ricardo da Silva J.M., Darmon N., Fernandez Y., Mitjavila S(1991). Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 549-1552. Ng antioxidant activity. *Analyst* 2002, 127, 183-198.
- [118] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice- Evans C. (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231-1237.
- [119] Sharma Om P.,(2009) bhat t.k., dpph antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, 113 (4), 1202.83.
- [120] Berset C.,(2006). Antioxydants phénoliques. Structures, propriétés, sources végétales. In *Les polyphénols en agroalimentaire*. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, p. 265-294.
- [121] Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C, (1995). Use a free radical method to evaluate antioxydant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30
- [122] Brand-Williams W., Cuvelier ME., Berset C., (1995). Use a free radical method to evaluate antioxydant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- [123] Choe E., Min D.C.,(2009). Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 345-358.
- [124] Cuvelier me., maillard mn.,(2012). Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *Oléagineux Corps gras Lipides*, 19 (2), 125-132.
- [125] Frankel E. N.,(2007). Chemistry of antioxidation. In *Antioxidants in food and biology, facts and fiction*. Frankel E.N. (Ed.). The Oily Press, 21-42.
- [126] Sanchez-Moreno et all ;(1999), C, Larrauri, J. A. (1998). Main methods used in lipid oxidation determination. *Food Sci. Technol. Int*, 4: 391-399.
- [127] Sanchez-Moreno et all ;(1999), C., Larrauri, J.A., Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci Food. Agric*, 76: 270–276
- [128] nadjat remma , Houria bouabdelli; (2019), Extraction des principes actifs des grains de *Ridolfia segetum*, Faculté des Sciences et Technologies Département d'automatique et électromécanique.
- [129] (Sanchez-Moreno et al, 1999). C., Larrauri Jose A ., Saura-Calixto F. A Procedure to Measure the Antiradical Efficiency of Polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1998, 76(2), 270-276.
- [130] DIB, M. E. A., ALLALI, H., BENDIABDELLAH, A., MELIANI, N., & TABTI, B (2013). Antimicrobial activity and phytochemical screening of *Arbutus unedo* L. *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(4), 381-385.

- [131] ESSAWI T, SROUR M (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *J Ethnopharm* 70:343–9