



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche en

« Biotechnologies et valorisation des plantes. »



THÈME

Contribution à la valorisation d'une espèce légumineuse récoltée de
la station Bougous Région d'El Tarf

Présenté Par : Boualia Fouzia

Devant le jury composé de :

Dr.Gherib Imen	MAB	Présidente	UCBET
Dr. Bouzata Chouhaira	MCA	Encadreur	UCBET
Dr. Touil Wided	MCA	Examinatrice	UCBET

Année universitaire 2023 - 2024

Remerciements

*tout d'abord je remercie **Dieu** le tout puissant de m'avoir donné la force, la patience et le courage d'accomplir ce modeste travail.*

Au terme de ce travail nous adressons tout d'abord mes sincères remerciements à :

*Du fond du cœur je remercie mon encadrante Madame **Bouzata Chouhaïra** MCA, pour avoir proposé ce thème, ainsi que, pour son aide ses conseils, sa disponibilité, et ses orientations qui m'ont permis de mener à bien toutes mes recherches.*

*J'exprime ma profonde gratitude à Madame **Gherib Imene** MAA, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Je remercie vivement Madame **Touil widad** MCA, pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

Enfin je tiens à remercier tous mes enseignants pour avoir leur consacré leur savoir-faire bénéficié de la meilleure formation.

Dédicaces:

A l'aide de ALLAH tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie.

*Je dédie cette œuvre à celui qui a été le premier à me soutenir dans la réalisation de mes ambitions, A ma mère **Rebeh** à celui qui a été mon refuge et ma main droite sur le chemin de ma vie, à celui dont les prières m'ont réconforté. , à celle qui a donné, sans attendre, le paradis de Dieu sur terre, à celle qui a attendu le fruit de mes efforts, qui a joué le rôle de mère et de père, ma précieuse Maman, l'âme de mon cœur, tu m'as fait , et que Dieu vous protège et vous protège.*

*À celui dont je porte le nom avec fierté mon père **Abd el rahmane**.*

Que dit-on de l'amour d'un frère ? "Et moi, mon frère d'âme, je te soutiendrai en un clin d'œil si je le peux."

*À mon frère **Bissef** qui n'a jamais cessé de tout mettre en œuvre pour subvenir à mes besoins, j'espère que vous trouverez dans cet humble travail le fruit de vos sacrifices, ainsi qu'une profonde expression de l'étendue de mon amour et de ma gratitude pour vous. te protège et t'accorde la santé et une longue vie ,le premier petit-enfant de notre famille, **Mohammed Amine**.*

*À mon jumeau **Aymen**, À mon frère **Mohammed chrife**, **Sami**
 ,À ma sœur **Samia**, **Hadjer**. À la femme de mon frère **salwa** .*

À mes amis et voisins

À toute la famille Boualia

*À tous ceux pour qui j'ai tout mon amour et ma
 reconnaissance*

Boualia Fouzia



sommaire :

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale..... 01

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1: Le Métabolite secondaire

I. Plantes médicinales(PM)	03
I.1. Généralités	03
I.2. Définition des plantes médicinales	03
I.3. Les principes actifs	05
I.3.1. Les composés phénoliques	05
I.3.1.1. Les acides phénolique	07
I.3.1.2. Les flavonoïdes	08
I.3.1.3. Les tannins	10
I.3.1.4. Propriétés biologiques des polyphénols	11
I.3.2. Alcaloïdes	12
I.3.2.1 Propriétés biologiques des alcaloïdes	13
I.3.3. Les terpènes	14
I.3.3.1 Propriétés biologiques des terpènes	16
I.4. L'origine des plantes médicinales	16
I.5. Intérêt des plantes médicinales	16

CHAPITRE 2 : Les fabacées

I. Généralité sur la famille des légumineuses (fabacées)	18
I.1. Historique	18
I.2. Description Botanique	18
I.3. Répartition géographique	19
I.4. Classification	20
I.5. Importance des Fabacées	21
I.6. Rôle	22
I.7. Composition chimique	23
I.8. Toxicité de certaines Fabacées	24
II. L'Anagyris foetida	25
II.1. Définition et Origine de l'espèce.....	25
II.2. Systématique d'Anagyris foetida	25
II.3. Description botanique	26

II.3.1. La feuille	26
II .3.2. La fleur	26
II .3.3. Le fruit	27
II .3.4. La tige	27
II .4. Composition chimique	27
II .5. Mode d'emploi	28
II .6. Exigences pédoclimatique	28
II.7.Effets toxicologiques	28

DEUXI È : ME PARTIE ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1 : Matériel et méthodes

I. Introduction.....	29
II. Matériel et méthodes	29
II.1. Matériel végétal	29
II.2. Analyse physico-chimique.....	29
II.2. 1. Teneur en eau	29
II.2.2. Teneur en cendres	30
II.2. 3. Extraction méthanolique	31
II.2. 4. Détermination du rendement de l'extraction alcoolique	31
II.2. 5. Analyse des composés phénoliques	31
II.2. 5.1. Extraction des flavonoïdes	31
II.2. 5.2. Extraction des tannins	32
II.2.5.3. Extraction des saponines	34
II.2. 5.4. Extraction des Anthocyanes	36
II.2. 6. Dosages des composés phénoliques	36
II.2. 6.1. Dosage des phénols totaux	36
II.2.6.2. Dosage des flavonoïdes	37
II.2.6.3. Dosage des tanins	37
II.2.7. Séparation et identification des composants des saponines par chromatographie sur couche mince (C.C.M)	38
II.2.7.1. Principe de la chromatographie sur couche mince (C.C.M)	38
II.2.7.2. Matériels utilisés	38
II.2.7.3. Méthode de séparation	38
II.2.7.4. Révélation	39
II.2.7.5. Rapport frontal	39

CHAPITRE 2 : Résultats et discussions

I. Paramètres physico-chimiques	40
I.1 Teneur en eau	40
I.2. Teneur en cendres	40
I.3. Détermination du rendement de différentes extractions	41

II. Analyse des composés phénoliques	43
II.1. Dosage des phénols totaux	43
II.2. Dosage des flavonoïdes	43
II.3. Dosage des tannins	44
II.4. Séparation des composants des saponines par (C.C.M)	45
Conclusion	50
Références bibliographiques	52
Annexes	

Liste des figures

Figure 01 : Structure chimique des polyphénols	06
Figure 02 : Squelette moléculaire de base des flavonoïdes (Morel, 2011)	09
Figure 03 : Les différentes classes de flavonoïdes (Harborne, 1988)	10
Figure 04 : Structure de tanin	11
Figure 05 : Structure de quelques alcaloïdes (Berreghioua, 2016)	13
Figure 06 : Différentes structures des monoterpènes et des sesquiterpènes (Baser et Buchbauer, 2010)	15
Figure 07 : Fabaceae (anc. légumineuses) .(wikipedia,2011)	18
Figure 08 : Carte de répartition géographique des Fabaceae (Boutaghane, 2013)	28
Figure 09 : Phylogénie de quelques Légumineuses (Udvardi M.K et al, 2005)	21
Figure 10 : localisation géographique du site d'étude Bougous (Google Earth 2024)	30
Figure 11 : Présentation de la méthode d'extraction des flavonoïdes (Paris, 1954)	32
Figure 12 : Protocole d'extraction des tanins	33
Figure 13 : Représentation Schématique de la méthode d'extraction des saponosides (Applebaum et al ,1969) légèrement modifiée dans notre laboratoire	35
Figure 14 : Schéma illustratif de la méthode d'extraction des Anthocyanes (Longo et al, 2007)	36
Figure 15 : la cuve chromatographique	38
Figure 16 : mesure de rapport frontal	39
Figure 17 : Teneur en eau (%) obtenue pour les feuilles et les tiges de l'Anagyre foetide ..	40
Figure 18 :Teneur en cendres (%) obtenue pour les feuilles et les tiges de l'Anagyre	41
Figure 19 :Rendements (%) obtenu chez les feuilles et les tiges de l'Anagyre foetide	42
Figure 20 :Teneurs en phénols totaux pour les trois parties de la plante étudiée (mg GAE/g)	43
Figure 21 :Teneur en Flavonoïdes des 03 parties (en mg QE/g)	44
Figure 22 :Teneur en Tannins des 03 parties (en mg QE/g)	45

Liste des tableaux

Tableau 01 : les principales classes de composés phénoliques (Berreghioua, 2016)	07
Tableau 02 : les Principaux groupes des acides phénoliques (Donatien, 2009 ; Beddou, 2015)	08
Tableau 03 : Les groupes des tannins (Crozier et al., 2006).	11
Tableau 04 : Composition des légumineuses secs (pour 100 g de légume secs crus) (Anonyme, 2000)	23
Tableau 05 : Les rendements en extraits obtenus à partir des trois parties de la plante	41
Tableau 06 : rapports frontaux obtenus par séparation et identification par CCM de l'extrait saponine des fleurs	47
Tableau 07 :rapports frontaux obtenus par séparation et identification par CCM de l'extrait saponine de feuilles	48

Liste des Photos

Photo 1 : L'arbuste d'Anagyre fétide (Kourtes (Zaros) ,21 décembre 2010).....	25
Photo 2 : La feuille d'Anagyre fétide (Kourtes (Zaros) , 2010)	26
Photo 3 : La fleur d'Anagyre fétide (Kourtes Zaros ,2010)	26
Photo 4 : Les fruits d'Anagyre fétide (Toulon Var -France, 2019)	27
Photo 5 : La tige d'Anagyre fétide (Kamilari , 2010)	27
photos 06:(A , B) : fluorescence des taches après révélation par la vanilline sulfurique	46

Liste des abréviations

%: Pourcentage

°:Degré

C: Carbone

C°:Celcius

CCM:La chromatographie sur couche mince

cm: centimètre

EQ:

Fig: Figure

g:gramme

H: Hydrogène

h:Heure

Hcl:Chlore d'hydrogène

Kacl:

mg:milligramme

min:minute

ml:millilitre

MO:Matière organique

N: Azote

nm: nanomètre

O: Oxygène

P: poids

R: Rendement

UV:Le rayonnement ultraviolet

µl :microlitre

Résumé

L'objectif de notre travail est la tentative contribution dans le cadre de la valorisation de la flore locale notamment les endémiques d'entre elles. Il s'agit donc de *L'Anagyre foetida* connue sous le nom Bois puant une espèce arbustive rare toxique de la famille des *Fabaceae*. Cette dernière constitue un point de départ et axe de notre recherche phytochimique. Le présent travail basé sur le prélèvement de la plante à étudier de la station Errihen, Région de Bougous Wilaya de Tarf, située au Nord Est algérien. Des dosages phytochimiques ont été effectués sur trois types d'échantillons (feuilles, tiges et fleurs), les résultats des analyses effectués présentent des niveaux élevés en métabolite secondaire tels que (polyphénols, saponines, tannins, flavonoides et anthocyanes), l'essai de CCM pour les saponines permet de révéler ainsi une gamme riche en constituants phytochimique. L'ensemble de ces composants présentent des propriétés fonctionnelles considérables font de cette espèce une drogue végétale par excellence.

Mots clés : valorisation, *L'Anagyre foetida* , phytochimique, échantillons, CCM , propriétés, drogue végétale.

abstract

The objective of our work is to contribute to the valorization of local flora, particularly endemic species. This involves *Anagyris foetida*, commonly known as "Stinking Wood," a rare toxic shrub species belonging to the Fabaceae family. This serves as the starting point and focus of our phytochemical research. The present study is based on the collection of the plant to be studied from the Errihen station, in the Bougous region of the Tarf province, located in northeastern Algeria. Phytochemical assays were conducted on three types of samples (leaves, stems, and flowers), and the results of the analyses showed high levels of secondary metabolites such as polyphenols, saponins, tannins, flavonoids, and anthocyanins. Thin-layer chromatography (TLC) testing for saponins revealed a rich range of phytochemical constituents. All of these components exhibit significant functional properties, making this species an excellent botanical drug.

Keywords: valorization, *Anagyris foetida*, phytochemistry, samples, TLC, properties, botanical drug.

الملخص

الهدف من عملنا هو المساهمة في تقدير النباتات المحلية خاصة تلك التي تعتبر نادرة ومنتشرة في المنطقة بشكل خاص. وبالتالي، يتعلق الأمر "بخروب الخنزير" المعروفة باسم الفول النتن وهي نوع نادر من الأشجار السامة تنتمي لعائلة الفابيسي. تشكل هذه النباتات نقطة انطلاق ومحور لبحثنا في الكيمياء النباتية. يستند العمل الحالي على جمع النباتات المدروسة من محطة الريحان ، بمنطقة بوقوس في ولاية الطارف بالجزائر الشمالية الشرقية. تم إجراء تحاليل كيميائية على ثلاثة أنواع من العينات (الأوراق والسيقان والزهور)، وأظهرت نتائج التحاليل مستويات مرتفعة من المركبات الثانوية مثل (البوليغينولات والصابونينات والتانينات والفلافونويدات والأنثوسيانينات). أظهرت التجارب باستخدام كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (CCM) للصابونينات توفراً غنياً من المكونات الكيميائية النباتية. تتمتع جميع هذه المكونات بخصائص وظيفية ملحوظة، مما يجعل هذا النوع من النباتات متفوقاً كعقار نباتي.

الكلمات الرئيسية: تقدير، الخشب النتن ، كيمياء نباتية، عينات، CCM، خصائص، عقار نباتي.

Introduction

L'Algérie dispose d'une flore particulièrement riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% d'endémiques et appartenant à plusieurs familles botaniques. Ce potentiel floristique constitué de plantes médicinales et condimentaires et même parfois toxiques, est peu exploré du point de vue chimique et pharmacologique. A cet effet, il constitue à notre avis, une source non négligeable de recherche de substances naturelles **(Mohammedi, 2013)**

La médication par les plantes appelée phytothérapie, était d'usage courant dans les plus anciennes civilisations qui s'intéressaient aux vertus curatives de certains végétaux. On peut dire qu'il s'agit d'une des premières manifestations de l'effort immémorial de l'homme pour comprendre et utiliser la nature **(Mohammedi, 2013)**

Les plantes médicinales sont largement utilisées pour la prévention et le traitement de diverses maladies, Ils sont aujourd'hui des sources de substances naturelles utilisées dans le traitement de nombreuses maladies **(Abou et al., 2015)**.

Les substances naturelles d'origine végétale sont très recherchées en raison de leurs activités biologiques nombreuses : antivirales, antibactériennes, antifongiques, insecticides, antipaludiques, antioxydantes et anticancéreuses. De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales possède des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et en agriculture. **(Mohammedi, 2013)**

Aujourd'hui, l'importance pharmacologique des métabolites végétaux augmente en raison des découvertes continues sur leur rôle et leur potentiel dans les soins de santé,

L'anagyris foetida de la famille des fabacées est une plante très connue que par sa toxicité. Bien qu'elle présente un grand intérêt dans le maintien de la biodiversité, dont sa richesse en principes actifs et en substances naturelles **(Dif, 2015)**.

Cette dernière fait partir d'un genre relativement méconnu, comme le démontre les difficultés rencontrées dans leur classification botanique et utilisation,...etc . C'est dans ce cadre que rentre notre étude, elle porte sur l'identification de cette espèce endémique rare et supposant qu'elle est médicinale, appartient de la flore algérienne et particulièrement dans notre région Nord-Est

Le présent travail répartir donc sur deux parties :

Une synthèse bibliographique, suivie par deuxième partie qui est consacrée à la partie expérimentale (extraction et dosages phytochimique de différentes substances naturelles bioactives) finalement la partie résultat et discussion est également parmi nos objectifs.

PREMIERE PARTIE

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

Le Métabolite secondaire

I. Plantes médicinales(PM)

I.1. Généralités

L'histoire des plantes médicinales «P.M.» est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. [anonyme 1].

De nos jours, entre 20.000 et 25.000 plantes sont utilisées dans la pharmacopée humaine, 75% des médicaments ont une origine végétale et 25% d'entre eux contiennent au moins une molécule active d'origine végétale [anonyme 2].

L'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne et connaît actuellement une région d'intérêt auprès du public, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS, 2003), environ 65-80% de la population mondiale à recours au médecine traditionnelle pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (MA et al., 1997).

Les grands types de plantes aromatiques et médicinales utiles à l'homme peuvent être définis par leur principal usage [anonyme 2]. On peut citer :

- plantes pour tisanes, boissons hygiéniques et d'agrément,
- plantes à usages cosmétiques,
- plantes à usages aromatiques et condimentaires,
- plantes à usages alimentaires,
- plantes à usages industriels,
- plantes médicinales.

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour les composés actifs (Ameenah, 2006).

I.2. Définition des plantes médicinales

- **Plantes médicinales**

Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (Farnsworth et al., 1986). Elles sont utilisées en phytothérapie et en médecine populaire pour guérir certaines pathologies chez l'Homme et chez les animaux (Iamnaouer D, 2010).

Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**Elqaj M et al., 1986**). Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (**Sanago, 2006**).

- **Les métabolites secondaires**

De très nombreuses plantes médicinales, tinctoriales ou aromatiques contiennent des métabolites qui leur sont très spécifiques. Dans la mesure où ces molécules ne sont retrouvées que chez quelques espèces uniquement, nous constatons que ces dernières ne pouvaient avoir aucun rôle important en comparaison à des métabolites universellement représentés comme les glucides, les protéines, les lipides ou les acides nucléiques et dont les fonctions biologiques commençaient déjà à être solidement établies (**Donatien, 2009 ; Attou , 2011**).

Les métabolites secondaires sont bio-synthétisés à partir de métabolites primaires et jouent un rôle majeur dans les interactions de la plante avec son environnement. Plus de 8500 métabolites secondaires sont déjà connus. Les plus grands groupes sont : les alcaloïdes et les composés phénoliques (**Alilou, 2012**).

Certains métabolites secondaires sont limités à quelques espèces de plantes, où ils accomplissent des fonctions écologiques spécifiques, telles que l'attraction des insectes pour transférer le pollen, ou aux animaux pour consommer des fruits et de cette façon pour propager la graine, et pour agir en tant que pesticides naturels (**Boulenouar A et al., 2011**).

L'intérêt des métabolites secondaires a considérablement augmenté ces dernières années en raison de la diversité de leurs effets thérapeutiques et/ou prophylactique (**Boulenouar A et al., 2011**).

Les principes actifs des plantes peuvent être groupés en familles chimiques parmi lesquelles on trouve [**Anonyme 3**].

- **Alcaloïdes**: morphine, nicotine, pavot...
- **Glucosides**: verveine, tilleul, hamamélis...
- **Saponines**: réglisse, bouillon blanc...
- **Tanins**: écorce de chêne...

I.3. Les principes actifs

Un principe actif d'une drogue végétale et un produit pur chimiquement bien défini contenu dans le végétal donné d'une activité pharmacologique déterminée et par la suite responsable de l'utilisation de la drogue en thérapeutique (**Cheghib et al., 1997**).

I.3.1. Les composés phénoliques

a- Définition et structure chimique

Les polyphénols constituent un des groupes le plus nombreux et largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connues. Ce sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux et présents dans tous les organes de la plante. Ils possèdent plusieurs groupement phénoliques, avec ou sans d'autres fonctions (OH, carboxyle, ...).

Les polyphénols sont subdivisés en 03 classes principales:

- **les acides phénoliques,**
- **les flavonoïdes**
- **les tanins (Tapiero et al., 2002).**

Les composés phénoliques se caractérisent par la présence d'un cycle aromatique ou plusieurs portants des groupements hydroxyles libres ou engagés avec les glucides (**Beddou, 2015**).

Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) à des proportions variables et ils sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la différenciation, la germination des graines ou la maturation des fruits (**Crozier et al., 2006 ; Kabera et al., 2014**).et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits. Les composés phénoliques sont des molécules biologiquement actives, ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, et antimicrobiens (**Herzi, 2013**).

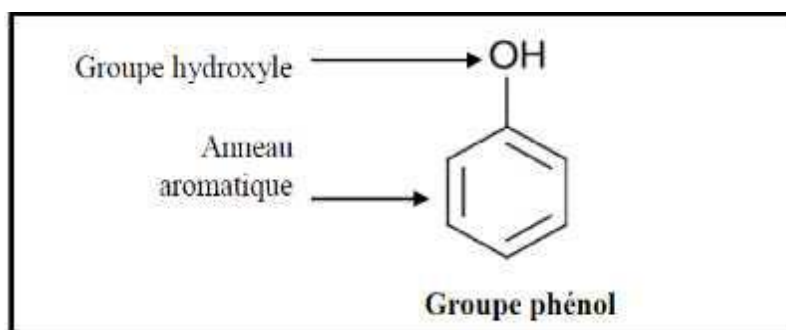


Figure 01 : Structure chimique des polyphénols

b. Biosynthèse de composés phénoliques

➤ La voie de Shikimate

C'est souvent la voie de biosynthèse des composés aromatiques, elle joue un rôle critique pour contrôler le métabolisme de la voie de phénylpropanoïde.

➤ La voie de phénylpropanoïde

La voie de phénylpropanoïde commence par la phénylalanine (Phe) qui fournit en plus des principaux acides phénoliques simples, coumarines, isoflavonoïdes, flavonoïdes, acide salicylique, des précurseurs de lignine, qui est quantitativement le second biopolymère le plus important après la cellulose (Michel, 2011 ; Remila, 2015).

c. Classification des polyphénols

Nous distinguons différentes classes tels que les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxycinnamique, acide ferulique), les flavonoïdes, les tanins, et les coumarines.

Tableau 01 : les principales classes de composés phénoliques (Berreghioua, 2016)

Classe	Structure
<ul style="list-style-type: none"> • Phénols simples 	C6
<ul style="list-style-type: none"> • Acides phénoliques • Et composés dérivés 	C6-C1
<ul style="list-style-type: none"> • Acétophénones • acides phénylacétiques 	C6-C2
<ul style="list-style-type: none"> • Acides cinnamiques, • coumarines, • isocoumarines, • chromones 	C6-C3
<ul style="list-style-type: none"> • Flavanols, • flavonones, • anthocyanines • anthocyanidines 	C15
<ul style="list-style-type: none"> • Biflavonyles 	C30
<ul style="list-style-type: none"> • Benzophénones, • xanthones • stilbéne 	C6-C1-C6, C6-C1-C6
<ul style="list-style-type: none"> • Quinones 	C6, C10, C14
<ul style="list-style-type: none"> • Bétacyanines 	C18
<ul style="list-style-type: none"> • Dimères ou oligomères 	Lignanes, neolignanes
<ul style="list-style-type: none"> • Polymères 	Lignine
<ul style="list-style-type: none"> • Condensé • Hydrolysable 	Tanins

I.3.1.1. Les acides phénoliques

a. Définition

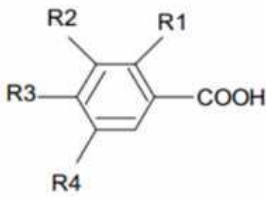
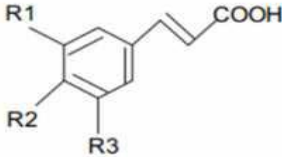
Ils sont contenus dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales, ainsi que chez toutes les céréales. Ils sont considérés comme substances phytochimiques avec des effets

prébiotiques, comme antioxydants de chélation et anti-inflammatoires ainsi que non toxiques (Remila, 2015).

Ces composés dérivent de deux sous-groupes distingués :

- **les acides hydroxycinnamiques**, dont les plus abondants sont l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide chlorogénique
- **les acides hydroxybenzoïques**, mais les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique (Ghnimi, 2015).

Tableau 02 : les Principaux groupes des acides phénoliques (Donatien, 2009 ; Beddou, 2015).

Groupes	Structures																																													
acides hydroxybenzoïques	 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th>R1</th> <th>R2</th> <th>R3</th> <th>R4</th> <th>Acides phénoliques</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H</td> <td>H</td> <td>H</td> <td>H</td> <td>Acide benzoïque</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>H</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>Acide p hydroxy benzoïque</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>OH</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>Acide protocatechique</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>OCH3</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>Acide vanillique</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>OH</td> <td>OH</td> <td>OH</td> <td>Acide gallique</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>OCH3</td> <td>OH</td> <td>OCH3</td> <td>Acide syringique</td> </tr> <tr> <td>OH</td> <td>H</td> <td>H</td> <td>H</td> <td>Acide salicylique</td> </tr> <tr> <td>OH</td> <td>H</td> <td>H</td> <td>OH</td> <td>Acide gentisique</td> </tr> </tbody> </table>	R1	R2	R3	R4	Acides phénoliques	H	H	H	H	Acide benzoïque	H	H	OH	H	Acide p hydroxy benzoïque	H	OH	OH	H	Acide protocatechique	H	OCH3	OH	H	Acide vanillique	H	OH	OH	OH	Acide gallique	H	OCH3	OH	OCH3	Acide syringique	OH	H	H	H	Acide salicylique	OH	H	H	OH	Acide gentisique
R1	R2	R3	R4	Acides phénoliques																																										
H	H	H	H	Acide benzoïque																																										
H	H	OH	H	Acide p hydroxy benzoïque																																										
H	OH	OH	H	Acide protocatechique																																										
H	OCH3	OH	H	Acide vanillique																																										
H	OH	OH	OH	Acide gallique																																										
H	OCH3	OH	OCH3	Acide syringique																																										
OH	H	H	H	Acide salicylique																																										
OH	H	H	OH	Acide gentisique																																										
acides hydroxycinnamiques.	 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th>R1</th> <th>R2</th> <th>R3</th> <th>Acides phénoliques</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H</td> <td>H</td> <td>H</td> <td>Acide cinnamique</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>Acide p coumarique</td> </tr> <tr> <td>OH</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>Acide caféique</td> </tr> <tr> <td>OCH3</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>Acide férulique</td> </tr> <tr> <td>OCH3</td> <td>OH</td> <td>OCH3</td> <td>Acide sinapique</td> </tr> </tbody> </table>	R1	R2	R3	Acides phénoliques	H	H	H	Acide cinnamique	H	OH	H	Acide p coumarique	OH	OH	H	Acide caféique	OCH3	OH	H	Acide férulique	OCH3	OH	OCH3	Acide sinapique																					
R1	R2	R3	Acides phénoliques																																											
H	H	H	Acide cinnamique																																											
H	OH	H	Acide p coumarique																																											
OH	OH	H	Acide caféique																																											
OCH3	OH	H	Acide férulique																																											
OCH3	OH	OCH3	Acide sinapique																																											

I.3.1.2. Les flavonoïdes

a. Définition

Les flavonoïdes sont des substances naturelles issues de plantes, présentes dans tout le règne végétal. Ce sont des pigments responsables de la coloration des fleurs, des fruits et des feuilles (Touafek, 2010 ; Alillou, 2012). Ils sont universellement présents dans la cuticule foliaire et dans les cellules épidermiques des feuilles, et sont susceptibles d'assurer la protection des tissus contre les effets nocifs du rayonnement UV, ce qui explique une grande

partie de leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire et des colorants (Chibani, 2013).

Ces pigments représentent des signaux visuels qui attirent des animaux pollinisateurs (les anthocyanes, les auronnes et les chalcones). Les flavonoïdes sont largement abondants dans les légumes, les feuilles (salade, choux, épinards, etc), ainsi que dans les téguments externes des fruits (Lawson, 2006).

b. Structure chimique et les classes des flavonoïdes.

Plus de 4000 flavonoïdes ont été identifiés, ils ont une origine biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbones, constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C6 (A et B), reliés par une chaîne en C3 (Marfak, 2003). Le pont à 3 carbones entre les deux phényles forme généralement un troisième cycle (pyrone) (Bruneton, 1999)

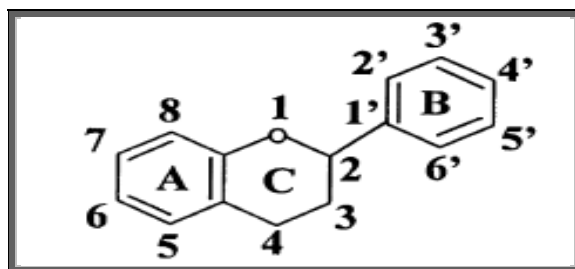


Figure 02 : Squelette moléculaire de base des flavonoïdes (Morel, 2011).

Les diverses classes de flavonoïdes diffèrent en fonction de la cyclisation, du degré d'insaturation et d'oxydation du cycle C alors que les composés individuels au sein d'une classe se distinguent par les substitutions des cycles A et B. Parmi les nombreuses classes de flavonoïdes... (Bruneton, 1999, Harborne, 1988) (Figure 3).

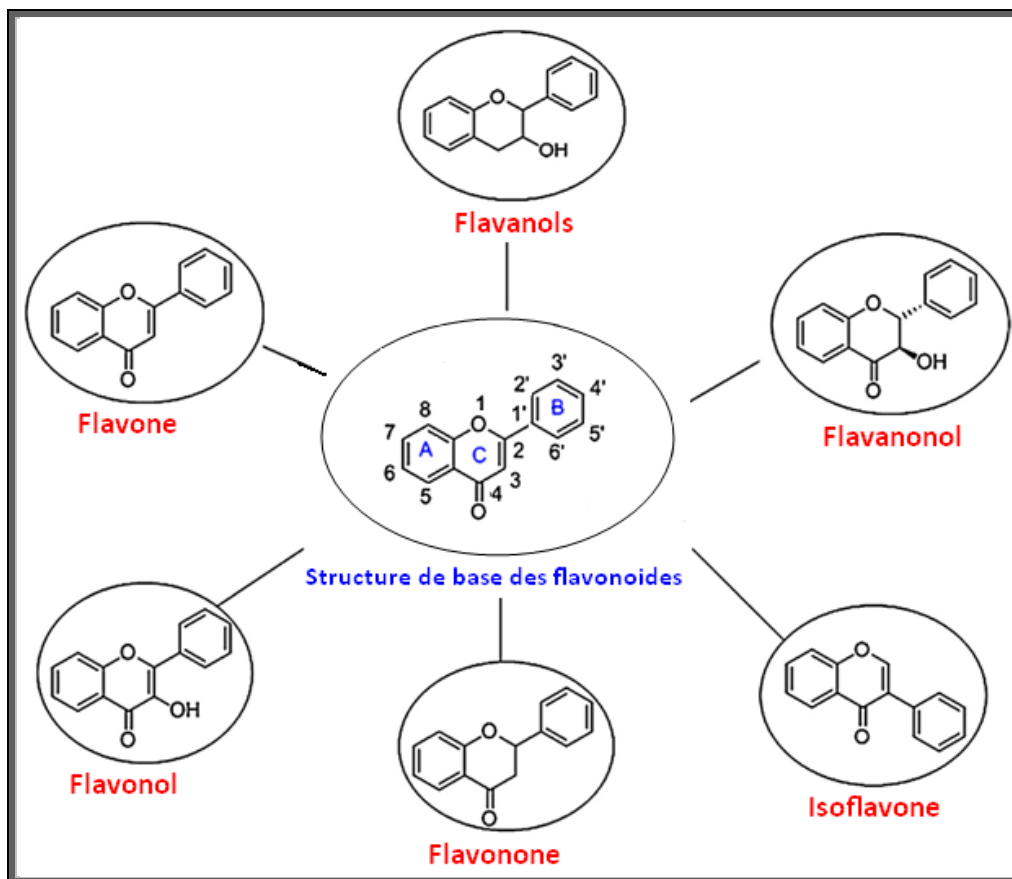


Figure 03: Les différentes classes de flavonoïdes (Harborne, 1988)

I.3.1.3. Les tannins

a. Définition

Les tannins sont des polyphénols polaires d'origine végétale (Berthod *et al.*, 1999), existent dans presque chaque partie de la plante : écorce, bois, feuilles, fruits et racines, leurs poids moléculaire s'étendent de 500 à 3000 (Cowan, 1999) et ils peuvent avoir plusieurs activités biologiques dont l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, antifongique, antitumorale, antivirale et antidiarrhéique (Bruneton, 1999).

En conséquence, ces substances peuvent être utilisées pour tanner le cuir ou encore à des fins thérapeutiques pour traiter la diarrhée ou les irritations cutanées (Guignard J, 1996 ; Hans W *et al.*, 2007).

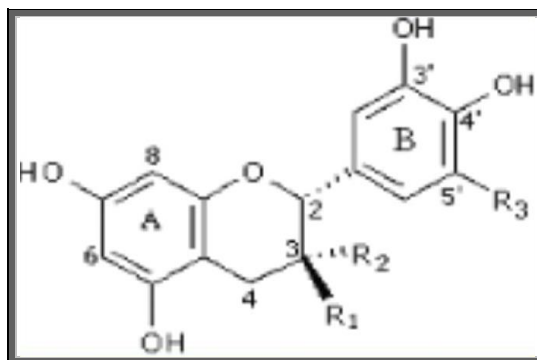


Figure 4: Structure de tanin

b. Les classes et les structures chimiques

Deux groupes de tanins différents aussi bien par leur structure que par leur origine biogénétique sont distingués :

- les tanins hydrolysables
- les tanins condensés (Akroum, 2005).

Tableau 03 : Les groupes des tannins (Crozier et al., 2006).

Classification	Exemple	Structure de base
Tanins hydrolysables	Gallotanins et Ellagitanins	
Tanins condensés	Tanins catéchique	

I.3.1.4. Propriétés biologiques des polyphénols

Les polyphénols montrent une large gamme des effets biologiques incluent les activités antibactérienne, anti-inflammatoire, antiallergique, hépatoprotective, antithrombotique, antivirale, anticancéreuse et de la vasodilatation (Middleton et al., 2000) ; plusieurs de ces

fonctions biologiques ont été attribué à leur effet piègeur sur les radicaux libres et leur activité antioxydant (**Soobrattee et al., 2005**).

Le rôle des composés phénoliques est maintenant reconnu dans différents aspects de la vie de la plante et dans l'utilisation que fait l'homme des végétaux. Ils peuvent en effet intervenir:

- Dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites).
- Dans les interactions de plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV), soit directement dans la nature soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux.
- Dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualité nutritionnelle.)

qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules) et des produits qui en dérivent par transformation.

- Dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentent) pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini.
- Dans la protection de l'homme vis-à-vis de certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydants (**Djabali, 2012**).

I.3.2. Alcaloïdes

a. Définition

Les alcaloïdes sont des molécules hétérocycliques azotées à structure souvent complexe et dont l'activité physiologique et pharmacologique est souvent marquée (**Benkiki, 2006 ; Touafek, 2010 ; Kalla, 2012**). Ce sont des composés basiques qui s'extraient soit dans l'eau acide soit dans des solvants comme le chloroforme après alcalinisation (**Attou, 2011**).

b. Classification des alcaloïdes

En fonction de leurs noyaux hétérocycliques on distingue généralement :

- **Les alcaloïdes vrais**

représentent le plus grand nombre d'alcaloïdes se trouvent soit sous forme libre soit sous forme de sel, N- oxyde présentent au moins un hétérocycle : exemple la strychnine dérivée du tryptophane (Attou, 2011 ; Badiaga, 2011).

- **Les proto-alcaloïdes**

qui dérivent d'acides aminés mais pour lesquels l'azote est en dehors des structures cycliques (exemple : la colchicine).

- **Les pseudo-alcaloïdes**

ressemble à la première classe mais ne dérivent pas d'acides aminés (exemple : la caféine) (Badiaga, 2011).

c. Structure des alcaloïdes

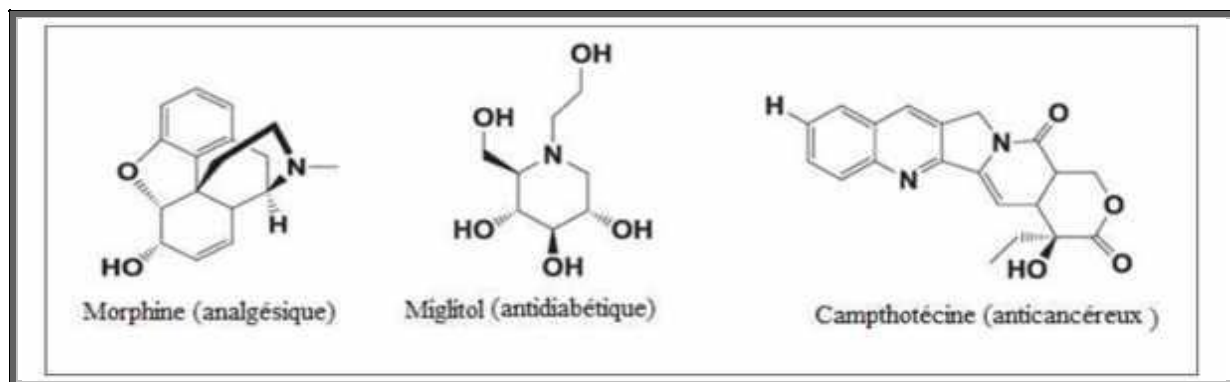


Figure 05: Structure de quelques alcaloïdes (Berreghioua, 2016)

I.3.2.1 Propriétés biologiques des alcaloïdes

Les alcaloïdes exercent généralement leurs activités pharmacologiques sur les mammifères comme l'homme. Jusqu'à aujourd'hui, plusieurs médicaments utilisés sont des alcaloïdes naturels, ils affectent chez l'être humain le système nerveux, particulièrement les transmetteurs chimiques tels l'acétylcholine, epinephrine, norepinephrine, acide aminobutyrique (GABA), dopamine et la sérotonine.

Les alcaloïdes jouent plusieurs activités pharmacologiques : analgésique (cocaine), anticholinergique (atropine, scopolamine, galanthamine), anti-malaria (quinine), anti-hypertensive (reserpine), antitussive (codeine), dépressant cardiaque, stimulant centrale (caféine), diurétique, anesthésiant local (cocaine), (morphine), anti-tumeur,

sympathomimétique (ephedrine), plusieurs alcaloïdes servent de modèle pour la synthèse d'analogues avec des propriétés meilleures (Benkiki, 2006).

I.3.3. Les terpènes

a. Définition

Le terme « terpénoïde » définit l'ensemble des terpènes oxygénés et non oxygénés, alors que le terme « terpène » ne tient pas compte de la présence d'oxygène (Baser et Buchbauer, 2010).

Les isoprénoïdes sont des composés issus de la condensation d'unités de base à 5 carbones de type isoprène. On parle également de composés terpéniques ou terpenoïdes, l'unité monoterpène correspondant à des molécules à 10 carbones formées à partir de deux unités isoprènes.

De façon analogue à la famille des composés phénoliques, les isoprénoïdes regroupent à la fois des molécules de faibles poids moléculaires, volatiles et composants principaux d'huiles essentielles, et des molécules hautement polymérisées comme par exemple le caoutchouc. Cette voie de biosynthèse donne naissance à de très nombreux métabolites secondaires, mais participe également à la synthèse de composés comme le β -carotène, les chlorophylles, l'ubiquinone ou la plastoquinone, qu'on ne positionne généralement pas dans le métabolisme secondaire (Bruneton, 1999).

Ainsi, on distingue selon le nombre de carbone:

- les monoterpènes (C 10),
- les sesquiterpènes (C 15),
- les diterpènes (C 20),
- les triterpènes (C 30)
- les tétraterpènes (C 40).

Certains composés terpéniques peuvent être toxiques, répulsives ou attractifs pour d'autres organismes, d'où leurs rôles dans les interactions entre les plantes et plantes-animaux (Bruneton, 2008).

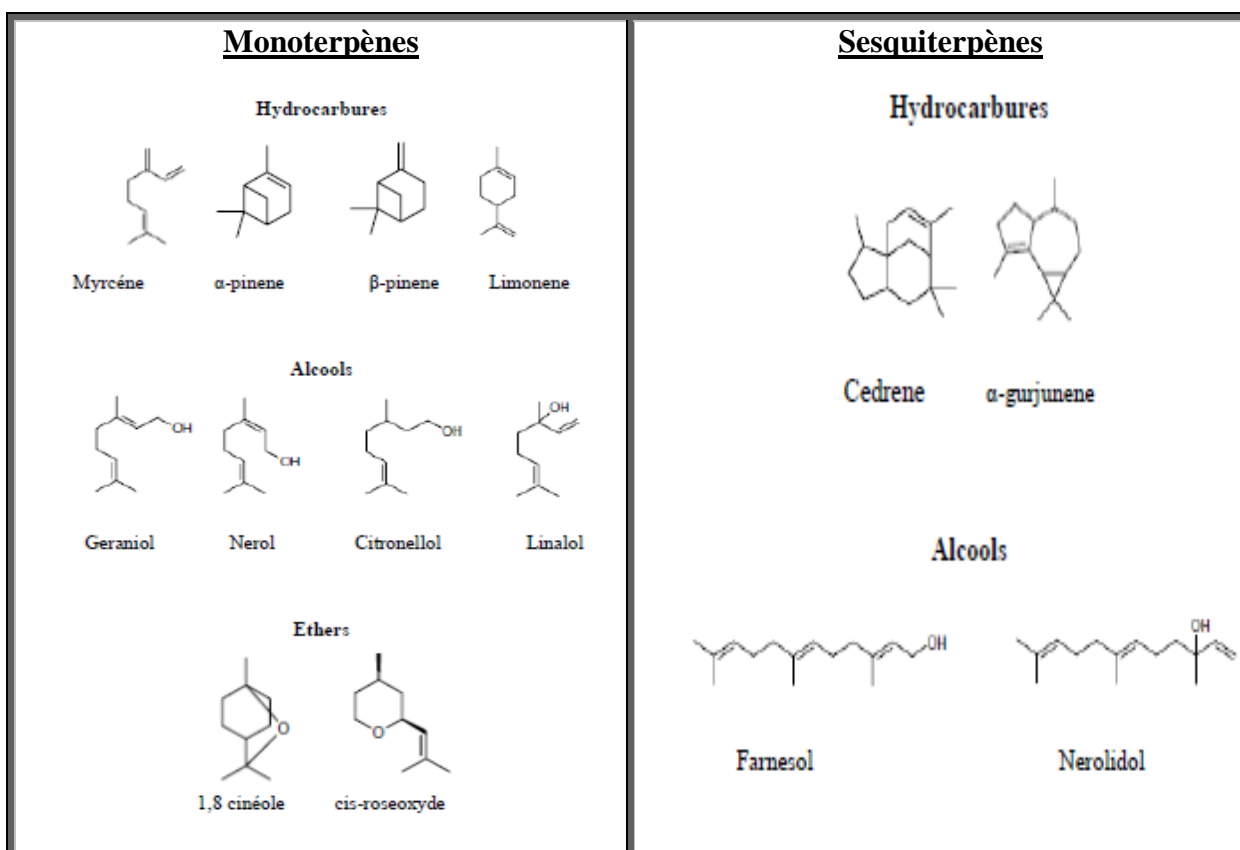


Figure 06: Différentes structures des monoterpènes et des sesquiterpènes (Baser et Buchbauer, 2010).

b. Huiles essentielles

L'huile essentielle, essence ou également appelé huile volatile, est l'ensemble d'extraits volatils de composition complexe obtenu des plantes aromatiques. (AFNOR, 2000) ce sont constituées d'un certain nombre de composés terpéniques, généralement les plus volatils dont la masse moléculaire n'est pas élevée. Ces constituants proviennent de l'isoprène répondant à la formule générale $(C_5H_8)_n$, ils sont également nommés isoprénoïdes ou terpénoïdes.

Les essences sont synthétisées par les végétaux supérieurs, il y aurait environ 17 500 espèces aromatiques (Bruneton, 1993).

➤ Classification

Selon le pouvoir spécifique sur les germes microbiens et grâce à l'indice aromatique obtenu par des aromatogramme, les huiles essentielles sont classées en groupes.

- Les huiles majeures

- Les huiles médiums
- Les huiles terrains (**Chakou et Bassou .,2007**).

I.3.3.1 Propriétés biologiques des terpènes

Les corps terpéniques (le terpène se trouve dans le menthol, le camphre etc....) eux même forment la base des stéroïdes qu'on retrouve dans de nombreuses vitamines. Ils sont connus par leurs activités cytostatiques, insecticides, antiinflammatoires, molluscicides et analgésiques (**Bruneton, 1999**).

I.4. L'origine des plantes médicinales

Elle porte sur deux origines à la fois. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", puis en second les plantes cultivées (**Chaberier J.Y, 2010**).

a. Plantes spontanées

Ce sont des plantes difficiles ou impossibles de les cultiver. Elles représentent encore, d'après certaines firmes importatrices, 60 à 70 % des drogues du marché européen. Quant à la valeur médicinale des plantes spontanées, elle se montre inégale puis qu'elle varie suivant l'origine, le terrain et les conditions de croissance (**Bezanger et al, 1975**).

b. Plantes cultivées

Une exploitation intensive des plantes médicinales a lieu en fédération de Russie. Plus de 50 espèces y sont cultivées et ce dans toutes les régions naturelles. Quant à la matière première sauvage, elle est stockée dans des centres implantés (**Chaberier J.Y, 2010**).

I.5. Intérêt des plantes médicinales

La plupart des espèces végétales contiennent des substances qui peuvent agir, à un niveau ou un autre, sur l'organisme humain et animal. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie. Elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus (**Iserin, 2001**).

La raison fondamentale est que les principes actifs végétaux proviennent de processus biotiques répandus dans tout le monde vivant, alors que l'essentiel des médicaments de synthèse sont des xénobiotiques aux effets secondaires très mal maîtrisés (**Bruneton, 2009**).

Les plantes médicinales sont donc importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme modèle pour les composés pharmaceutiquement actifs (**Decaux, 2002**).

CHAPITRE 2
Les fabacées

I. Généralité sur la famille des légumineuses (fabacées)

I.1. Historique

Les *Fabaceae* au sens large sont apparues il y a 70 millions d'années (**konate, 2010**). L'origine de cette famille se trouve chez les *Rosacées* à gousse appelées par les premiers botanistes « légumes » d'où le nom donné à la famille (**Boumaza, S.d2006**). La Fabacées est famille ou « Superfamille » de plantes dicotylédones, dialypétales, superovariées, herbacées ou arborexentes annuelles, bisannuelles ou pérennes dont le fruit est une gousse ou légume (**Marouf et Reynaud, 2007**).



Figure 07 : Fabaceae (anc. légumineuses) .(wikipedia,2011)

I.2. Description Botanique

Les Fabacées ou légumineuses avec 700 genres (**Gaussen et al., 1982**), avec 19500 espèces répandues dans le monde entier, sont après les *Astéracées* la seconde « famille » des triporées (**Dupont et Guignard, 2012**). Les *Fabaceae* sont représentées par des plantes volubiles, arbustes et même arbres, cette famille cosmopolite s'étend des zones froides aux zones tropicales (**Peirs, 2005**).

Les racines sont généralement pivotantes permettant une association fréquente des *légumineuses* aux graminées, avec des systèmes racinaires compatibles (**Peirs, 2005**). Les *Fabaceae* Lindley sont des plantes à métabolisme azoté élevé et acides aminés inhabituels, souvent nodules racinaires contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium*) ; parfois canaux ou lacunes sécrétrices (**Judd et al., 2002**).

Les feuilles généralement alternes, composées pennées (ou bipennées) à composées palmées, trifoliolées, ou unifoliées ; entières à parfois dentées –serrées, à nervation pennée folioles parfois transformées en vrilles ; renflement moteurs à la base de la feuille et des folioles bien

développés, produisant généralement des mouvements de veille et de sommeil ; stipules présentes, minuscules à foliacées, parfois transformées en épines.

L'inflorescence presque toujours indéterminées, parfois réduites à une fleur solitaire, terminale ou axillaire (Judd et al., 2002).

Les Fleurs sont généralement hermaphrodites, actinomorphes à zygomorphes, à Hypanthium court, généralement cupuliforme, sépales généralement 5, libres ou plus souvent soudés. pétales généralement 5, libres ou soudés, valvaires ou imbriqués , tous semblables , ou le pétale postérieur différant par la forme , la taille et la couleur (c'est –à-dire formant un étendard) , disposé intérieurement ou extérieurement dans le bouton , les deux pétales inférieurs souvent soudés ou adhérents et formant une carène , ou largement étalés , étamines 1 à nombreuses , mais généralement 10 , abritées dans le périanthe ou longuement exsertès . et parfois bien évidentes ; à filets libres ou soudés et , dans ce cas , souvent monadelphes ou diadelphes (9 étamines soudées et la supérieure , ou vexillaire , +ou- libre) ; grains de pollen tricolporés , ou triporés , généralement en monades , mais parfois en tétrades ou en polyades . Carpelle presque toujours 1, libre, généralement allongé, au sommet d'un court gynophore ; ovaire supère à placentation pariétale, style 1, réduit. Incliné vers l'avant, parfois velu ; stigmaté 1, réduit .ovules 1 à nombreux par carpelle, disposés sur 2 rangs le long d'un placenta supérieur, souvent campylotropes, nectar produit par la surface interne de l'Hypanthium ou par un disque intrastaminal.

Fruit généralement une gousse , parfois une samare , un fruit lomentacé , une gousse indéhiscente , un akène , une drupe ou une baie ; graines à spermodermes souvent indurés , à cellules en verre de montre , parfois arillées et parfois munies , à l'extérieur , d'une ligne en U(pleurogramme) ; embryon généralement courbe ; albumen souvent absent (Judd et al., 2002).

I.3. Répartition géographique

Le principal centre de diversité des *Fabaceae* est situé en Amérique du centre et du sud. D'autres centres de diversité sont localisés également en Afrique et en Asie. En général, les *Fabaceae* sont distribuées dans tous les biomes terrestres. Leur répartition est cependant variable selon la sous-famille. Les *Faboideae* sont cosmopolites et se retrouvent presque dans tous les milieux du globe terrestre. Les *Caesalpinioideae* occupent surtout les régions tropicales et subtropicales de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Asie. Les *Mimosoideae* dominent les régions tropicales et subtropicales, colonisent aussi les zones arides et semi-arides de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Australie (Ndayishimiye, 2011).



Figure 08 : Carte de répartition géographique des *Fabaceae* (Boutaghane, 2013).

I.4. Classification

Le nom de la Famille des Fabaceae découle du nom de genre *Faba*. Il se trouve que ce nom de genre n'est plus utilisé ayant laissé place au genre *Vicia*. Un représentant de l'ancien genre *Faba* est la fève (du latin *Faba*, fève), anciennement *Faba vulgaris*, maintenant *Vicia faba*.

La famille est aussi appelée couramment Légumineuses ou Papilionacées (*Papilionaceae*) mais ne sont pas de vrais synonymes, chaque nom s'applique à une condition particulière. Selon les classifications, la composition de cette famille varie :

- Fabacées, au sens limité, est adopté en classification classique (1981). Ce groupe est nommé *Fabaceae* ou *Papilionaceae*, il comprend 12000 espèces réparties en plus de 400 genres (En classification phylogénétique, ce groupe des plantes serait la sous-famille *Faboideae*).
- Fabacées, au sens large, est adopté en classification phylogénétique (2003). Ce groupe est nommé *Fabaceae*, il comprend 18000 espèces réparties dans trois sous-familles (En classification classique, ce groupe des plantes serait l'ordre des Fabales avec trois familles) (Sebihi, 2008).

Sur la base de leurs caractéristiques florales, les botanistes s'entendent à regrouper ces espèces en trois sous-familles (Jean-Luc, 2007) :

- Sous-famille *Mimosoideae* avec une fleur régulière;
- Sous-famille *Caesalpinioideae* avec une fleur pseudo-papilionacée ;

•Sous-famille Faboideae ou Papilionoideae avec une fleur typique en papillon (Sebihi, 2008).

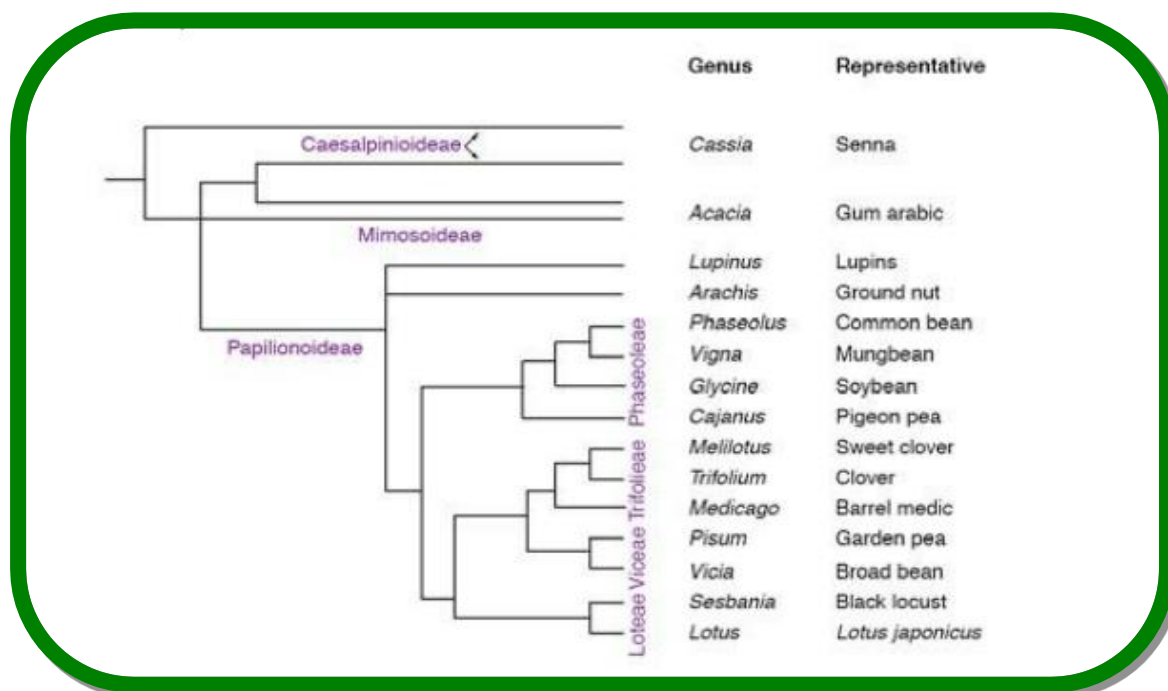


Figure 09 : Phylogénie de quelques Légumineuses (Udvardi M.K et al, 2005).

1.5. Importance des Fabacées

- C'est une famille qui a une grande importance économique et écologique car elle a des applications industrielles, alimentaires ou encore ornementales (**Debelmas A.M et Delaveau P ,1983**).
- L'intérêt agronomique des fabacées provient en premier lieu du fait de leur capacité à fixer l'azote atmosphérique grâce à leurs nodules racinaires contenant des bactéries fixatrices d'azotes (rhizobiums) (**Judd W.S et Campbell C.S ;Kellogg E.A ;Stevens P ,2002**).
- Il s'ensuit une symbiose entre la plante infestée et la bactérie : celle-ci fixe l'azote Atmosphérique en empruntant l'énergie nécessaire dans les sucres fournis par la plante, et en retour, la plante utilise l'ammoniac synthétisé par la bactérie (**Botineau M, 2010**).
- L'intérêt alimentaire découle du fait que les fabacées constituent une source très importante de protéines et lipides et rentrent dans l'alimentation humaine : haricot (Phaseolus), pois (Pisum sativum), pois chiche (Cicer arietinum), fève (Vicia faba),

soja (glycine max) et animale : trèfle (*Trifolium*), luzernes (*Medicago*), sainfoin (*Onobrychis*) (**Spichiger R.E et Savolainen V.V ; Figeat M ; Jeanmonod D ,2004**).

- L'intérêt industriel résulte du fait que beaucoup d'espèces de cette famille fournissent des produits industriels tels que le Soja qui est utilisé à grande échelle dans l'élevage industriel, les Derris et les Lonchocarpus qui donnent les roténoïdes insecticides [19]. Linuma M. et all. (1993). D'autres espèces produisent des substances colorantes, et d'autres sont utilisées en parfumerie comme *Pterocarpus santalinus* (**Arnone A et Camarda L ; Merlini L ; Nasini G ; Taylor D.A.H ,1977**). Certains *Dalbergia* spp d'Afrique, de Madagascar, d'Asie, produisent des bois précieux (ébène d'Afrique, palissandres, bois de rose). Alors que, certaines espèces (*Spartium junceum*, *Crotalaria juncea*, ou chanvre du Bengale) fournissent des fibres textiles (**Botineau M, 2010**).

I.6. Rôle

Les légumineuses jouent un rôle clé en introduisant de l'azote. La culture des légumineuses ne nécessite pas l'apport d'engrais azotés, elle permet de réduire les apports azotés sur la culture suivante de la rotation. Les Romains avaient déjà observé ce rôle bénéfique des légumineuses et les civilisations précolombiennes avaient généralisé la culture en association d'une légumineuse par exemple le Haricot (*Phaseolus* sp) avec une céréale comme le Blé (*Triticum durum*) (**Anonyme, 2000**).

Les légumineuses jouent également un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols agricoles, elles sont utilisées en rotation ou en association dans les systèmes de culture, elles apportent une certaine contribution en azote, en fixant et en intégrant une partie de l'azote atmosphérique dans le système (**Sebihi, 2008**).

I.7. Composition chimique

Tableau 4 : Composition des légumineuses secs (pour 100 g de légume secs crus) (Anonyme, 2000)

Composition	Fèves	Haricots	Lentilles	Pois cassés	Pois chiches
Énergie(Kcal)	343	337	346	341	364
Eau %	11	11	12	11	12
Protéines %	24	22	25	25	19
Graisses%	2	1	2	1	6
Glucides%	60	61	59	60	61
Fibres%	11	21	11	26	71
Calcium(mg)	85	144	41	55	105
Phosphore(mg)	438	399	294	366	366
Fer(mg)	10	7	8	4	6
Potassium(mg)	1375	1352	578	981	875
Magnésium(mg)	333	70	72	115	115

Les légumineuses, qui regroupent les haricots, les lentilles, les pois et les fèves, sont des aliments riches en nutriments et reconnus pour leurs bienfaits sur la santé. Leur composition chimique varie selon l'espèce, la variété et les conditions de culture, mais de manière générale, elles présentent des caractéristiques nutritionnelles remarquables : Composition chimique des légumineuses :

Les légumineuses, qui regroupent les haricots, les lentilles, les pois et les fèves, sont des aliments riches en nutriments et reconnus pour leurs bienfaits sur la santé. Leur composition chimique varie selon l'espèce, la variété et les conditions de culture, mais de manière générale, elles présentent des caractéristiques nutritionnelles remarquables :

- **Protéines :**

Les légumineuses sont une excellente source de protéines végétales, avec une teneur qui oscille entre 20 et 35% du poids sec.

La qualité de ces protéines est appréciable, bien que généralement pauvres en certains acides aminés essentiels comme la méthionine et le tryptophane.

Elles sont cependant riches en lysine, ce qui les rend complémentaires des protéines des céréales, permettant une meilleure assimilation des acides aminés essentiels.

- **Glucides :**

Les légumineuses constituent également une source intéressante de glucides, avec une teneur qui se situe entre 50 et 65% du poids sec. Ces glucides sont principalement constitués d'amidon et de fibres solubles.

- **Fibres :**

Les légumineuses sont riches en fibres, avec une teneur pouvant atteindre 25% du poids sec. Ces fibres, majoritairement solubles, favorisent une bonne digestion et contribuent à la régulation du transit intestinal.

- **Vitamines et minéraux :**

Les légumineuses regorgent de vitamines et de minéraux essentiels pour l'organisme. Elles sont particulièrement riches en fer, magnésium, phosphore, potassium, folate et thiamine.

- **Autres composés bioactifs :**

Au-delà des nutriments mentionnés, les légumineuses contiennent également des composés bioactifs tels que les poly-phénols et les phytates.

Ces composés présentent des propriétés anti-oxydantes et peuvent contribuer à réduire le risque de maladies chroniques comme les maladies cardiaques, le cancer et le diabète.

1.8. Toxicité de certaines Fabacées

Un nombre non négligeable de fabacées est toxique et il est important de noter que son ordre comporte plus de 16000 espèces dangereuses. Après avoir cité quelques espèces d'intérêt thérapeutique, il serait utile d'attirer l'attention sur un certain nombre d'espèces dangereuses. Les parties le plus souvent incriminées dans les empoisonnements sont les graines où sont accumulés les principes toxiques comme *Tephrosia vogelii*, *Physostigma venenosum* et genre de Coronilles (Mekkiou R, 2005).

La présence de certains métabolites secondaires dans les Fabacées peut entraîner des intoxications de façon directe ou indirecte (Botineau M, 2010).

❖ Certains acides aminés non constitutifs, nombreux dans les Fabacées, et qui sont fournis par les bactéries fixatrices d'azote, perturbent gravement les chaînes métaboliques, provoquant les troubles du lathyrisme, qui se produisent à la suite de la consommation d'espèces du genre *Lathyrus*. Cela se traduit chez l'homme par une paralysie progressive des muscles. De véritables « épidémies » ont eu lieu lors de périodes de famines en France en 1700-1701 puis en 1856, lorsque la farine de « Jarousse » (*Lathyrus sativus*) a remplacé la farine de blé.

❖ Des intoxications hépatiques et cardio-pulmonaires, dues à la présence d'alcaloïdes pyrrolizidiniques dans des espèces du genre *Crotalaria*, en particulier *Crotalaria retusa*, suite à la consommation de céréales contaminées par les graines, ou suite à l'utilisation de ces

plantes pour soigner des troubles grippaux ou asthmatiques.

❖ Contamination suite à la présence de champignons du type *Aspergillus* développés sur les graines en cas d'humidité, et qui élaborent des aflatoxines cancérigènes.

II. L'*Anagyris foetida*

II.1. Définition et Origine de l'espèce

Anagyris foetida appelé bois puant c'est une arbuste, famille des Fabaceae, Arbrisseau de 1 à 3 mètres, Se caractérise par son odeur désagréable (fétide) .est largement distribué dans l'Europe méditerranéenne, l'Asie occidentale et l'Afrique septentrionale. Floraison février-mars (Anonyme 3).



Photo 1 : L'arbuste d'*Anagyris foetida* (Kourtes (Zaros), 21 décembre 2010).

II.2. Systématique d'*Anagyris foetida*

D'après (Fournier P, 1947) la classification d'*Anagyris foetida* est la suivante

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyta
Sous-embranchement	Angiospermae
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fabales
Famille	Fabacées-Fabaceae
Genre	<i>Anagyris</i>
Espèce	<i>Anagyris foetida</i>

II.3. Description botanique

II.3.1. La feuille

Feuilles alternes, pétiolées, trifoliées, oblongues, sessiles mucronées ; stipules opposés aux pétioles et bifides à leur sommet (**Fournier P, 1947**).



Photo 2 : La feuille d'*Anagyris foetida* (**Kourtes (Zaros) , 2010**).

II .3.2. La fleur

Fleure naissant trois ou quatre ensemble par petites grappes latérales et axillaires, portées chacune sur un pédoncule plus court qu'elle (mai), d'un jaune pâle, excepté le pétale supérieur qui est taché en dessus d'un jaune-brun. Calice monophylle, campanulé, persistant, ayant le bord partagé en cinq dents pointues et couvert de poils.

Corolle papilionacée, remarquable par sa carène forte allongée, ainsi que son pavillon très-court et un peu réfléchi au-dessus. Etamines au nombre de dix et libres. Ovaire oblong, chargé d'un style de la longueur des étamines. Stigmate simple et pubescent, terminant l'ovaire (**Fournier P, 1947**).



Photo 3 : La fleur d'*Anagyris foetida* (**Kourtes Zaros ,2010**)

II .3.3. Le fruit

Gousse de la longueur du doigt, presque cylindrique, recourbée à son extrémité et renfermant trois à cinq graines réniformes, violettes, qui deviennent blanches en mûrissant (**Fournier P, 1947**).



Photo 4 : Les fruits d'*Anagyris foetida* (Toulon Var -France, 2019).

II .3.4. La tige :

Tige droite, rameuse, recouverte d'une écorce cendrée, s'élevant jusqu'à la hauteur de 3 mètres (**Fournier P, 1947**).



Photo 5 : La tige d'*Anagyris foetida* (**Kamilari , 2010**)

II .4. Composition chimique

L'*Anagyris* contient deux alcaloïdes toxiques, la cytisine (voir à Cytise) et l'anagyrine isolée par Hardy et Gallois en 1885 à partir d'*Anagyris foetida*. Cette dernière est une substance amorphe, jaunâtre, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. A l'air libre, elle se ramollit et prend une consistance visqueuse. L'empoisonnement par l'anagyrine se manifeste de la même façon que celui par l'*Anagyris*. On trouve en outre dans les graines de l'huile fixe, des matières résineuses et pectiques (**Fournier P, 1947**).

II .5. Mode d'emploi

Infusion purgative des feuilles, tige ou racine: 8 à 16 gr. pour 150 à 200 gr. d'eau bouillante, édulcorée au miel ou au sirop (**Fournier P, 1947**).

II .6. Exigences pédoclimatique

Avec différents facteurs climatiques, les types de plantes diffèrent, et donc chaque plante a ses propres facteurs qui lui conviennent, pour sa croissance et son développement.

L'image ci-dessous montre les caractères climatiques et les caractères du sol idéaux pour la croissance d'*Anagyris foetida* ::

II.7.Effets toxicologiques

Il ne faut employer les diverses parties de la plante qu'avec précaution ; les graines sont nettement toxiques et leur danger vient surtout de ce que les enfants peuvent les confondre avec les Haricots (**Fournier P, 1947**) leur a vu produire de violents vomissements allant jusqu'au sang.

L'anagyryne qu'elles contiennent produit, chez les animaux à sang chaud, le ralentissement, puis l'arrêt de la respiration et du cœur. La fétidité de la plante se transmet au lait des animaux qui par exception, l'ont broutée ; habituellement ils s'en éloignent. Cazin rapporte que du fromage fait avec le lait de Chèvres ou de Brebis qui, pressées par la faim, s'en étaient nourries, a produit de violents vomissements et même l'empoisonnement. Les soins à donner dans ce dernier cas sont les mêmes que pour l'empoisonnement par le Cytise. Les feuilles, la tige et la racine, à dose convenable, sont doucement purgatives et vermifuges. D'après Desportes la racine est plus spécialement apéritive et antisiphilitique. A dose plus élevée, ces mêmes parties de la plante deviennent émétiques et emménagogues. Les graines agissent beaucoup plus énergiquement encore. Torréfiées en infusion thé forme, on les emploie contre les maux de tête. Dr agendorff mentionne également l'emploi de l'Anagyre pour accélérer la délivrance et les lochies. A l'extérieur, on applique les feuilles pilées en topique contre les migraines, les tumeurs, les œdèmes, les manifestations scrofuleuses, les ulcères. (**Fournier P, 1947**)

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1

Matériel et méthodes

I. Introduction

Les métabolites secondaires sont synthétisés et employés par les végétaux dans des multitudes fonctions adaptatives notamment en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'ils peuvent subir. Ces substances présentent des propriétés physico-chimiques diverses et multiples vertus biologiques (antimicrobien, antioxydant, anti-tumorale et anti-inflammatoire...etc). C'est dans cette optique notre étude a été entreprise, elle consiste sur l'extraction et dosage de quelques types de métabolites secondaires tels que (polyphénols, flavonoïdes, tannins, saponines, et anthocyanes), suivie par une analyse des saponines par un test de chromatographie sur couche mince CCM.

Notre travail de recherche a été réalisé au sein des laboratoires (phytochimie et biochimie) au niveau de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université Chadli Bendjedid Tarf.

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel végétal

La plante (*Anagyris foetida*) a été récoltée au mois de Février 2024, de la station d'Errihane (latitude de 36°88 Nord et à une longitude de 07°63 Est), la commune de Bougous est limitée au Nord par la commune d'Ain-Assel, à l'Est par la frontière Algéro-tunisienne, au Sud-Ouest par la commune de Zitouna et au Nord-Ouest par la commune de Tarf. Le matériel végétal recueilli a été séché à une température ambiante et à l'ombre, afin de séparer les feuilles, tiges, et fleurs.

II.2. Analyse physico-chimique

II.2. 1. Teneur en eau

La teneur en eau est la différence entre le poids frais et le poids sec d'un gramme de matériel végétal, on le place dans l'étuve réglée à 105 ± 2 °C pendant 3 heures; jusqu'à l'obtention d'un poids constant (**Afnor, 1982**). Cette différence est exprimée en pourcentage par rapport à la matière fraîche selon la formule déterminée par la relation : **TRE en % = (PF – PS) x100 /PF (Calvo et al., 2007; Miller et al.,1998)**.

TRE : teneur en eau (en %), **PF** : poids frais (en g), **PS** : poids sec après séchage (en g).



Figure 10 : localisation géographique du site d'étude Bougous (Google Earth 2024)

II.2.2. Teneur en cendres

2g d'échantillon des (feuilles, tiges, fleurs) est mise dans un four à moufle réglé à $550 \pm 15^\circ\text{C}$, pendant 5 heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre (Afnor, 1982). On exprime la matière organique par la formule suivante :

$\text{MO \%} = [(M1 - M2)/P] \times 100$ (Thompson et al, 1999).

MO est la matière organique en (%)

M1 est la masse des capsules + prise d'essai

M2 est la masse des capsules + cendres.

P est la masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit : $\text{Cd} = 100 - \text{MO \%}$, (Broekmans et al, 2000).

II.2. 3. Extraction méthanolique

Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le solvant utilisé dans cette présente étude est le méthanol pur (99%), (**Benakmoum, 2008; Diallo, 2004**) On introduit 1 g des échantillons de la plante dans un mortier, avec 20 ml de méthanol, après une macération de 15 mn environ le mélange obtenu est filtré par un papier filtre Whatman, la phase organique récupérée est concentrée au Rota vapeur à 45°C. On obtient ainsi un extrait visqueux qui est récupéré dans 3 ml de méthanol. (**Owen et Johns, 1999; Vercauteren et al, 1996**)

II.2. 4. Détermination du rendement de l'extraction alcoolique

Le rendement est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$R (\%) = 100 M_{\text{ext}} / M_{\text{éch.}}$$

Où : **R** est le rendement en %;

M_{ext} est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg.

M_{éch} est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg. (**Djeneb et al., 2016**).

Les extraits obtenus sont pesés ensuite conservés à température 4°C, à l'abri de la lumière jusqu'à leur utilisation.

II.2. 5. Analyse des composés phénoliques

II.2. 5.1. Extraction des flavonoïdes

L'extraction des flavonoïdes a été réalisée par la méthode décrite par (**Bekkara et al, 1998**) . Les solvants que nous avons employés pour le partage liquide-liquide sont : l'acétate d'éthyle et le 1-butanol.

Les résidus secs obtenus par évaporation du filtrat méthanolique de chaque partie de la plante étudiée (feuille, tige et fleurs), sont partagés entre 10 ml d'acétate d'éthyle et le même volume d'eau distillée dans une ampoule à décanter. Après agitation et décantation des deux phases, la phase d'acétate d'éthyle est récupérée et la phase aqueuse est à nouveau partagée avec 10 ml d'acétate d'éthyle. La phase d'acétate d'éthyle est récupérée, additionnée à la précédente et séchée par un évaporateur rotatif sous pression réduite à 60°C. Le résidu sec est repris par quelques millilitres de méthanol et conservé à 4°C. Cette fraction est la phase d'acétate d'éthyle.

La phase aqueuse issue de l'extraction avec l'acétate d'éthyle est, quant à elle partagée avec 10 ml du 1-butanol. L'opération est répétée deux fois et la phase 1-butanol est séchée au rotavapeur à 60°C. Le résidu sec est repris par quelques millilitres du méthanol et conservé à + 4°C. Cette fraction est la phase butanolique (Figure 11).

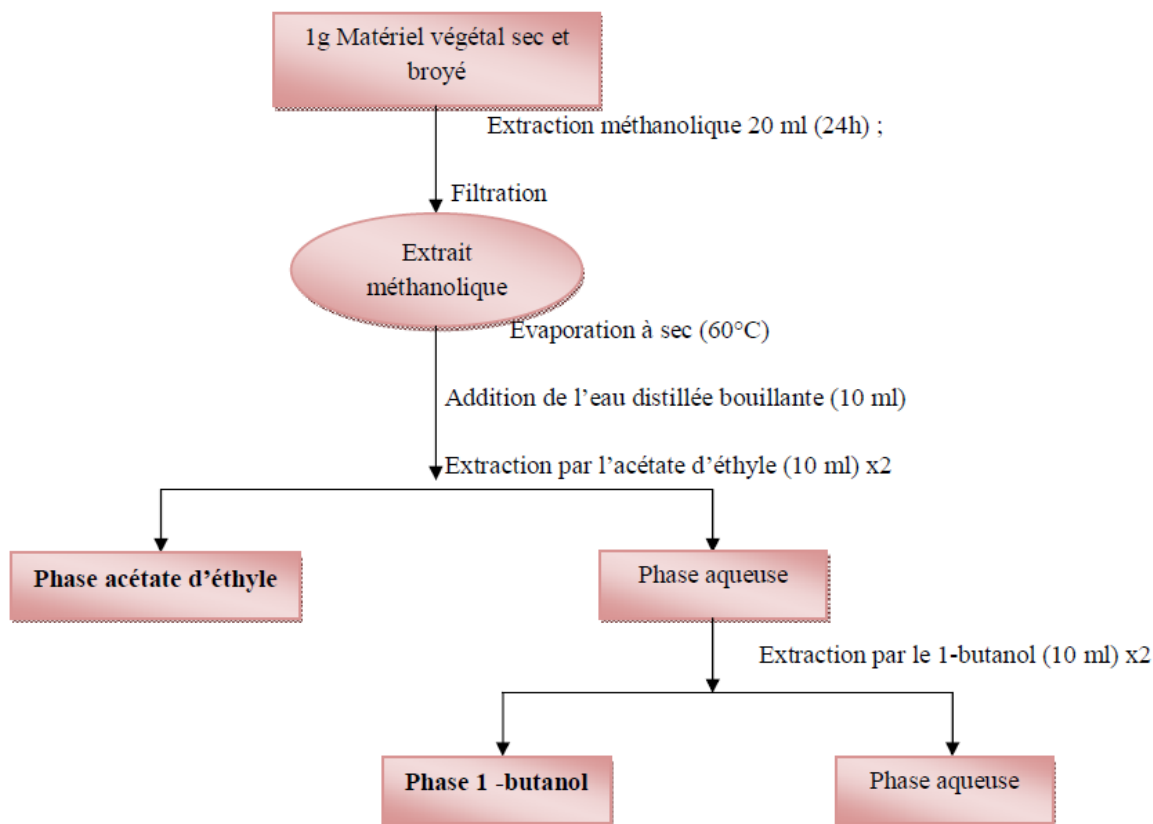


Figure 11 : Présentation de la méthode d'extraction des flavonoïdes (Paris, 1954).

II.2. 5.2. Extraction des tannins

L'extraction des tanins a été effectuée selon la méthode adaptée par (Zhang *et al*, 2008).

2,5g de poudre de matériel végétal (feuille, tige et fruits) a été extraite par 50 ml du mélange acétone/eau distillée (35/15, V/V) durant trois jours à une température ambiante. La solution est filtrée et évaporée à 40°C par un rotavapeur pour éliminer l'acétone puis, la phase aqueuse est lavée par 15 ml de dichlorométhane afin d'éliminer les pigments et les lipides. Après la séparation de la phase organique, la phase aqueuse a été extraite deux fois avec 15 ml d'acétate d'éthyle. Le mélange des deux phases est évaporé à sec à 40°C par un rotavapeur puis pesé et repris par 3 ml de méthanol (Fig 12).

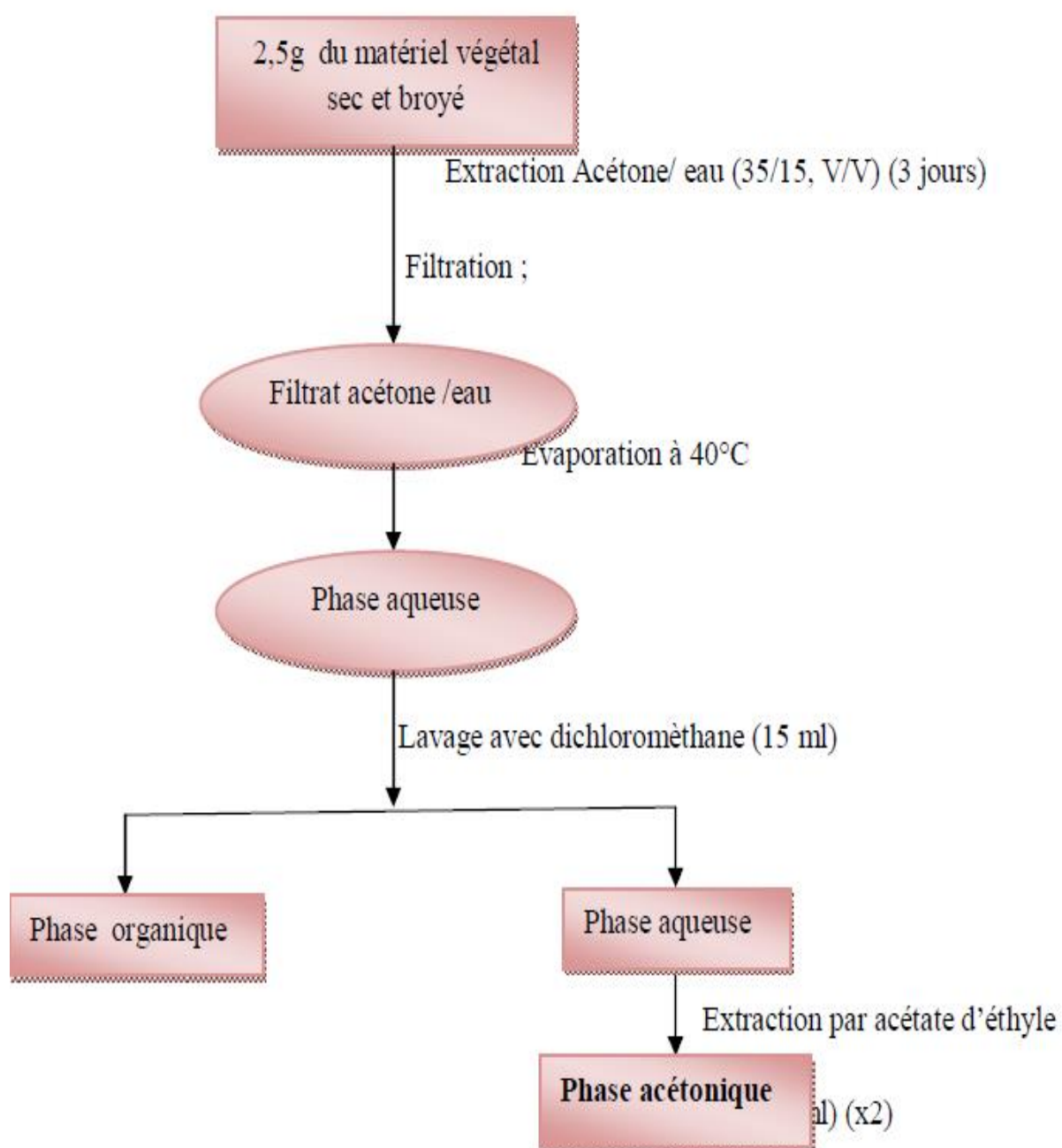


Figure 12: Protocole d'extraction des tanins

II.2.5.3. Extraction des saponines

Au cours de ce travail nous avons utilisé une technique d'extraction selon la méthode élaborée par (Applebaum *et al*, 1969) légèrement modifiée dans notre laboratoire (Fig13). 10g de drogue séchée de chaque échantillon a été délipidé durant 2h par 50ml du n. hexane pur. Après filtration et élimination de la phase organique, le précipité obtenu a été macéré dans 60ml de l'éthanol pur pendant 24h sous agitation magnétique à température ambiante. La phase éthanolique est évaporée à sec sous vide à 40°C à l'aide de rota-vapeur.

Le résidu sec a été extrait par 20ml du mélange (eau distillée/ éther du pétrole, v/v), chauffé à 50°C dans un bain-marie pendant 30mn. La liqueur est ensuite épuisée dans une ampoule à décantation. Cette opération a été répétée trois fois successivement.

Les phases aqueuses obtenues ont été mélangées puis soumises à une extraction par le n-Butanol (30ml) pendant 30mn pour l'entraînement des composés polaires et la majorité des hétérosides. La phase organique évaporée à sec à 40°C par le rota vapeur constitue l'extrait des saponosides, elle est ensuite pesée et divisée en deux ; la première partie est reprise par 1ml d'acétone pour l'analyse chromatographique, la deuxième partie est réservée pour les tests biologiques. La détermination du rendement en saponosides est exprimée en pourcentage et calculé selon la formule suivante : $R\% = (P R S / P P) \times 100$

R : rendement, **PRS** : poids de résidus sec, **PP** : poids de la plante

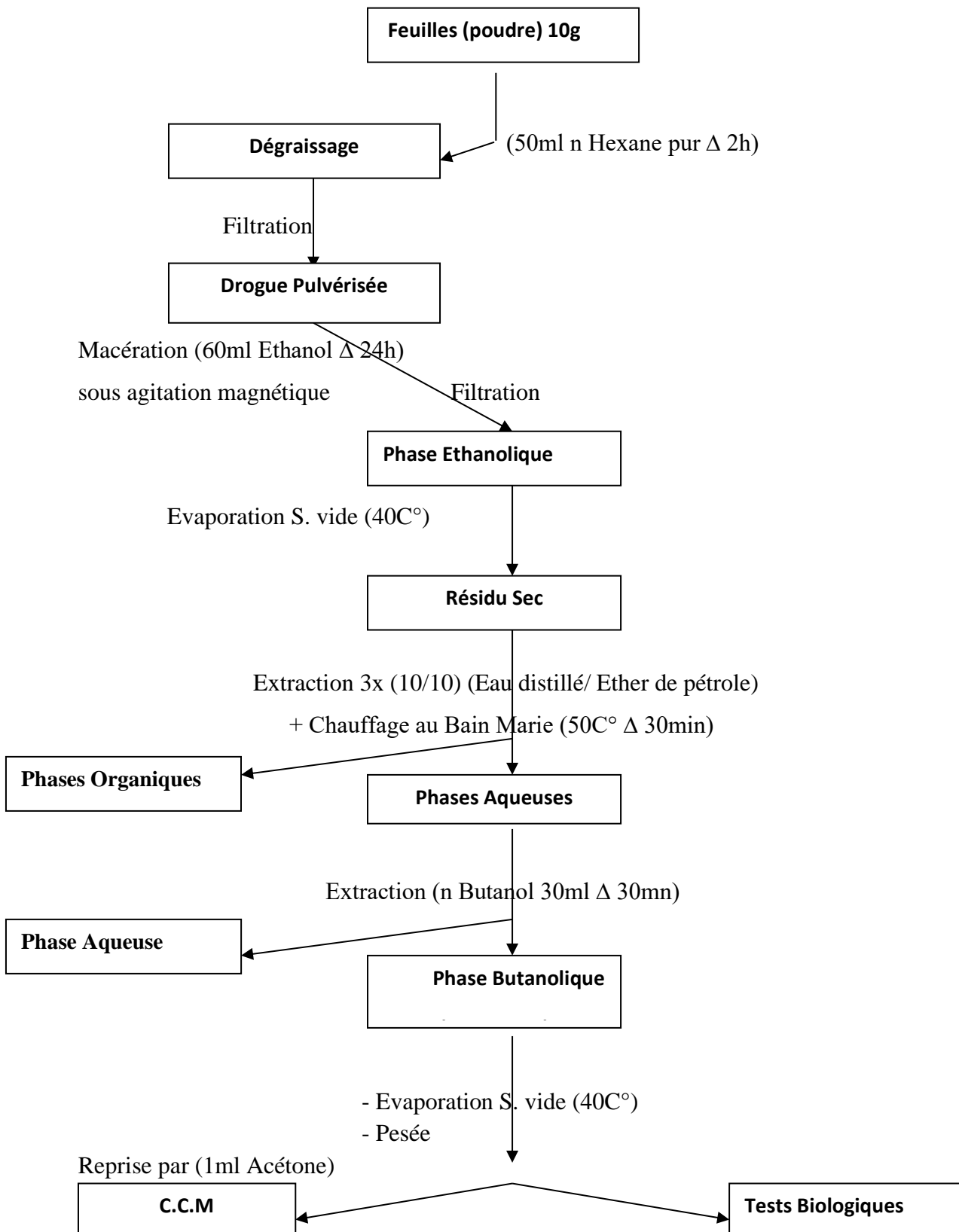


Figure 13: Représentation Schématique de la méthode d'extraction des **saponosides** (Applebaum et al ,1969) légèrement modifiée dans notre laboratoire.

II.2. 5.4. Extraction des Anthocyanes

L'extraction des anthocyanes a été réalisée selon la méthode décrite par (Longo *et al*, 2007). La mise en évidence des anthocyanes dans les trois échantillons du matériel végétal, a été faite par une macération de 2,5 g en poudre dans 12,5 ml d'HCl/méthanol (v/v) à 0,1% pendant 20 h à une température ambiante. Après filtration le résidu ainsi obtenu est lavé avec 12.5 ml de d'HCl/méthanol (v/v) à 0,1%, puis l'extrait de chaque échantillon a été évaporé à sec par un rota-vapeur à 30°C. Le résidu sec est repris par 3 ml du méthanol (Fig14).

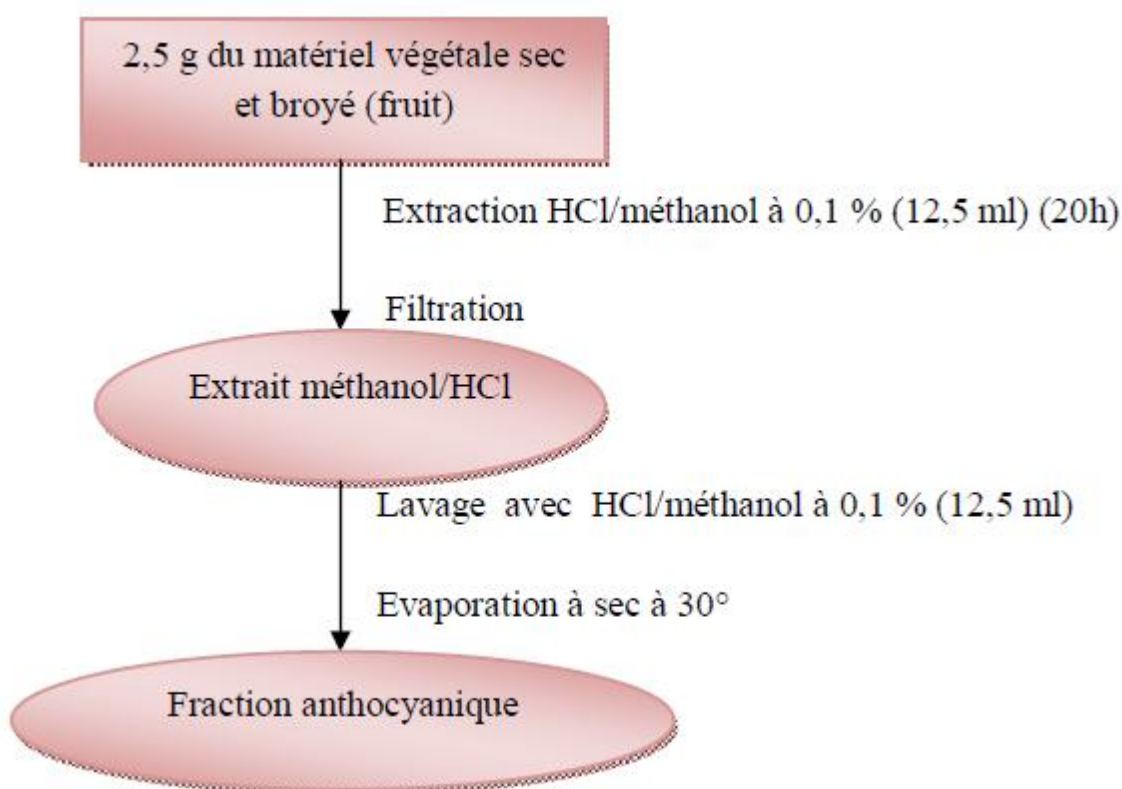


Figure14: Schéma illustratif de la méthode d'extraction des Anthocyanes (Longo *et al*, 2007)

II.2. 6. Dosages des composés phénoliques

II.2. 6.1. Dosage des phénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des feuilles tiges, fleurs de la plante est déterminée selon la méthode de Folin-Ciocalteu (Singleton et Rossi, 1965). Dans un tube en verre, on introduit 0.5 ml de chaque extrait obtenu et 0.5 ml de réactif de Folin- Ciocalteu, on mélange

correctement pendant 5 mn, on ajoute 5 ml de solution aqueuse de carbonate de sodium à 7% et 12.5 ml d'eau distillée, le mélange est agité au vortex et conservé à température ambiante à l'abri de la lumière pendant une heure, on mesure l'absorbance à 750 nm. Le blanc est représenté par l'eau distillée. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard (**Annexe 1**).

II.2.6.2. Dosage des flavonoïdes

Une préparation de différentes concentrations à partir d'une solution mère 1mg/ml (végétal mg/méthanol) est ajouté à 1 ml de trichlorure d'aluminium à 2% avec un repos d'une heure à l'obscurité, les mêmes conditions sont adaptés pour les dilutions de l'extrait et de la courbe d'étalonnage préparés avec la quercétine (**Annexe 2**) (**Zhishen et al,1999**).

L'absorbance de chaque solution a été déterminée à 420 nm. La teneur en flavonoïdes totaux des extraits de la plante étudiée est exprimée en milligramme (mg) équivalent de la quercétine par gramme de la matière végétale sèche (mg EQ/g).

II.2.6.3. Dosage des tanins :

Un volume de 50 µl de l'extrait brut de chaque échantillon est ajouté à 1500 µl de la solution vanilline/méthanol (4%, m/v) puis mélangé à l'aide d'un vortex. Ensuite, 750 µl de l'acide chlorhydrique concentré (HCl) est additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à la température ambiante pendant 20 min. L'absorbance est mesurée à 550 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant de la catéchine comme contrôle positif .(**Annexe 3**) (**Julkunen-Titto,1985**).

Les résultats sont exprimés en milligramme (mg) équivalent de la catéchine par gramme de la matière végétale sèche (mg EC/g). Cette procédure est résumée dans le schéma ci-dessous :

II.2.7. Séparation et identification des composants des saponines par chromatographie sur couche mince (C.C.M)

II.2.7.1. Principe de la chromatographie sur couche mince (C.C.M)

C'est une technique physico –chimique de séparation des constituants présents dans un extrait à partir de leur force de migration dans un système de solvant approprié. C'est une méthode analytique de contrôle qui à chaque stade de séparation permet de :

- Suivre la pureté d'un composé lorsque les conditions opératoires sont bien déterminées.
- Suivre la progression d'une réaction, étant donné qu'elle indique le nombre de composants dans un mélange réactionnel.

II.2.7.2. Matériels utilisés

La mise en œuvre d'une C.C.M nécessite le matériel suivant :

- Une phase stationnaire ou chromatoplaque : plaques de gel de silice (Kiesgel 60F₂₅₄) 20x20cm .
- Cuve de chromatographie (Atmosphère saturée en vapeur de solvant).
- Micropipette.
- Embouts.
- Lampe de wood.

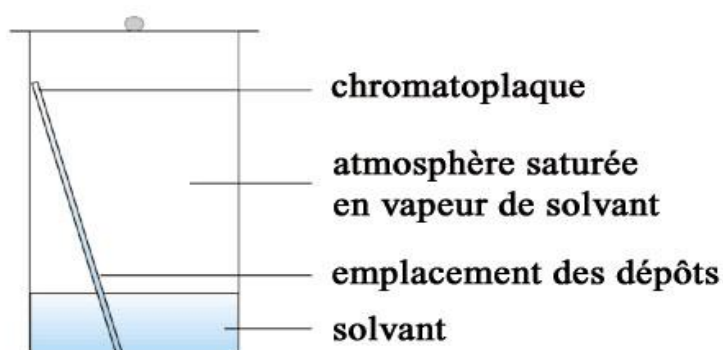


Figure 15 : la cuve chromatographique

II.2.7.3. Méthode de séparation

Nous avons déposé à l'aide d'une micropipette à une distance de 1cm du bord de la plaque environs 10 µl de la solution (acétone pur +résidu) de chaque échantillon. Les dépôts

sur les plaques ont été séchés à l'air libre avant de les introduire dans la cuve de migration contenant le système de solvant approprié. Pour la phase mobile nous avons démarré avec des essais préliminaires portant sur plusieurs solvants afin de montrer le mélange qui permet une meilleure séparation.

II.2.7.4. Révélation

Après développement et séchage des plaques, les spots sont examinés à la lumière UV sous la lampe de Wood, et révélés par la vanilline sulfurique (mélange d'un volume égal (v/v) d'une solution ethanologique à 96% d'acide sulfurique et d'une solution ethanologique de vanilline à 0.5%). les couleurs des spots sont enregistrées ainsi que leurs rapports frontaux.

II.2.7.5. Rapport frontal

On appelle rapport frontal, RF (ou référence front, coefficient de migration), le rapport suivant : $Rf = (X / Y) < 1$

X la distance parcourue par la molécule

Y la distance parcourue par la phase mobile

La façon dont la substance est entraînée dépend de la taille des molécules de la substance, de la nature de l'éluant et de l'affinité de la substance pour cet éluant. La grandeur appelée rapport frontal, caractérise le couple substance / éluant (Fig 16).

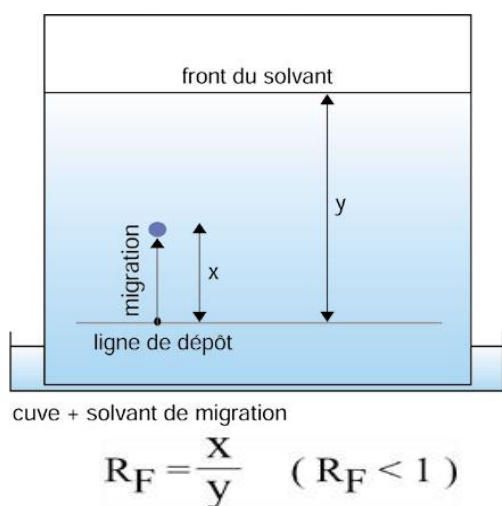


Figure 16: mesure de rapport frontal.

Chapitre 2

Résultats et discussions

I. Paramètres physico-chimiques

I.1 Teneur en eau

Le taux d'humidité nous permet d'exprimer nos résultats en pourcentage de matière Sèche

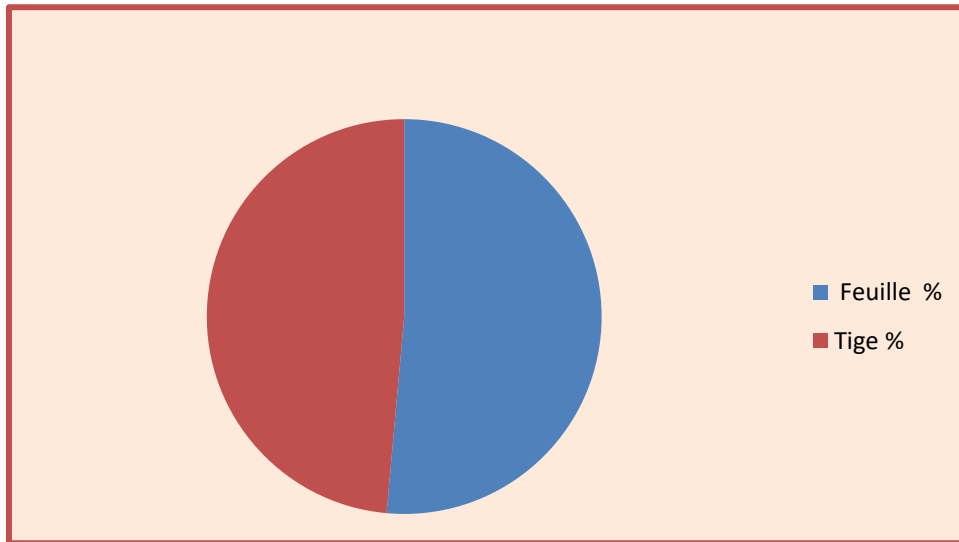


Figure 17: Teneur en eau (%) obtenue pour les feuilles et les tiges de *l'Anagyris foetida*

On remarque d'après la figure 17 que la teneur en eau présentée chez les feuilles de *l'Anagyris foetida* est (70.3%), cet pourcentage est important malgré la fluctuation légère par rapport à celui présenté dans la tige (66.4 %) et ceci peut être expliqué par la circulation continue de l'eau entre les organes considérant également que les feuilles sont parmi les dernières stations (organes) de réception et stockage de l'eau.

Selon plusieurs auteurs, la baisse de teneur en eau des organes de la plante est le plus souvent notée en cas d'un stress métallique ou par d'autre type de stress abiotique, (**Russo et Brennan, 1979 ; Barcelo et Poschenrieder, 1990 ; Pandolfini et al, 1992 ; Levigneron et al, 1995**).

I.2. Teneur en cendres

Les teneurs en cendres (**Fig.18**) sont respectivement : (feuille : 8.06 % ; tige : 6.62%). Ce stock enregistré indique la différence dont l'accumulation en cendres entre les divers organes du végétal sachant que les feuilles présentent le siège de la photosynthèse. On outre cette fraction minérale est lié étroitement des facteurs édaphique et trophique.

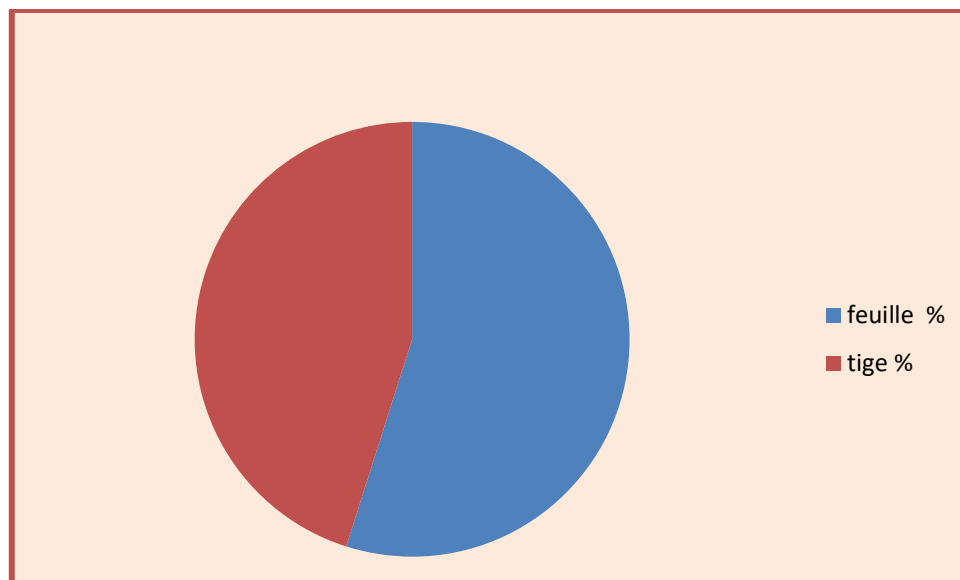


Figure 18 : Teneur en cendres (%) obtenue pour les feuilles et les tiges de *l'Anagyris foetida*

I.3. Détermination du rendement de différentes extractions

Nous avons basé sur le calcul du rendement à partir des extractions des composés phénoliques les plus abondant dans les parties de la plante (feuille, tige et fleurs) tel que (les flavonoïdes (fraction : acétate d'éthyle et 1-butanol), les saponines, les tanins et les anthocyanes. Le rendement qui a été déterminé par rapport à l'extrait sec est exprimé en pourcentage. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 05 :

Tableau 05 : Les rendements en extraits obtenus à partir des trois parties de la plante

Les extraits	Les solvants utilisés	Rendements %		
		Feuilles	Tiges	Fleurs
Extrait brut	Méthanol	65.20	28.27	37.03
Flavonoïdes (fraction 1)	Acétate d'éthyle	13.74	9.40	11.4
Flavonoïdes (fraction 2)	butanolique	7.22	5.61	4.18
Tannins	Acétone/Eau	17.42	11.51	13.04
Saponines	butanolique	9.56	6.23	8.12
Anthocyanes	HCl/Méthanol	29.86	11.4	41.23

Le rendement des extraits bruts méthanoliques est généralement le plus considérable par rapport au poids totale en pourcentage, il est alentour de (65.20 %, 31.30, 33.11 %) (fig 19) par ordre chez les feuilles, tiges et fleurs.

Cependant nous avons remarqué que le rendement en extrait sec des anthocyanes des fleurs est celui le plus élevé par rapport aux autres composés phénoliques de l'ensemble des parties, notamment les flavonoïdes et les tanins (41,23%).

Nous avons observé aussi que le rendement trouvé dans l'extraction des tanins est plus important dans les feuilles (17,42%) par rapport aux reste d'organes.

De même la fraction acétate d'éthyle des feuilles dont l'extraction des flavonoïdes a donnée un meilleur rendement par rapport aux autres parties de la plante. Les résultats obtenues de chaque partie sont donnés par l'ordre décroissant suivant : feuilles > fleurs > tiges qui sont de l'ordre de 13,74 ; 11,4 et 9,40% respectivement dans la fraction d'acétate d'éthyle et 7,22 ; 5,61 et 4,18 % respectivement dans la fraction 1-butanol.

Ce qui concerne les saponines l'ensemble des organes présentent des teneurs en saponines aussi non négligeable avec des valeurs proches entre eux.

Les différents rendements illustrés dans la figure 19 viennent confirmer les intensités des résultats des tests de recherche et caractérisation phytochimique de **(Bouzata Ch et M Messaoudi , 2021)** , en recours, nous pouvons dire que l'extrait brut de l'ensemble des organes étudiés essentiellement constitué de flavonoïdes, des tanins, des saponines, et anthocyanes avec des teneurs variables d'un organe à autre.

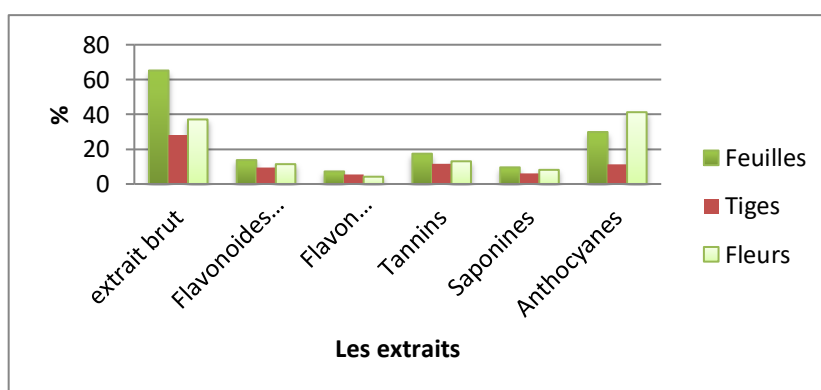


Figure 19 : Rendements (%) obtenu chez les feuilles et les tiges de *Anagyris foetida*

II. Analyse des composés phénoliques

II.1. Dosage des phénols totaux

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme de la matière végétale sèche (mg GAE/g), en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique (**Annexe 1**). La quantité en polyphénols est variable entre les 03 parties de la plante (Fig 20). On remarque que les feuilles de *A. foeida* est la plus riche en polyphénols par rapport aux fleurs. Pour les tiges la valeur est réduit, ils sont respectivement (113±3,87, 84.19, 19.33 mg GAE/g).

Ces résultats importants reflètent les données trouvés dans la figure 20 où nous avons enregistré des rendements élevés des extraits bruts ce qui prouve la richesse de chaque partie de la plante en polyphénols à savoir les flavonoïdes, les tanins et les anthocyanes, saponines...etc.

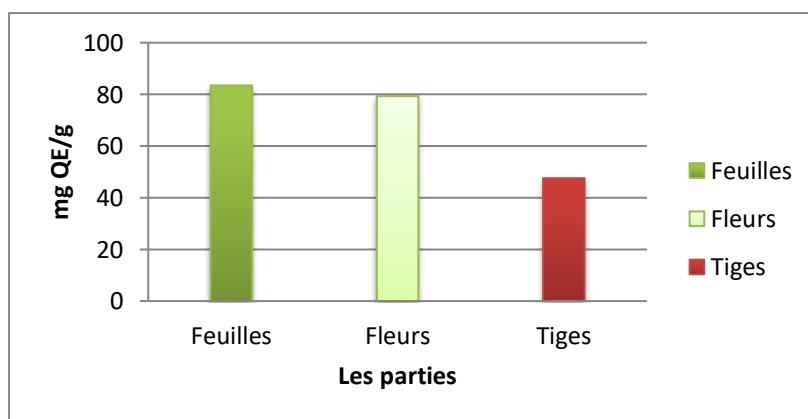


Figure 20 :Teneurs en phénols totaux pour les trois parties de la plante étudiée (mg GAE/g)

II.2. Dosage des flavonoïdes

La quercétine considérée comme contrôle positif a permis de réaliser une courbe d'étalonnage, à partir de laquelle on a calculé la teneur en flavonoïdes des feuilles et des fleurs de l'anagyre, elle est exprimée en mg équivalent de quercétine (QE) par gramme de matière végétale sèche. (**Annexe 2**).

D'après les résultats de l'analyse quantitative des flavonoïdes (Figure 21), on constate que les feuilles renferme la plus forte teneur en flavonoïdes suivie par celle des fleurs puis dans les tiges, par ordre (83.47 et 79.31,47.56 mgQE/g). On remarque que les tiges sont la partie de la plante la moins riche en flavonoïdes.

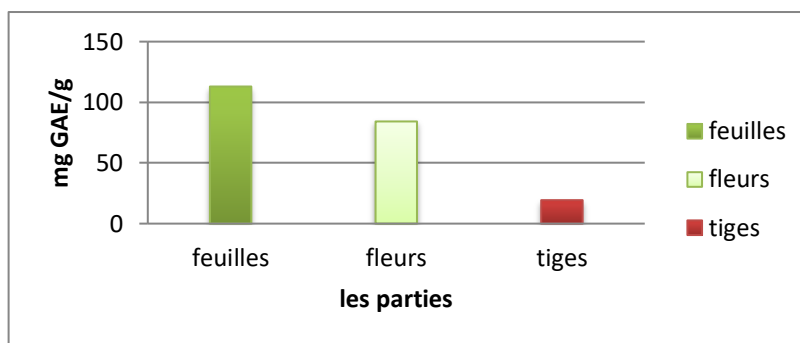


Figure 21: Teneur en Flavonoïdes des 03 parties (en mg QE/g)

II.3. Dosage des tannins

Les résultats sont exprimés en milligramme (mg) équivalent de la catéchine par gramme de la matière végétale sèche (mg EC/g) (**Annexe 3**).

L'analyse quantitative des Tannins des 03 parties de la plantes (Figure 22) a montré que les teneurs les plus considérables dans les feuilles et les fleurs de *l'Anagyre foetida* (20.36 et 9.23mg CE/g) respectivement suivies par les tiges (6,36 mg CE/g)..

En général la quantité en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins est variable entre eux. Tandis que le rendement issus des fractions extraites par le butanol est apparait pauvres en flavonoïdes et en saponines.

Le rendement de l'ensemble de métabolite secondaire étroitement lié de l'espèce, stade de développement, type de substance phytochimique contenue et leur condensation chez les différentes organes, ainsi les divers facteurs environnementales. D'autres aspects physico-chimiques tels que méthodes d'extraction notamment le temps, la température et le solvant et/ou à la sensibilité de la méthode de dosage....etc sont également influençant sur l'accumulation des composés phénoliques dans l'organe végétal, ceci est confirmé par (**Ma et al., 1989**) qui montre que le taux des saponines extraites au n-butanol est très faible.

Kuljanabhagavad et Wink (2009) rapportent ainsi que la concentration des saponines varie selon les espèces et les conditions pédoclimatique.

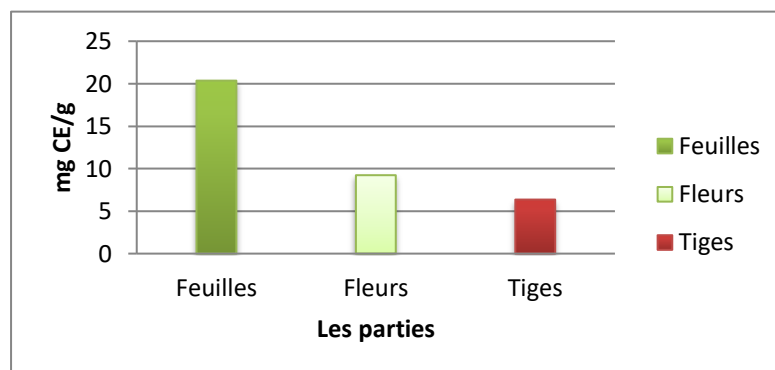


Figure 22: Teneur en Tannins des 03 parties (en mg QE/g)

II.4. Séparation des composants des saponines par (C.C.M)

- Dans notre étude, nous avons réalisé une chromatographie sur couche mince pour les saponines de deux parties de la plante (feuille et fleurs) sur une plaque de gel de silice, en utilisant le système d'éluion suivant : (eau / acétate d'éthyle /méthanol) avec les proportions suivantes (9 :15 :12 ml) qui permettent une meilleure séparation des composés saponines par CCM.
- Dans notre travail, le manque des molécules standards (le témoin standard) ne nous permet pas de faire l'identification des composants trouvés. .Nos résultats seront interprétés seulement par rapport à la couleur et aux rapports frontaux obtenus.
- La variation de coloration par la vanilline sulfurique en fonction du temps a permis de montrer des couleurs gris violet et gris ardoise indiquant la présence des composés phénoliques.
- Les extraits saponosides des feuilles et des fleurs de l'*Anagyre foetida* ont montrés après une révélation par la vanilline sulfurique et fluorescence à l'UV (254 et 366 nm) une composition chimique variable d'un site à l'autre (Photo 06 A,06 B tableaux 06 à 07) expliquée par un nombre de taches variable :
 - 11 taches dans l'extrait saponine de fleurs (photo 06 **A**).
 - 7 taches dans l'extrait saponines de feuilles (photo 06 **B**).

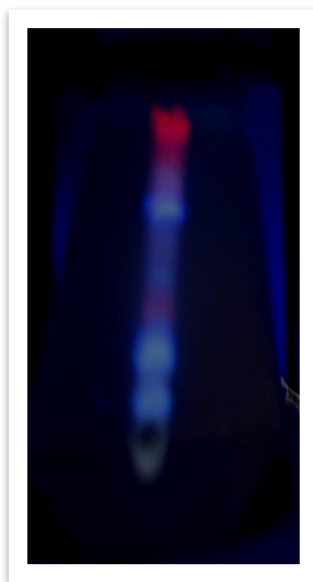
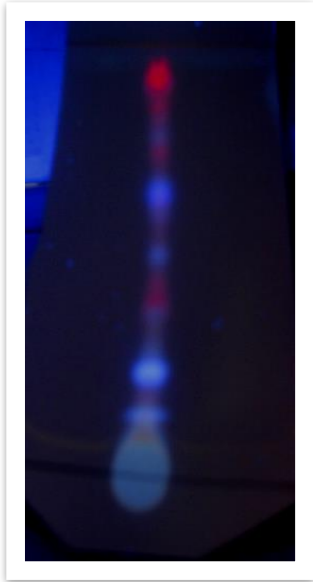


Photo A (fleurs)

photo B (feuilles)

photos 06:(A , B) : fluorescence des taches après révélation par la vanilline sulfurique

A 254nm la majorité des taches apparaissent sombres.

A 366nm la majorité des taches signalent la présence des couleurs : noire, bleu clair, bleu violet, vert claire, rose violet, jaune claire ayant des rapports frontaux différents.

Tableau 06 : rapports frontaux obtenus par séparation et identification par CCM de l'extrait saponine des fleurs

Nombre de spots fleurs	Rapports frontaux (cm)	Coloration (UV à 366nm)	Coloration avec la vanilline sulfurique	Identification
Spot 1	0.02	Marron	Gris noirâtre	Non identifié
Spot 2	0.08	Rose	Gris violet	//
Spot 3	0.10	Bleu	Gris	//
Spot 4	0.15	Rouge	Gris violet	//
Spot 5	0.19	Bleu	Gris	//
Spot 6	0.3	Violet	Gris violet	//
Spot 7	0.4	Rouge	//	//
Spot 8	0.5	Vert	Gris	//
Spot 9	0.61	Rose violet	Gris violet	//
Spot 10	0.7	Bleu	Gris	//
Spot 11	0.9	Rose violet	Gris violet	//

Tableau 07 : rapports frontaux obtenus par séparation et identification par CCM de l'extrait saponine de feuilles

Nombre de spots feuilles	Rapports frontaux (cm)	Coloration (UV à 366nm)	Coloration avec la vanilline sulfurique	Identification
Spot 1	0.02	Vert clair	Gris	Non identifié
Spot 2	0.10	Noir	Gris noirâtre	//
Spot 3	0.26	Vert	Gris	//
Spot 4	0.36	Bleu	//	//
Spot 5	0.44	Vert	//	//
Spot 6	0.49	Bleu	//	//
Spot7	0.58	Vert	//	//

Dans l'ensemble les rapports frontaux sont variables d'une couleur à une autre et variables également pour la même couleur

Ces résultats montrent que le facteur pédoclimatique, la partie utilisée de la plante et le stade de développement sont intervenant dans la détermination de nombre et de qualité des composants chimiques.

De plus, le manque des travaux liés à cette plante ne nous a pas permis de faire avancer la discussion et nous nous sommes contentés de présenter les résultats obtenus. Cependant nous considérons avoir réussi dans une large mesure à fournir plusieurs renseignements reliés au métabolisme secondaire (aspect phytochimique de la plante). Aussi à travers ces analyses, nous pouvons dire que cette espèce renferme divers composants importants, ce qui permet de les exploiter dans plusieurs domaines tels que pharmaceutique, et phytosanitaires....etc.

finalement cette étude est considérée comme une base d'information et de référence qui peut être utilisée pour avancer d'autres recherches.



Conclusion

Conclusion

La vie humaine a un rapport direct avec la nature : dans ces relations, les plantes sont utilisées en phytothérapie, en cosmétique ou en alimentation.

Le choix de cette plante (*l'Anagyre foétida*) a été fondé sur la base d'une recherche bibliographique approfondie, celle-ci a révélé une plante très peu étudiée, et présente une légumineuse rare connue principalement par sa toxicité élevée et son odeur fétide (désagréable), la littérature lui attribue des bénéfices thérapeutiques en traitement contre les migraines, les tumeurs, les œdèmes,etc. Cependant leur richesse exceptionnelle en composés chimiques essentiellement flavonoïdes, saponines, tannins, ainsi d'autres substances chimiques (**Fournier P, 1947**) font d'elle une drogue végétale par excellence.

Nos objectifs ont été menés sur un essai évaluatif effectué pour mieux connaître cette plante des points de vue phytochimique à partir de certains types de dosages et analyse physico-chimique ont été réalisés sur différentes parties de *l'Anagyre foétide* (feuille, tige et fleurs) laquelle prélevée de la Région Bougous Wilaya de Tarf station d'Errihane.

Ensuite, les résultats des extractions et dosages des différents composés phénoliques sont analysés : (tannins, flavonoïdes, saponines, anthocyanes et polyphénols) chez les différentes parties de la plante, sont révèlent des concentrations en général importantes avec des fluctuations toutes normales ont été enregistrées entre les différents organes si on prend considération de l'intervention de divers facteurs environnementaux (température élevée, sécheresse, salinité) qui sont influent également sur le nombre et la qualité chimique des composants des extraits des saponosides révélés par CCM.

Cette contribution est encourageante pour mener à bien une étude très approfondie pour cette espèce thérapeutique, nos travaux actuels ne sont donc que le début d'une exploration complète. Ils ouvriront des horizons de recherche dans le domaine de la pharmacognosie, en particulier pour prouver les principes évaluation des actifs et de leur activité biologique. Par conséquence et en perspective, d'autres études complémentaires seraient intéressantes telles que :

- Évaluation des produits dérivés de l'anagyre sur des souches bactériennes et fongiques.

- Dosage et analyse chimique des alcaloïdes en tant que une substance majors de l'anagyre (la cytosine et l'anagyrine) (**Hardy et Gallois, 1885**), avec mesure de leur pouvoir phytosanitaire.

- Étude du pouvoir thérapeutique et médicinal de notre plante in vivo et il serait utile d'attirer l'attention sur leur toxicité (à cause de la présence également élevée des alcaloïdes) afin de limiter la dose à ne pas dépasser.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

A.....

AFNOR (Association Française de Normalisation) , 1982 : Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de Fruits. Ed. AFNOR, 325 p

AFNOR, 2000 : Huiles essentielles. Ed. PARA Graphic. Tome1 – Echantillonnage et méthode d'analyse 471 P. Tome 2 – Volume 1 Monographie relative aux huiles essentielles 323 P. Tome 2 – Volume 2 Monographie relative aux huiles essentielles 663 P.

Abou, B., Yapi H. F., Gnahoue G. & Djyh, B. N. 2015: Evaluation of the hepatoprotective activity of the ethanol extract of gomphrena celosioides. *Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research*, 5 (4), 2231-2560.

Anonyme. 2000 : Étude sur le marché des légumes secs. Rapport final 2000 de l'A.N.D. pour ONIOL et partenaires, 67 pages

Akroum, S. 2005 : Etude des propriétés biochimiques des polyphénols et tannins issus de Rosmarinus officinalis et Vicia faba L. Magiter, Mentouri, Constantine.

Alilou, H. 2012 : Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du Sud du Maroc: Asteriscus graveolens subsp. odorus (Schousb.) Greuter et Asteriscus imbricatus (Cav.) DC. doctorat, Ibn Zohr, Agadir.

Ameenah G. F., 2006 : Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow Molecular Aspects of Medicine, 27:1-93.

[Anonyme 1]: Plantes Aromatiques et Médicinales. **2014 :** <http://www.apia.com.tn/pdf/aromaticplante.pdf>

[Anonyme 2]: Jean-Christophe tardivonet Chadouli si-MohaMed .2014:«Les plantes aromatiques et médicinales» http://www.latitude21.fr/sites/default/files/livret_pam_web_0.pdf

[Anonyme 3]: Méthodes d'extraction des principes actifs .2014 : <http://cletpe.e-monsite.com/pages/i-b-methodes-d-extraction-des-principes-actifs.html>

Attou, A. 2011 : Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante Ruta chalepensis (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent. magester, Abou Bekr Belkaid, Tlemcen

Applebaum S ., Marfo S., Birk Y . 1969 : Saponins as possible factors of resistance of legume seeds to the attack of insects. *J. Agric . Food Chem .* 17, 618-620.

B.....

Badiaga, M. 2011 : Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Doctorat, Bamako.

Baser KHC. and Buchbauer G. 2010: Handbook of Essential oils : Science, Technology and Applications. CRC Press. UK.

Barcelo J ; Poschenrieder Ch. 1990 : plant water relations as affected by heavy metal stress: a review, J. Plant Nutr. 13. pp: 1-37.

Beddou, F. 2015 : Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales sahariennes *Rumex vesicarius* L. et *Anvillea radiata* Coss. & Dur. Doctorat, Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.

Berreguioua, A. 2016 : Investigation phytochimique sur des extraits bioactifs de deux brassicaceae médicinales du sud algérien: *Moricandia arvensis* et *Zilla macroptera*. Doctorat, Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.

Berthod A., Billardello B., Geoffroy S., 1999: Polyphenols in countercurrent chromatography. An example of large scale separation 1. Analysis. EDP Sciences, Wiley-VCH. 27: 750-757.

Bezanger –Beauquesne L., Pinkas M ., Torck M. 1975 : Les plantes dans la thérapeutique moderne. Malouine S.A.

Botineau M. 2015 : Fruit rouge à maturité, Garou. In : Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques. Paris : Lavoisier. 114 p.

Boulenouar N., Marouf A., Cheriti A. 2011 : phytopathologie fongique et métabolites secondaire, Laboratoire de Phytochimie et Synthèse Organique Université de Bechar, Bechar 08000, Algérie

http://www.academia.edu/1998712/Phytopathologie_Fongique_et_Metabolites

Boumaza O. 2006 : Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de *Genista tricuspidata* (*Fabaceae*), et *Haloxylon scoparium* (*Chenopodiaceae*). Thèse de doctorat, université Mentouri-Constantine,

Boutaghane N., 2013 : Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* spach (*Fabaceae*) et *Chrysanthemum macrocarpum* (sch.Bip.) coss. & kralik ex Batt (*Asteraceae*). Thèse de doctorat, université de Constantine 1

Bouzata Ch ., M Messaoudi , 2021 : Etude comparative de quelques paramètres phytochimiques effectués sur une espèce légumineuse rare récoltée de deux régions

différentes.

Broekmans WM., Klopping-Ketelaars IA., Schuurman CR., Verhagen H., vanden Bertg H., Kok FJ., van Poppel G. 2000 : Fruits and vegetables increase plasma carotenoids and vitamin C and decrease homocysteine in humans J. 130:1578–83

Bruneton J. 1993 : Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. Edition. Technique et documentaire, 3eme édition. 484,489,548,555,634 p.

Bruneton J. 1999 : Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. Tec. Et Doc. Lavoisier. 3eme édition. 1999, P: 484-488.

Bruneton J. 2008 : Pharmacognosie – Phytochimie, plantes médicinales, 2eme Ed, Paris, Tec & Doc – Edition médicales internationales. 1188p.

Bruneton J. 2009 : Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., revue et augmentée, Éditions médicales internationales, Tec & Doc, Paris, France.

C.....

Calvo MM., Garcia ML., Selgas MD. 2007: Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science xxx* .P125.

Chaberier J.Y. 2010 : plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de docteur d'Etat en pharmacie. Université H.P. Nancy1 France. p 173.

Cheghib. S et Seridi.D 1997: Etude d'une plante médicinale utilisée contre les lithiases. Rénales *Arenariarubra*, L- *Spergulasiarubra*, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention D.E.S.

Chibani, S. 2012 : Etude phytochimique et biologique de six plantes médicinales de l'est Algerien. Doctorat, Constantine 1.

Cowan M. M. 1999:Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. **12(4)**: 564-582.

Crozier A., Jaganath IB. et Clifford MN. 2006: Phenols, Polyphenols and Tannins. In : Crozier A., Clifford MN., Ashihara H. *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. Singapore: Blackwell Publishing Ltd. 1-20 p.

D.....

Decaux I. 2002 : Phytothérapie : Mode d'emploi. Ed : Le bien public. Pp 6

Donatien, K .,Deiana M., Rosa A., Casu V., Cottiglia F., Bonsignore L. 2009 : Enquete ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes- extraction, identification d'alcaloïdes- caractérisation , quantification de poly. Doctorat, Paul Verlaine de Metz, France.

Dupont F. et Guignard J.-L. 2012 : Botanique les familles de plantes. 15ème édition, Elsevier Masson SAS

Dif, M. M. 2015 : Etude écologique, phytochimique et valorisation des plantes médicinales des monts de Tessala (W. de Sidi Bel-Abbés, Algérie NW) : Cas de *Daphne gnidium* L., Thèse de Doctorat, Université Djillali Liabes, Sidi Bel-Abbés.

E.....

Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D. 2007 : La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.

F.....

Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D. et Guo Z. 1986 : Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé, 159-164

G.....

Gausson H., Leroy J.-F., Ozenda P. 1982 : Précis de botanique Tom2 végétaux supérieurs. 2ème édition, Masson, Paris

Ghnimi, W. 2015 : Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Evaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase. Doctorat, Lorraine, France et Carthage, Tunisie.

Guignard J. 1996 : Biochimie végétale. Lavoisier, Paris, 175-192P.

H.....

Hans W. Kothe . 2007 : 1000 Plantes aromatiques et médicinales. 11-12P.

Harborne J B. (1988) The flavonoids, advances in research since 1980., London: Chapman & Hall.

Harborne J.B. 1998: Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plants analysis (3rd ed.) Landon: chapman & Hall.ISBN:0412572702.

Herzi, N. 2013 : Extraction et purification de substance naturelle : comparaison de l'extraction au CO2 supercritique et des techniques conventionnelles. Doctorat, Toulouse.

I.....

Iserin P. 2001 : Larousse Encyclopédie des plantes médicinales. Ed Larousse, pp 10,335

J.....

Judd W.-S., Campbell C.-S., Kellogg E.-A., Stevens P. 2002 : Botanique systématique une perspective phylogénétique. 1^{er}édition, paris .

Julkunen-Titto, R. 1985 : Phenolic constituents in the leaves of northern willows : methods for the analysis of certain phenolics. Journal of Agricultural and Food chemistry, 33 : 213- 217.

K.....

Kabera JN., Semana E., Mussa AR. et He X. 2014: Plant Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2: 377-392.

Kalla, A.2012 : Etude et valorisation des principes actifs de quelques plantes du sud algérien: *Pituranthos scoparius*, *Rantherium adpressum* et *Traganum nudatum*. Doctorat, Mentouri, Constantine.

Kuljanabhagavad T., Wink M. 2009 : Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. Phytochemistry reviews 8(2) : 473-490.

Konate N.-M.,2010 : Diversité interspécifique d'efficacité d'utilisation de l'eau des *Acacias* sahéliens et australiens. Thèse de doctorat, université Henri Poincaré, Nancy

L.....

LAMNAOUER D. 2010 : Plantes médicinales du Maroc : Usages et toxicité.Art. BP 6202, inst. Rabat. Maroc

Lawson A M. 2006 : Etude phytochimique d'une fabacée tropicale, *Lonchocarpus Nicou*, évaluation biologique préliminaire. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'université de Limoges

Levigneron A ; Lopez F ; Varisuyt G ; Berthomien P ; Casse- Delbar T., 1995 : Les plantes face au stress salin. Cahier d'agriculture.

O.....

OMS. 2003 : Banque mondiale/AID des Etats-Unis d'Amérique. Guide to producing national health accounts with special applications for low-income and middle-income countries. Genève, Organisation mondiale de la Santé,

M.....

Ma W. G., Tan R. X., Fuzzati N., Li Q. S., Wolfender J. L., Hostettmann K., 1997: Natural occurring and synthetic polyene glycosides. *Phytochemistry*, 45(2): 411- 415.

Ma W. W., Heinstejn P. F., McLaughlin J. L. 1989 : Additional toxic, bitter saponins from the seeds of *Chenopodium quinoa*. *Journal of natural products* 52(5) : 1132-1135.

Marfak A. 2003: Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools : Formation de depsides. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Limoges. 1-187.

Marouf A. et Reynaud J .2007 : La botanique de A à Z. Dunod, paris.

Michel T. 2011 : Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaë rhamnoides*). Doctorat, Orléans.

Middleton Jr E., Kandaswami T C C. 2000:Theoharides, The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacol. Rev.* 52: 673-839.

Miller ER., Appel LJ., Risby TH.,1998: Effect of dietary patterns on measures of lipid peroxidation results from a randomised clinical trial.98:23905.

Mohammedi, Z. 2013 : Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'algérie. Thèse de Doctorat, université Abou BekrBelkaïd, Tlemcen.

Morel S. 2011 : Etude phytochimique et évaluation biologique de *Derris ferruginea* Benth. Doctorat, Angers.

N.....

Ndayishimiye J., 2011 : Diversité, endémisme, géographie et conservation des *Fabaceae* de l'Afrique centrale. Thèse de doctorat, université libre de Bruxelles (université d'Europe).

O.....

Owen P.L., Johns T., 1999: Xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*, 64, pp 149-160.

P.....

Peirs C., 2005 : Contribution à d'étude phytochimique de *Galega officinalis* L(*Fabaceae*). Thèse de doctorat. Ecole doctorale : sciences des procédés (France)

Pandolfini T., Gabrielli R., Comparini E., 1992 : Nickel toxicity and peroxydase activity in seedlings of tritucum aestivum L. *Plant. Cell and Environ.*,15:pp719-725

Price M.L., Van scoyoc S et Butler L.G. 1978 :A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain, *J. Agric. Food Chem*, 26: 1214-1218.

R.....

Remila, S. 2015 : Evaluation des activités biologique in vitro et in vivo des extrait de *Pistacia lentiscus*. Doctorat, Abderrahmane Mira, Bejaia.

Russo F., Brennan E., 1979 : Phytotoxycicity and distribution of cadmium in pin oak seedlings determined by mode entry. *Forest sci.*,25(2),pp:328-332.

S.....

Sanago R., 2006 : Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako(Mali): 53.

Soobrattee M A., Neergheen V S., Luximon-Ramma A., Aruomab O I., Bahorun T. 2005: Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research*. 579: 200-213.

Spichiger R.E., Savolainen V.V., Figiat M., Jean Monod D. 2004 : Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. Lausanne : 3ème édition presses revue et corrigée polytechniques et universitaires romandes

T.....

Tapiero H., Tew K D., Nguyen Ba G., Mathé G. 2002: Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies? *Biomed. Pharmacother.* **56:** 200-7.

Touafek, O. 2010 : Etude pytochimique de plantes medicinales du nord et du sud Algeriens. doctorat, Mentouri, Constantine

V.....

Vercauteren J., Cheze C., Triau J., 1996 : Polyphenols 96. Edition : INRA, Paris : p 31- 43.

Z.....

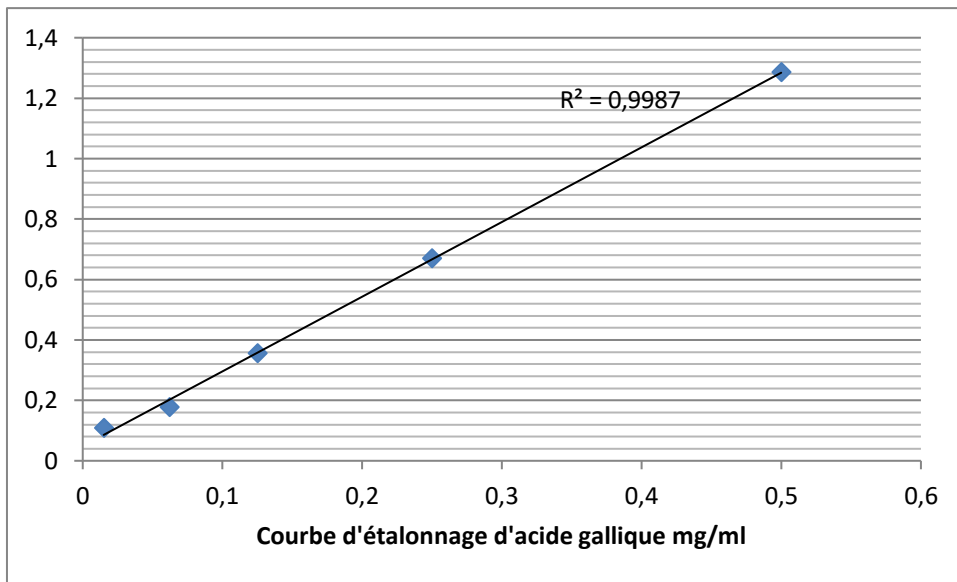
Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming ,W. 1999 : The determination of flavonoid contents in mulberry and their scanenging effects on superoxide radicals, *Food chemistry*, 64 (4): 555- 559.

Zhang, S.Y., Zheng, C.G., Yan, X.Y., Tian, W.X. 2008: Low concentration of condensed tannins from catechu significantly inhibits fatty acid synthase and growth of MCF-7 cells, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 371: 654-658.

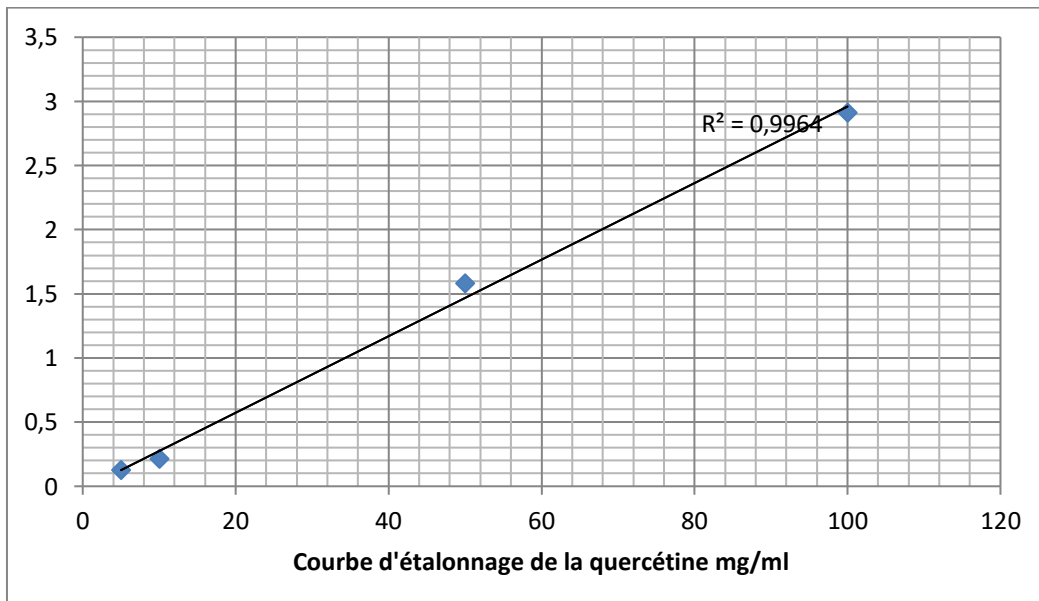


Annexes

Annexe 1



Annexe 2



Annexe 3

