



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE  
DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la  
Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Mémoire présenté  
En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biochimie  
Département de Biochimie et de Biologie Cellulaire et Moléculaire  
Filière : Sciences Alimentaires  
Spécialité : Biochimie

**Intitulé**

**Etude phytochimique et biologique de la plante**

***Crataegus azarolus***

Présenté par :

MELGHID Roufeida

NOUI Abir Zohra

Soutenu le :

Jury d'évaluation :

Président : Mr. Nouadri Taher

MCA, Université Constantine I

Examineur : Mr. Rahmani Abderrahmane

M. recherche B CRBt, Constantine

Encadreur : Mme. Zaak Hadjer

M. recherche B CRBt, Constantine

*Année universitaire : 2020*



# *Remerciement*

*Ces quelques lignes permettront de remercier les responsables et les personnes qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail tant au niveau scientifique qu'au niveau personnel, et sans leur savoir et leur aide, ce travail n'aurait pas pu aboutir à sa fin.*

*Nous remercions en premier lieu ALLAH le tout puissant pour toute la volonté, le courage et la chance qu'il nous a donné pour l'achèvement de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier notre encadrant Mme. Zaak Hadjer., docteur qui a dirigé ce travail, ça nous sera jamais suffisant pour lui exprimer notre grande reconnaissance pour la confiance qu'elle nous a accepté pour faire avancer ce travail, pour leur patience et gentillesse.*

*A Mr. Nouadri T., Maître de Conférences «B» à l'université des Frère Mentouri, qui nous a fait le grand honneur de présider ce mémoire. Qu'il trouve ici le témoignage de notre profond respect et de notre sincère reconnaissance.*

*Nous adressons également notre reconnaissance à Mme. Bennamoun L., Maître de Conférences «A» à l'université des Frère Mentouri, pour l'intérêt qu'il a accordé à ce travail en acceptant de l'examiner et de le juger, pour sa gentillesse et ses conseils.*

*Nous ne saurons finir sans remercier tous les enseignants du département de Biologie de l'université des Frère Mentouri Constantine, qui ont contribué à notre formation et tous les responsables des laboratoires du département. Qu'ils trouvent ici notre respect et notre amour.*

*Enfin, nous exprimons également tous le bonheur du monde à nos collègues de promotion du master Biochimie.*

## ***Dédicace***

*Je dédie ce mémoire*

♥ *A mes adorables parents* ♥

*Des mots ne pourront jamais exprimer la profondeur de mon amour et mon affection.*

*A vous mes parents, les plus cher sur terre, à vous qui avez sacrifié pour mon bonheur et mon bien être.*

*A vos encouragements et vos prières qui m'ont toujours soutenu et guidé.*

*En ce jour, j'espère réaliser l'un de vos rêves.*

*Veillez trouver, chers parents, dans ce travail le fruit de votre dévouement ainsi que l'expression de ma gratitude et mon profond amour.*

*Que dieu vous gardes pour moi*

*Mon fiancé Billel*

*Pour son encouragement, son soutien, sa compréhension et son amour.*

♥ *A mon frère et mes sœur* ♥

*Douaa ,Eya , Islem*

*Pour tout ce que vous avez fait et ce que vous feriez pour moi.*

*Que ce travail soit un témoignage de mon affection sincère. Je vous le dédie pour tous les moments de joie et de taquineries que nous avons passé ensemble.*

*Je prie Dieu, le tout puissant de vous accorder santé, bonheur et succès...*

*Mes grands-parents Selami et Warda et Fatima Pour leurs douaas.*

*Mes chères amies et en particulier : Afifa et Lydia*

*A mon binôme :Noui Abir Zohra*

*Qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.*

♥ *A ma famille, mes proche et à ceux qui me donnent l'amour et de la vivacité* ♥

*A tous ceux que j'aime*

**ROUFAIDA**

## *Dédicace*

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie  
que je dédie ce travail

♥ **A mes Très chères Parents** ♥

pour tous leurs sacrifices, leurs encouragements, leurs  
Soutiens, leurs précieux conseils et leurs prières durant toute ma vie.

Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.

A mes chères frères **ABDELALI et Zine-eddine.**

Je ne saurai traduire sur du papier l'affection que j'ai pour eux.

J'implore Allah de vous réserve un avenir meilleur.

A ma petite sœur **Hiba** en témoignage de l'attachement et de l'amour que j'ai pour elle

Je te souhaite tout le bonheur du monde.

A mon amie **Hadjer** . pour tous les bons moments qu'on a vécus ensemble.

A mon binôme : **Melghid Roufaida**

A tous mes enseignants et à toute ma promotion. A tous ceux qui m'ont soutenu, de  
près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci.

♥ ABIR ZOHRA ♥



Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui sont autant de métabolites secondaires différents.

*Crataegus azarolus* est une plante très répandue dans l'Est Algérien. Elle appartient à la famille des Rosacées et est traditionnellement utilisée dans les pays arabes pour le traitement du diabète. C'est un fruit ayant des propriétés biologiques importante y'a compris activité antidiabétique et antioxydante

Une étude récente réalisée à l'Université de Constantine (**Boudjada et al, 2018**) sur la même espèce a montré que l'extrait butanolique de cette plante contient la teneur plus élevée en polyphénols ( $307,33 \pm 2,33$  mg (acide gallique équivalents)/g d'extrait) et de flavonoïdes ( $143,0 \pm 2,12$  mg QE/g d'extrait) et il s'avère l'activité antioxydante la plus élevée avec tous les dosages utilisés (DPPH, CUPRAC, ABTS, pouvoir réducteur et  $\beta$ -carotène).

**Mot clés :** Plantes médicinales, *Crataegus sp*, métabolites secondaires, activités biologiques.

A medicinal plant is a plant used for its therapeutic properties. Their effectiveness depends on their compounds, which are very numerous and very varied depending on the species, which are as many different secondary metabolites.

*Crataegus azarolus* is a very widespread plant in eastern Algeria. It belongs to the *Rosaceae* family and is traditionally used in Arab countries for the treatment of diabetes. It is a fruit with important biological properties including anti-diabetic and antioxidant activity

A recent study carried out at the University of Constantine (**Boudjada et al, 2018**) on the same species showed that the butanolic extract of this plant contains the highest content of polyphenols ( $307.33 \pm 2.33$  mg (gallic acid equivalents) / g of extract) and flavonoids ( $143.0 \pm 2.12$  mg QE / g of extract) and it is found to have the highest antioxidant activity with all the dosages used (DPPH, CUPRAC, ABTS, reducing power and  $\beta$ -carotene).

**Keywords:** Medicinal plants, *Crataegus sp*, secondary metabolites, biological activities

النبات الطبي هو نبات يستخدم لخصائصه العلاجية. تعتمد فعاليتها على مركباتها ، والتي تكون عديدة جدًا ومتنوعة جدًا اعتمادًا على الأنواع ، ومكوناتها الثانوية المختلفة

*Crataegus azarolus* هو نبات واسع الانتشار في شرق الجزائر. ينتمي إلى عائلة الوردية ويستخدم تقليديا في الدول العربية لعلاج مرض السكري. إنها ثمرة ذات خصائص بيولوجية مهمة بما في ذلك النشاط المضاد لمرض السكر ومضادات الأكسدة

أظهرت دراسة حديثة أجريت في جامعة قسنطينة على نفس النوع أن مستخلص البوتانول لهذا النبات يحتوي على أعلى محتوى من مادة البوليفينول ( $2.33 \pm 307.33$  مغ مكافئات حمض الغال) / جم من المستخلص) وفلافونويدات ( $143.0 \pm 2.12$  مغ كيو إي / غ من المستخلص) ووجد انه يحتوي على أعلى نشاط مضاد للأكسدة مع جميع الجرعات المستخدمة ( الطاقة المخفضة وبيتا كاروتين ، ABTS ، CUPRAC ، DPPH )

**الكلمات المفتاحية:** المكونات الثانوية ، الأنشطة البيولوجية، *Crataegus sp* ,النباتات الطبية ،



<b>Figure 01:</b> Photographie de différentes parties de l'espèce <i>Crataegus Azarolus</i>	11
<b>Figure 02:</b> Les diverses activités pharmacologiques du genre <i>Crataegus</i>	18
<b>Figure 03:</b> Aire de répartition du <i>Crataegus</i> en Algérie	22
<b>Figure 04:</b> Arbre et fruits du <i>C. azarolus</i> L.	23
<b>Figure 05:</b> Structure générale des polyphénols	27
<b>Figure 06:</b> Schéma représentant les différents composés phénoliques	28
<b>Figure 07:</b> Structures chimiques (A) des acides hydroxybenzoïques. (B) des acides hydroxycinnamiques	29
<b>Figure 08:</b> Structure de base de coumarine	30
<b>Figure 09:</b> Squelette de base des flavonoïdes	31
<b>Figure 10:</b> Structure chimique de quelques flavanoïdes	32
<b>Figure 11:</b> Structure chimique (A) Tanin condensé (proanthocyanidine), (B) Tanin hydrolysable (gallotanin)	33

<b>Tableau 1:</b> Les composés isolés des espèces du genre <i>Crataegus</i> _____	14
<b>Tableau 2:</b> Activité pharmacologique de quelques espèces du genre <i>Crataegus</i> _____	18
<b>Tableau 3:</b> Les principaux éléments de la partie charnue de <i>Crataegus spp</i> et ceux de <i>C.azarolus</i> de la willaya de Batna _____	24
<b>Tableau 4:</b> Activités biologiques des composés polyphénoliques _____	36

## **Table des matières**

### **INTRODUCTION**

### **CHAPITRE I**

#### **GENERALITE SUR LE GENRE *CRATAEGUS AZAROLUS***

<b>I. La famille des Rosacées.....</b>	<b>4</b>
1.1 Origines .....	4
1.2 Morphologie .....	5
1.3 Distribution et écologie .....	6
1.4 Importance économique .....	6
I.5. Systématique .....	7
I.6.Présentation botanique et géographique .....	7
I.7. Description.....	8
I.8. Usages et propriétés .....	8
I.9. Autres Utilisations thérapeutiques .....	9
I.10. Toxicité de certaines Rosacées .....	9
<b>II. Le genre <i>Crataegus</i> .....</b>	<b>10</b>
II .1. Généralité sur le genre crataegus.....	10
II.5. Un aperçu sur les propriétés bénéfiques de <i>Crataegus azarolus</i> .....	12
II.6. Répartition géographique .....	13
II.7. Composition chimique du genre <i>Crataegus</i> .....	13
II.8. Propriétés du <i>Crataegus sp</i> .....	17
II.8.1. Le plan pharmacologique.....	17
II.8.2. Le plan traditionnel .....	20
<b>III. Présentation de l'espèce <i>Crataegus azarolus L.</i>.....</b>	<b>20</b>
III.1. Classification botanique .....	21
III.2. Origine et répartition géographique : .....	21

III.3. Description de l'espèce .....	22
III.4. Composition chimique .....	23
<b>CHAPITRE II .....</b>	<b>26</b>
<b>I. Les métabolites secondaires : .....</b>	<b>26</b>
I.1. Les composés phénoliques.....	26
I.2. Classification des polyphénols : .....	27
I.2.1. Acides phénoliques .....	28
I.2.2. Phénols simples .....	29
I.2.3. Coumarines .....	30
I.2.4. Quinones .....	30
I.2.5. Flavonoïdes .....	30
I.2.6. Tanins .....	32
I.3. Localisation des polyphénols dans les plantes et intérêt.....	33
I.4. Propriétés des composés phénoliques.....	34
<b>II. Activités biologiques des composés phénoliques .....</b>	<b>35</b>
II.1. Activité antioxydante.....	36
II.2. Activité antimicrobienne .....	36
II.3. Activités inhibitrices des enzymes .....	37

**Conclusion**

**Références bibliographique**

INTRODUCTION

GENERALE

## INTRODUCTION

L'Algérie possède une grande variété d'espèces naturelles et cultivées. Cette richesse naturelle est encore mal connue. De nombreuses ressources végétales aux bénéfices économiques, sociaux et sanitaires ne sont pas connues du public, qu'il s'agisse d'aromatiques, de condiments ou d'espèces médicinales.

Les herbes traditionnelles sont utilisées depuis longtemps, Mais son effet bénéfique n'est pas connu. Il est encore difficile de définir les molécules responsables, même si certains des effets pharmacologiques prouvés chez l'animal sont attribués à des métabolites secondaires, comme les alcaloïdes et dérivés. , Terpènes, stéroïdes et polyphénols

Les métabolites secondaires sont biosynthétisés dans toutes les parties des plantes supérieures (tiges, feuilles, fleurs, fruits, graines et bois) et participent à de nombreux processus physiologiques, tels que la croissance cellulaire, la génération de racines, la germination des graines ou la maturation des fruits. Les plus représentatifs sont les anthocyanes, les flavonoïdes et les tanins.

D'autre part, les métabolites secondaires des plantes jouent le rôle de principes actifs, et du fait des ingrédients qu'ils contiennent, ils représentent une source inépuisable de thérapies traditionnelles et efficaces : (alcaloïdes, flavonoïdes, hétéroglycosides, quinones), Vitamines... et huile. Essentiel)). Ces molécules biologiquement actives, en particulier les polyphénols, sont largement utilisées en thérapie comme vaso-protecteurs, agents anti-inflammatoires, inhibiteurs d'enzymes, antioxydants et agents anti-radicalaires

A l'heure actuelle, le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques, la toxicité des antioxydants synthétiques, utilisés comme additifs alimentaires, conduit à la

recherche des substances naturelles dotées d'activités antimicrobienne et antioxydante sans avoir d'effets irritants ou toxiques.

Dans ce contexte, il convient aux travaux de recherche actuels, dont l'objectif principal est d'étudier les activités antibactériennes et antioxydantes de divers extraits du fruit de *Crataegus azarolus*. Cette espèce appartient à la famille des Rosacées. Un fruit oublié, saisonnièrement très apprécié des Algériens, surtout des enfants (surtout des écoliers).

L'espèce *Crataegus azarolus* est considérée comme plante médicinale largement utilisée dans la médecine traditionnelle comme bon remède pour les douleurs des appareils digestif et urinaire. Elle régularise les rythmes cardiaques, la circulation sanguine, l'hypertension artérielle et calme le système nerveux. D'ailleurs, elle possède plusieurs activités thérapeutiques : antispasmodique, astringente, diurétique, fébrifuge, hypotensive et sédative.

Ce travail présente une étude bibliographique qui sera reparti en deux parties, initié par une revue bibliographique où nous apportons des données générales sur l'espèce étudiée. La deuxième partie présente un aperçu des métabolites secondaires.

Dans une perspective, notre objectif sera accentué sur le développement de notre travail par une expérimentation approfondie afin d'aboutir à des résultats satisfaisants par rapport à l'application de cette plante dans le domaine pharmaceutique.

# CHAPITRE I

GENERALITE SUR LE GENRE

*CRATAEGUS AZAROLUS*



## I. La famille des Rosacées :

Regroupe plus de 3000 à 3500 espèces classées en 4 sous familles: Rosoideae, Spiraeoideae, Amygdaloideae et Maloideae et retrouvées dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. Cette famille présente une grande variabilité morphologique et une tendance évolutive marquée (**Berkane, 2017**).

C'est aussi la famille du pommier, cerisier, fraisier, prunier et d'autres espèces qui fournissent les fruits comestibles des régions tempérées. Existe sous forme d'herbe, arbuste ou arbre c'est ainsi que la tige est soit herbacée vivace, parfois de type stolon comme chez le fraisier, soit ligneuse accompagnée d'une transformation des poils épidermiques en aiguillons piquants (**Takhtajan, 1993**). Les feuilles sont alternes, simples ou composés avec des folioles dentées et stipulées. La fleur qui caractérise cette famille est hermaphrodite, pentamère, actinomorphe et cyclique. Le gynécée est dialycarpellé et parfois gamocarpellé. L'ovaire supère ou infère est syncarpe contenant dans chaque loge 1 à 2 ovules anatropes et bitégumentés ou unitégumentés ayant une placentation marginale ou axile. Quant à l'androcée : le nombre d'étamines est variable (**Botineau, 2010**). La déhiscence de l'anthere est longitudinale. Les fleurs superovariées et hypogynes se transforment après fécondation en akènes, follicules ou drupéoles. Celles qui sont péri/épigyne avec un ovaire également supère donneront naissance à des drupes. C'est alors aux fleurs inférovariées de se transformer en pomme. La graine est exalbuminée renfermant un embryon volumineux et riche en substances de réserves (**Berkane, 2017**).

### 1.1 Origines :

La magnifique simplicité, ou pour certains, la consistance monotone, des fleurs actiniomorphes de la famille des roses est reconnue depuis des millénaires. L'origine du nom rose est résumée dans l'**American Heritage Dictionary (2000)**.

Le mot anglais rose vient du latin et du vieil Français. Le latin rosa peut être une forme étrusque du grec Rhodia, « rhodien, originaire de Rhodes ». Le mot attique grec pour rose est rhodon, et dans le dialecte éolique de Sappho du grec, c'est wrodon. En Avestan, la langue du prophète persan Zoroastre, « rose » est varda et en arménien vard, mots tous deux liés à la forme éolique. Le mot persan moderne pour « rose » est gul. Peu de temps après la publication par Linné de son *Systema Naturae (1735)*, les botanistes ont travaillé à améliorer la classification systématique. **Michel Adanson (1963)** a été le premier à publier « Rosaceae

» comme nom de la famille des roses, bien que le Code international de nomenclature botanique (ICBN, 2006) accepte maintenant Antoine Laurent de (Jussieu, 1789) comme auteur. L'ICBN a conservé les noms de Jussieu pour 76 familles de plantes, car il a combiné le concept linnéen de nomenclature binominale avec la méthodologie d'Adanson pour définir des groupes basés sur de multiples caractéristiques. Récemment, des controverses et des lacunes dans les classifications des angiospermes (Thorne, 1992, 2000; Takhtajan, 1997 ; Dahlgren, 1980; Cronquist, 1981) sont résolus par des approches phylogénétiques fondées sur l'analyse du groupe de phylogénie des angiospermes (APG I, 1998; APG II, 2003). Le système APG est basé sur l'analyse des gènes codants chloroplastes et ribosomiques en association avec les caractéristiques

Les archives fossiles montrent que Rosaceae est cogent avec les anciens dicotylédons (Heywood, 2007). Les fossiles du Turonien datant de 90 millions d'années avant le présent (mybp) sont attribués à cette famille (Crepet et al., 2004). Wikstrom et al. (2001) estiment que le groupe rosace de la tige date d'environ 76 mybp et la divergence du groupe de la couronne (Rosoideae non incluse) de 47 à 46 mybp. La structure physiologique rosacée et l'anthécologie suggèrent également qu'il est primitif. (Hutchinson ,1964) affirme que Rosaceae est une ramification des anciens magnolias ligneux, et sur une lignée évolutive commune menant à des ordres tels que Leguminales (Fabales), Araliales (Umbellales), Fagales et Juglandales, qui ont des inflorescences plus spécialisées.

La phylogénie APG a séparé les ordres et les familles de plantes sur une échelle de temps linéaire en angiospermes basaux, eudicots, dicotylédones divergentes précoces et dicotylédones de base. Les recherches soutenant l'APG (Soltis et al., 2005) considèrent les rosides, dont les rosales et sa famille typique, les Rosacées, comme faisant partie du groupe central des eudicots. Bien que les Rosacées présentent une grande diversité morphologique, au point d'être « indéfinissable » (Dickinson et al., 2002), la famille est robuste ainsi que les évaluations morphologiques et chimiques (Challice, 1974), les analyses de ces séquences appuient fortement la monophylie des Rosacées (Morgan et al., 1994).

## 1.2 Morphologie :

Judd et al. (1999) décrivent les rosacées comme des plantes incluant des herbes, des arbustes ou des arbres, qui sont parfois rhizomateux, grimpants ou épineux. Les poils végétaux sont simples ou étoilés, et peuvent être présents avec des aiguillons. Les feuilles sont généralement alternes et sont simples à composées palmées ou pennées. Les stipules sont

généralement présentes et les fleurs sont souvent voyantes, bisexuées ou rarement unisexuées. Les sépales sont généralement pentamères, alternant parfois avec des lobes épicaliques.

Les pétales sont généralement pentamères, tandis que les étamines sont généralement de 15 ou plus, parfois 10 ou moins. Les filaments sont distincts ou fusionnés à la base au disque de nectar. Les grains de pollen sont tricolpates. Les carpelles sont de 1 à plusieurs, et sont distincts ou connés, bien que parfois adnés à l'hypanthium. L'ovaire varie de supérieur à inférieur selon le genre. Les styles sont présents dans le même nombre que les carpelles. Le fruit peut être un follicule, un akène, un pome, une drupe, un agrégat ou un accessoire avec des drupelets ou des akènes, ou rarement une capsule. L'endosperme est généralement absent de la graine. L'apparition de nombreux samènes et l'absence d'endospermes ont été des apomorphies structurelles clés pour la classification systématique.

### 1.3 Distribution et écologie :

La répartition de la famille des roses est cosmopolite (**Judd et al.,1999**) à sous-cosmopolite, mais est divisée, en particulier dans la haute sphère du Nord. Les espèces herbacées se développent dans les forêts tempérées comme plantes de sous-étage, dans les marais salés ou d'eau douce, dans la toundra arctique, dans les vieux champs et le long des routes. Les membres ligneux sont des espèces pionnières et occupent une place importante dans les premiers stades de la succession forestière. Les rosacées peuvent également être des composants mineurs des forêts mixtes matures de feuillus.

Les Rosaceae sont la 19<sup>e</sup> plus grande famille de plantes (**APW, 2007**). Il comprend de 95 à plus de 100 genres et 2830–3100 espèces (**Mabberley, 1987 ; Judd et al, 1999**). Les synonymes familiaux incluent: Agrimoniaceae Gray, Alchemillaceae Martinov, Amygdalaceae (Juss.) D. Don, Cercocarpaceae J. Agardh, Cliffortiaceae Mart., nom.nud., Coleogynaceae J. Agardh, Dryadaceae Gray, Fragariaceae Riche. ex Nestl., Lindleyaceae J. Agardh, Malaceae Small ex Britton, Neilliaceae.

### 1.4 Importance économique :

Les Rosacées comprennent de nombreuses espèces bien connues et appréciées d'importance économique, en particulier les fruits comestibles des zones tempérées (**Janick, 2005**) et les plantes ornementales, mais aussi certaines cultures ligneuses et médicinales ou nutraceutiques. Selon les statistiques de la FAO, la production mondiale totale de fruits

comestibles de la rosacée en 2005 est d'environ 113 millions de tonnes. À une valeur à la ferme très prudente de 400 \$ US la tonne, cela se traduit par 45 milliards de dollars. L'ajout à la valeur mondiale des amandes, des roses coupées, des rosiers et d'autres produits suggère que les plantes rosacées pourraient valoir au moins 60 milliards de dollars par an à la ferme, avec une valeur au consommateur du triple de ce montant, 180 milliards de dollars.

### **I.5. Systématique :**

Les Rosacées sont classées comme suit (Messaili, 1995) :

*Règne : Végétal*

*Sous-règne : Cormophytes (plantes à axe ou plantes vasculaires)*

*Embranchement : Spermaphytes (plantes à graines)*

*Sous-embranchement : Angiospermes (plantes à fruits)*

*Classe : Dicotylédones*

*Sous-classe : Dialypétales (Choripétales)*

*Série : Calciflores*

*Ordre : Rosales*

*Famille : Rosacées*

### **I.6. Présentation botanique et géographique :**

La famille des Rosacées doit son nom à la rose sauvage (genre *Rosa*) et comporte environ 3370 espèces réparties en plus d'une centaine de genres.

Cette famille cosmopolite est surtout représentée dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. Les genres les plus importants sont *Potentilla* (500 espèces), *Cotoneaster* (260 espèces), *Rubus* et *Alchemilla* (250 espèces), *Prunus* (200 espèces), *Sorbus* (193 espèces), *Crataegus* (200 à 1200 espèces), *Rosa* (150 espèces). Les rosacées sont une famille par enchaînement, ce qui explique la diversité de l'appareil végétatif et reproducteur (Rodolphe-Edouard et al., 2002).

### I.7. Description :

Les rosacées sont des plantes herbacées vivaces comme le fraisier ou plus rarement annuelles comme l'Aphane et les trois quarts des plantes ligneuses à l'écorce lisse, sous forme d'arbrisseaux ou d'arbustes (rosiers, ronces dont les poils épidermiques se lignifient et en aiguillons), d'arbres (cerisier, prunier, pêcher, pommier dont certains rameaux peuvent se transformer en épines) à feuilles caduques ou persistantes se transforment.

- Les tiges, souvent épineuses, sont dressées, plus rarement étalées ou rampantes. Elles sont dotées souvent de poils simples ou étoilés, comme les feuilles.
- Les fleurs sont souvent grandes, régulières, à symétrie rayonnée, presque toujours bisexuées et pentamères. Elles présentent parfois, sous le calice, un calicule (appelé aussi épicalice) de 3 ou 5 pièces (genres *Fragaria*, *Potentilla*, *Alchemilla*).
- Les fruits sont très divers sous forme d'un follicule (ex : follicule spiralé de *Spiraea*), une drupe (*Prunus*), un akène (*Rosa*), un polyakène (*Potentilla*), des drupéoles multiples (*Rubus*) ou un faux-fruit (telle la pomme constituée du réceptacle charnu), mais jamais une gousse ; les graines, petites et exalbuminées, sont dispersées par zoochorie ou anémochorie (**Gurcharan , 2004**).

### I.8. Usages et propriétés :

Beaucoup de Rosacées sont cultivées pour la beauté de leurs fleurs et d'abord les roses (*Rosa*) aux innombrables variétés, à l'origine d'une active horticulture industrielle, mais aussi de nombreuses *Spirea*, *Potentilla*, *Astible*. *Cotoneaster* et *Pyracantha* sont utilisées pour la constitution de haies, épineuses ou non, de même que *Prunus laurocerasus* au feuillage persistant.

La plupart des "arbres fruitiers", aux très nombreuses formes et variétés, ainsi que les Fraises (*Fragaria*) sont cultivés sur les grandes surfaces : cerisiers pommiers, poiriers, cognassier, pêchers, pruniers, amandiers, sont tous des Prunoïdées.

- Confitures (fraises, framboises, mûres des buissons), liqueurs (kirsch), eaux-de-vie, (mirabelles, pommes, prunelles) sont tirés de nombreuses Rosacées.
- La graine de *Prunus dulcis* est l'amande douce, consommée sous diverses formes, dont les dragées, et de laquelle on tire aussi une huile de valeur. L'amande amère contient

l'amygdaloside (puissamment toxique) utilisée pour son goût dans certaines confiseries.

- La pharmacopée populaire utilise encore de nos jours de nombreuses Rosacées: l'aubépine est un sédatif cardiaque dont l'infusion de fleurs est souveraine contre les insomnies, la reine-des-prés (*Filipendula ulmaria*) "est une plante astringente, tonique, sudorifique, stomachique et antispasmodique" . L'infusion de ses sommités fleuries, riches en acide salicylique, est un succédané de l'aspirine. "Les parties souterraines des fraisiers, des potentilles, des spirées sont riches en tanin et employées comme astringent antidiarrhéique en médecine populaire". Le laurier-cerise (*Prunus laurocerasus*) donne un fruit toxique à forte dose connu pour ses propriétés sédatives. Le prunier d'Afrique (*Prunus africana*) est utilisé contre l'hypertrophie bénigne de la prostate (Reille, 2016).

### **I.9. Autres Utilisations thérapeutiques :**

La famille des rosacées est d'une importance particulière pour l'homme du point de vue santé.

- **Utilisation interne**

Traitement des diarrhées, affections du système respiratoire, asthme, tuberculose pulmonaire, troubles cardio-vasculaires, hémorroïdes, affections cutanées.

- **Utilisation externe**

Traitement des aphtes, gingivites, plaies fongueuses, leucorrhées, infections vaginales et inflammations des paupières. C'est également un antirides utilisé pour réparer la peau sèche et lutter contre l'eczéma et les contusions (Jesus, 2017).

### **I.10. Toxicité de certaines Rosacées :**

Des glycosides cyanogènes sont présents chez certains membres des Rosacées. Cependant, ils sont rarement ingérés par les humains à des niveaux suffisamment élevés pour causer de graves dommages (Frohne et Pfander, 2005). Le bétail a été particulièrement affecté par la consommation de feuilles de cerisier fanées (Kingsbury, 1964). Le cyanure est désactivé par chauffage ou séchage et n'est apparemment pas présent dans la sous-famille Rose. Certaines personnes sont allergiques aux membres de cette famille pour d'autres

raisons. L'aigremoine (*Agrimonia* spp.) et le rose thé (*Rosa odorata*) en particulier peuvent provoquer une dermatite de contact (Nelson et al, 2007). Les saponines triterpines sont d'autres composés potentiellement toxiques également présents dans les rosacées (Wink et Van Wyk, 2008).

## II. Le genre *Crataegus* :

### II .1. Généralité sur le genre *crataegus* :

Depuis des années, l'aubépine (*Crataegus Azarolus* L) existe en Algérie et est utilisée dans différents domaines et spécialement comme aliment ; cette utilisation se prolonge jusqu'à nos jours. Aubépine (*Crataegus* espèces), appartenant à la famille des Rosacées, qui sont des petits arbres ou arbustes. Le nom commun de (*Crataegus azarolus* L) est aubépine ou azérole. L'arbre d'aubépine préfère les étages de secteurs inférieurs de la forêt (Boudraa, 2008).

### II.2. Etymologie :

Azérolier ou Épine d'Espagne (*Crataegus Azarolus*) est un arbre fruitier du genre *Crataegus* appartenant à la famille des Rosaceae, originaire du bassin méditerranéen.

*Crataegus* : nom générique des aubépines (rosacées), désignant en latin ("*Crataegon*" ou "*Cratægus*" et en grec ("*κράτα τα γκος* ou *κράτα τα γκου*"), l'azerolier (*Crataegus azarolus* L.) ; peut-être du grec "*κράτα*" par allusion à la dureté du bois. Le nom botanique des aubépines est dérivé d'un terme qui, chez Théophraste, désignait l'azerolier. Le genre *Crataegus* comprend plus de 600 espèces. Ce nombre varie selon les auteurs (Saadoudi, 2008).

### II.3. Historique et origine :

L'aubépine a été découverte en 1896 par le Docteur J. C. Jennings, à Chicago, qui utilisait ces plantes pour les traitements des maladies cardiovasculaires chez les personnes âgées.

Au début de xx siècle, ils ont commencé à étudier sérieusement les propriétés thérapeutiques de l'aubépine. Aujourd'hui, la plante connaît une grande vogue en Europe.

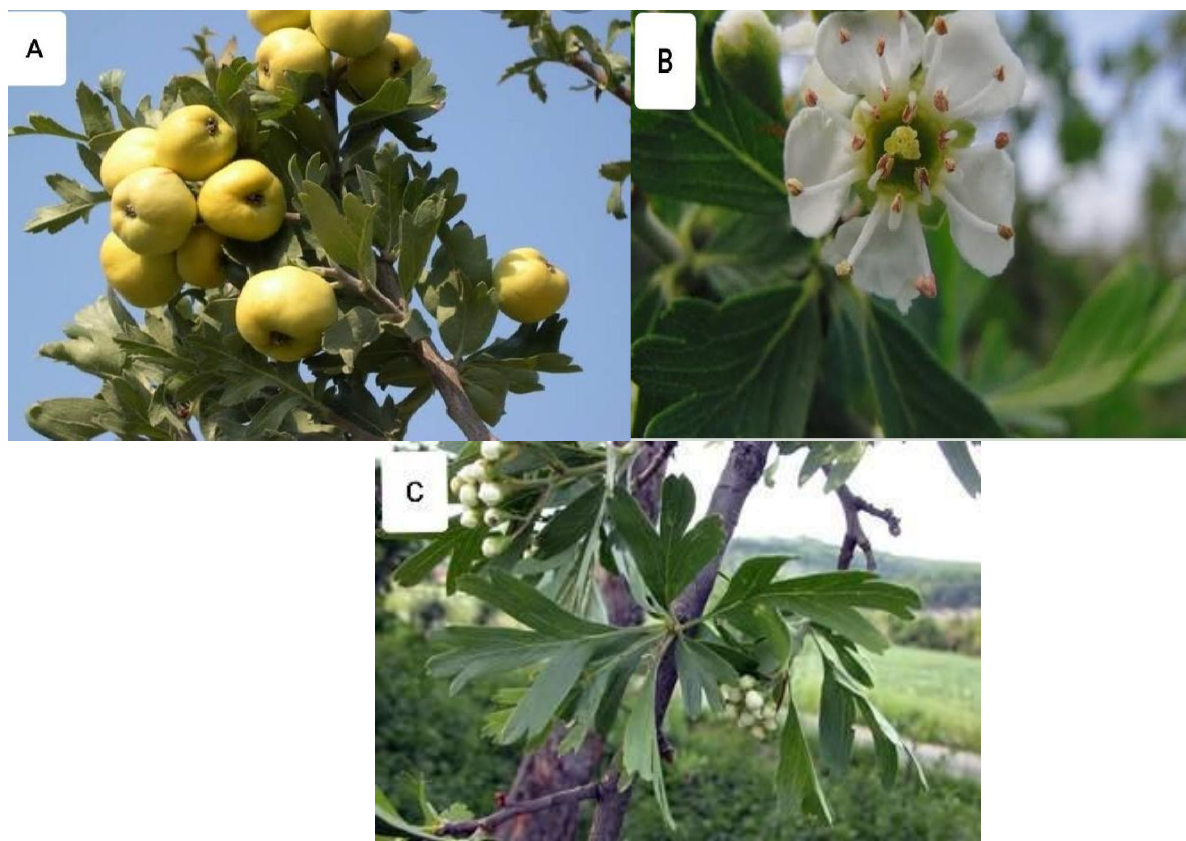
Au cours des années 1980 et 1990, ils ont mis au point des extraits normalisés qui ont fait l'objet de nombreux essais cliniques (Boudraa, 2019).



L'azerolier est originaire de l'Europe tempérée, de l'Asie Mineure et de l'Asie du Sud Est et d'Amérique du Nord. Il n'aurait fait son apparition à Rome que pendant le règne d'Auguste. En France, il est rencontré près du littoral méditerranéen et en Corse. Il est souvent cultivé pour ses fruits et son aspect décoratif (Abdeddaim, 2016).

#### II.4. Caractères morphologiques :

L'azerolier est un Arbuste ou arbrisseau (4-6m), plus rarement petit arbre (jusqu'à 12m), très épineux. Son écorce lisse est de couleur gris clair. Ses feuilles caduques, alternes sont divisées en 3 à 5 lobes entiers ou peu dentés, de couleur verte blanchâtre en dessous. Ses fleurs sont blanches roses en inflorescences denses. Ses fruits assez gros, (1,5 à 2cm de diamètre) appelés azeroles sont de couleur jaunâtre à maturité (Figure 01). Leur saveur est très fade, à goût acidulé et agréable (Saadoudi et al., 2012).



**Figure 01:** Photographie de différentes parties de l'espèce *Crataegus Azarolus* (A) photographie des fruits, (B) photographie des fleurs, (C) photographie des feuilles. (Zidi, 2010 ;Boudraa, 2019).



## II.5. Aperçu sur les propriétés bénéfiques de *Crataegus azarolus* :

La médecine traditionnelle mondiale est utilisée depuis longtemps dans le traitement des maladies (OMS, 2013). En particulier, les plantes médicinales sont largement utilisées dans de nombreux pays. Constituant une source bien connue de métabolites actifs, de nombreuses études ont été réalisées pour isoler les composés responsables de leurs propriétés biologiques. Certains d'entre eux ont conduit à la découverte de nouveaux médicaments actuellement utilisés en thérapeutique (Newman et Cragg, 2016). Parmi leurs nombreuses activités biologiques, les composés naturels ont le potentiel d'inhiber les enzymes (Rauf et Jehan, 2017).

Les plantes et herbes médicinales sauvages ont récemment suscité un intérêt accru dans le monde entier car elles sont de riches sources de composés bioactifs et pour leurs propriétés bénéfiques potentielles pour la santé, qui ont souvent été bien connues depuis des siècles (Durazzo et al., 2020. Santini, 2014 ). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a rapporté qu'environ 80% de la population mondiale utilise des médicaments traditionnels, y compris la phytothérapie, pour le traitement des maladies avant d'envisager les médicaments conventionnels lorsqu'ils sont disponibles (WHO, 2013).

Le nom scientifique de l'aubépine vient du mot grec "kràtaigos" qui signifie "force et robustesse" en raison de son bois dur et durable. Les habitats naturels de l'aubépine sont des zones boisées et ensoleillées sur des sols principalement calcaires jusqu'à 1500 m au-dessus du niveau de la mer. Cette espèce est très rustique et peu gourmande en eau. *C. monogyna* a des feuilles de 20–60 mm de long avec une forme rhomboïdale qui sont profondément gravées et ont des lobes entaillés ; les fleurs sont blanches/roses et forment des fleurs de 5–35 unités ; les fruits sont des baies rouges de 10 mm à maturité, et contiennent une graine. La floraison a lieu entre avril et mai, et la maturation des fruits entre septembre et octobre. Diverses parties de cette plante, en particulier les baies, les fleurs et les feuilles, sont riches en nutriments et ont été traditionnellement associées à de nombreux effets bénéfiques sur la santé, médicinaux ou nutraceutiques (Attard, E.; Attard, H, 2019)

Les herbes médicinales, y compris l'aubépine, sont de riches sources de médicaments à fort impact sur le marché dans le monde entier en raison de la présence de quantités importantes de composés chimiques bioactifs naturels aux propriétés thérapeutiques. Cependant, d'autres recherches et essais cliniques in vivo et in vitro sont nécessaires pour évaluer le lien entre les compositions chimiques de ces plantes, en particulier l'aubépine, et

leurs mécanismes d'action dans le traitement de diverses maladies. Une nouvelle direction est suggérée par l'utilisation possible des nanonutraceutiques, assurant leur valeur nutraceutique au niveau nanométrique ainsi que leur sécurité et leur efficacité (**Rigon et al., 2019 ; Souto et al., 2020a**). La science nutraceutique représente un grand défi pour l'avenir (**Singh, 2018. Souto et al., 2020b**)

## **II.6. Répartition géographique :**

Le genre *Crataegus* s'installe dans les fermes abandonnées, aux bords des ruisseaux et des fossés, dans les clairières, en plein soleil ; aime un sol riche en calcium. Pousse souvent en massifs épais. On la retrouve partout en Europe, en Afrique, Asie centrale et nord, cultivée comme haie en Angleterre et retrouvée dans toutes les zones tempérées nordiques. Plus de 100 espèces indigènes en Amérique du Nord, dont une trentaine au Canada, retrouvées surtout au sud de l'Ontario à la Nouvelle-Écosse. Dans L'inde, il est trouvé dans l'himalaya tempéré, le Cachemire et Himachal Pradesh, à une altitude de 1800-3000 m (**Verma et al ,2007**).

En Algérie, elle est commune dans les forêts et les maquis de l'Atlas Tallien (**Farhat , 2007**)

## **II.7. Composition chimique du genre *Crataegus* :**

Plusieurs travaux ont été réalisés pour déterminer la composition chimique des espèces de *Crataegus* afin d'expliquer son pouvoir traitant et ses applications médicales et pharmaceutiques.

*Crataegus* est caractérisé par sa richesse en acides organiques (3-6%), tels que l'acide caféique, maléique, tartrique, citrique et chlorogénique (**Chang et al, 2006**). L'augmentation de ces acides permet de stabiliser les substances phénoliques au cours du stockage (**Bruneton , 1999 ; Chang et al, 2006**).

Les polyphénols interviennent dans la qualité alimentaire des fruits. D'où, les composés phénoliques déterminent également la saveur des fruits.

Les flavonoïdes sont responsables de l'amertume des fruits attardés et peuvent donner naissance par transformation chimique à des dihydrochalcones à saveur sucrée. Les flavonoïdes et les oligomères procyanidiniques sont présent surtout dans les feuilles et les

fleurs, mais ils sont plus faibles dans les fruits : environ (0.1-0.5)%, ainsi la vitexine et la vitexine 2''-rhamnoside ne sont présents qu'en traces (**Wichtel, 1999**).

Les constituants non phénoliques sont les acides triterpéniques pentacycliques de (0.5- 1.4)%, comme l'acide ursolique, l'acide oléanolique et l'acide crataegolique (2- $\alpha$ -hydroxy oléanolique) (**Chang et al, 2002 ; Fong et Bouman 2002**).

La majorité des produits isolés des espèces du genre *Crataegus* sont présentés dans le tableau 1.

**Tableau 1:** Les composés isolés des espèces du genre *Crataegus*

Espèce	Constituants chimiques	Nom des composés	Références
<i>C. monogyna</i>	Les composés phénoliques, di-C-glycosides	Proanthocyanidine (1), vitexine-2-O-rhamnoside(3), hyperoside (4), anthocyanine, acide chlorogénique(5) , epicatechin, apigénin-6,8-di-C-glycosides	( <b>Bahorun et al., 2003., Nikolov et Vodenicharov, 2003</b> ).
<i>C. aronia</i>	Les composés phénoliques	Oligomère proanthocyanidin, flavonoides,(vitexine-2-Orhamnoside(3) hyperoside(4))	( <b>Hosseinimehr et al, 2007</b> )
<i>C.pseudo-heterophylla</i>	Les composés phénoliques	Oligomère proanthocyanidin, flavonoides (vitexine-2-O-rhamnoside (3), hyperoside (4))	( <b>Orhan et al., 2007</b> )

<i>C. pinnatifida</i>	Flavonoïde glycoside, furanoflavonoides, acide triterpenique, flavonoïde ketohexosefuranosides, diphényle glucoside	Pinnatifin C (6), pinnatifin D (7), acide oleanolique (8), acide ursolique (9), pinnatifinoside A (10), pinnatifinoside B (11), pinnatifinoside C (12), pinnatifinoside D (13), shanyenoside A (5, 4'-dimethoxybiphenyl-4-ol-3-O-β-D-glucoside)	(Maurya et Yadav, 2005 ; Zhang et Xu, 2001).
<i>C. laevigata</i>	Les oligomeres procyanidines	Picatechin-(4β→8)-epicatechin-(4β→6)epicatechin, pentamer of (-)-epicatechin units linked through C-4β/C-8 bonds	(Svedstrom et al., 2002)
<i>C. microphylla</i>	Flavonoides	Hesperetin (14), apigenine (15), vitexine (2), vitexin-4'-O-rhamnoside	(Melikoglu et al., 2004)
<i>C. folium</i>	Les composés phénoliques	Catechin (16), naringenin (17), acide galique (18), acide coumarinique (19), acide caffeique	(Demiray et al., 2009)
<i>C. scabrifolia</i>	Carbohydrates	Sucre, acides	(Liu et al., 2010)
<i>C. davisii</i>	Flavonoides	Hyperoside (4), vitexin-2-O-rhamnoside (3), vitexin-4'-O-rhamnoside, rutine (20), quercetine (21)	(Sozer et al., 2006)
<i>C. macrocarpa</i>	Flavonoides	Eriodictyol-7-glucuronide, luteolin-7-O-glucuronide	(Ringl et al., 2007)
<i>C. opaca</i> <i>C. aestivalis</i> <i>C. rufula</i>	Les composés volatiles	Linalool (22), hexanal, butyl hexanoate, pentylhexanoate, methyl hexanoate (23)	(Horvat et Chapman, 2007).

<i>C. meyeri</i>	Carbohydrates	Polysaccharides	(Kuliev et Poletaeva, 1984).
<i>C. curvisepala</i>	Flavonoïde	Cratenacin	(Batyuk, 1966).
<i>C. orientalis</i>	Carbohydrates	Polysaccharides	(Kuliev et Poletaeva, 1983).
<i>C. turkestanica</i>	Phospholipidique	Phosphadidylethanolamine Phosphatidylcholine.phosphatidylinositol	(Gazizov et Glushenkova, 1996).
<i>C. jackii</i> <i>C. robesoniana</i> <i>C. flabellata</i>	Les huiles essentielles	Decane, linalool (22), syringaldehyde B, syringaldehyde C, syringaldehyde D, caryophylleneoxide, squalene, eicosane,	(Kovaleva et al., 2009).
<i>C. oxyacatha</i>	Flavanoïdes, Oligomère procyanidines, Cardiotonique amines, triterpenes, dérivées de la purine	Heptahydroxyflavan glycoside, flavan polymers, quercetin (21), hyperoside (4), rutin (20), flavonoglycosyls, vitexin-4'ramnoside, epicatechol, tyramine, isobutylamine, O-methoxy phenylethylamine, acide ursolique (9), acide oleanolique (8), acide crategolique, adenosine, adenine, guanine, acid caffeique, polyphenols.	(Bersin et al., 1955). (Aneta et Oszmianski, 2007).
<i>C. sanguine</i>	Flavonoïde	Acetylvitexin	(Kashnikova, 1984).
<i>C. azarolus</i> var. <i>euazarolus</i> , <i>C. aronia</i>	Polyphenols	Acide chlorogénique (5).hyperoside (4).quercétine (21).rutine(20).spiraeoside. epicatechin	(Bahri-Sahloul et al., 2009).
<i>C. sinaica</i>	Polyphenols	Anthocyanin	(Maharik et al., 2009).
<i>Crataegi folium</i>	Flavanoï	Flavonol	8- (Amanzadeh et

<i>cumFlore</i>	des flavone	methoxykaempferol 3-O- (6 "malonylbetaglucoopyranoside	<i>al.</i> , 2007). (Rayyan et <i>al.</i> , 2005).
<i>C. cuneata</i>	Triterpenoide	Cuneataol	(Ikeda et <i>al.</i> , 1999).
<i>C. flava</i>	Eudesmanolid e	1 $\beta$ ,9 $\alpha$ -dihydroxyeudesm-3- en5 $\beta$ ,6 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,11 $\alpha$ H-12,6-olide	(Ahmed et <i>al.</i> , 2001).
<i>C. macrocarpa</i>	Flavonoides	Vitexine(2), isovitexin, rutine(20) hyperoside(4) ,isoquercitrin (R)- (S)eriodictyol-7-O- $\beta$ -D-glucuronide et luteolin-7-O- $\beta$ -D-glucuronide	(Ringl et <i>al.</i> , 2007).
<i>C. pubescens</i>	Polymère des acides sucrés	Pectinmethylesterase (PME)	(Vivar-Vera et <i>al.</i> , 2007).
<i>C. maximowiczii</i>	Flavonoides	8-methoxykaempferol, vitexin (2), hyperoside (4), quercetin (21)	(Bykov et <i>al.</i> , 2006).

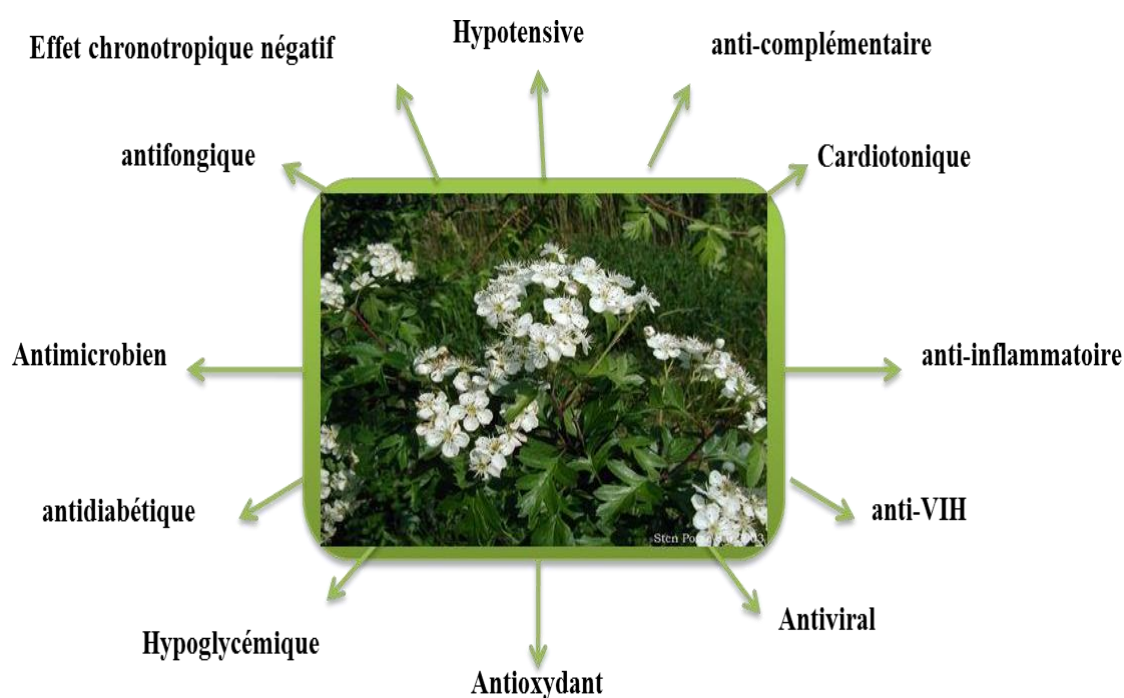
## II.8. Propriétés du *Crataegus sp* :

### II.8.1. Le plan pharmacologique :

La plante *Crataegus* possède des activités médicinales immenses (voir figure 02) dont quelques espèces de ce genre ont été examinées pour leurs activités biologiques. *Crataegus* peut améliorer le flux sanguin, les troubles cardiovasculaires comme l'arythmie, l'infarctus du myocarde ainsi l'insuffisance cardiaque congestive (Long et *al.*, 2006 ; Garjani et *al.*, 2000).

Les espèces de *Crataegus* empêchent aussi l'élimination de lipides plasma comme le cholestérol total, il peut être employé comme agent anti-incendiaire, protecteur de gastro, antimicrobien et utilisé comme un agent hépatoprotective (Tadic et *al.*, 2008 ; Kao et *al.*, 2005).

Ce genre de plante a montré aussi des activités antioxydantes et immunostimulantes très importantes. Cette plante est aussi employée dans l'anxiété et la dépression douce. (Hanus et *al.*, 2004).



**Figure 02:** Les diverses activités pharmacologiques du genre *Crataegus*

Les résultats expérimentaux ont montré un large effet et le tableau 2 montre les activités pharmacologiques de quelques espèces de ce genre, ses activités sont résumées dans la figure 02.

**Tableau 2:** Activité pharmacologique de quelques espèces du genre *Crataegus*

Espèces	La partie de la plante /Extrait	Effets pharmacologiques	Références
<i>C. oxyacantha</i>	Feuilles, tiges	Effet chronotropique négatif, cardiotonique, traitement d'insuffisance cardiaque congestive; anti-inflammatoire, gastroprotective et activités antimicrobiennes; traitement	(Long et al., 2006) ; (Tadic et al., 2008) ; (Anna et al., 2007)

		d'infarctus du myocarde, inhibition de thromboxane A2.	
<i>C. aronia</i>	Feuilles, fleurs. (aqueuse)	Antioxydante; antidiabétique.	(Ljubuncic et al., 2006)
<i>C. laevigata</i>	Fruits (CHCl <sub>3</sub> et Méthanol)	Antioxydante	(Kirakosyan et al., 2003)
<i>C. monogyna</i>	Fleurs portant branches, fruits (CHCl <sub>3</sub> , éthanol)	Antioxydante, effet chronotropique négatif.	(Degenring et al., 2003) ; (Kirakosyan et al., 2003)
<i>Crataegi folium</i>	Feuilles (acétone méthanol, eau)	Antioxydante	(Demiray et al., 2009)
<i>C. pseudoheterophylla</i> , <i>C. aronia</i> , <i>C. monogyna</i>	Feuilles, fruits (éthanol)	Antibactérienne, antifongique, antivirale, antidiabétique.	(Orhan et al., 2007)
<i>C. tanacetifolia</i>	Feuilles (eau)	Hypotensive, antimicrobienne.	(Kocoyildiz et al., 2006)
<i>C. pentaegyna</i>	Fruits (méthanol, aqueux)	Antioxydante.	(Ebrahimzadeh et Bahramian, 2009)
<i>C. microphylla</i>	Fruits (méthanol)	Radio protective.	(Hosseinimehr et al., 2007)
<i>C. sinaica</i>	Fruits, feuilles (acétone, éthyle acétate, butanol, eau)	Antiviral, y compris anti-VIH, antioxydante, anti- complémentaire.	(Shahat et al., 1996) (Shahat et al., 1998)
<i>Crataegus spp.</i>	Fruits, feuilles	Inhibiteur de diurétique.	(Schroder et al., 2003)
<i>C. azarolus var. eu-azarolus</i>	Fleurs (éthyle acétate)	Antioxydante, traitement d'insuffisance cardiaque).	(Bahri et al, 2009)



<i>C. bornmulleri</i>	Fruits (éthyle acétate)	Antimicrobienne.	(Guven et al, 2006)
-----------------------	-------------------------	------------------	---------------------

### II.8.2. Le plan traditionnel :

Le genre *Crataegus* a été utilisé traditionnellement depuis l'Antiquité. En outre, il a des effets thérapeutiques avantageux. Une décoction de feuilles et de fruits non mûrs de *Crataegus aronia* est utilisée pour traiter des maladies cardiovasculaires, le cancer, le diabète et la faiblesse sexuelle dans la médecine traditionnelle arabe. (Ju , 2005). Au Mexique, le diabète est traité avec des extraits d'aubépine. Un tel traitement peut être d'avantage considérable particulièrement pendant les stades précoces de la maladie. (Rigelsky, 2002).

Dans la médecine populaire, plusieurs espèces de *Crataegus* ont principalement été utilisées pour traiter des maladies cardiovasculaires incluant *Crataegus pinnatifida* (l'aubépine chinoise), *C. pubesens* (l'aubépine mexicaine), *C. cuneata* (l'aubépine japonaise), *C. laevigata* et *C. monogyna* (l'Europe), *C. oxycantha* et *C. aronica* (le Moyen-Orient), *C. phaenopyrum* (hawtrorn américain) et *C. ambigua* (l'aubépine russe) (Ljubuncic et al, 2005 ; Khalil et al, 2008). *C. pinnatifida* est un fruit comestible utilisé dans la médecine chinoise traditionnelle pour baisser les lipides plasma (Lin et al., 2009). Ses fruits secs ont été utilisés traditionnellement comme médicament orientale et pour fabriquer des boissons non alcoolisée local en Taïwan (Kao, 2007).

### III. Présentation de l'espèce *Crataegus azarolus L.* :

*Crataegus azarolus L.* ou Azérolier ou encore Epine d'Espagne, en arabe Zaaroura, est nommé par les anglophones *Azarole Hawthorne*. *Crataegus* est le nom générique des Aubépines de la famille des Rosacées, désignant en latin « *Crataegon* » ou « *Crataegos* », l'Azerolier (*Crataegus azarolus L.*), en grec (*kratos*) par allusion à la dureté du bois (Couplan, 2000).

Le nom botanique des aubépines est dérivé d'un terme qui chez Théophraste, désigne l'azerolier (Brosse, 2000). D'ailleurs son nom du genre « *Krataigos* », veut dire, fort résistant (Aymonin, 1993) et *azarolus* en espagnol « *acerola* » désigne le fruit, lui-même emprunté à l'arabe « *az-zou'rour* », ce sont donc probablement les arabes qui ont introduit l'Azérolier en

Afrique du nord, puis en Espagne (épine d'Espagne), d'où il passa ensuite en France (Mazzocchi, 1999; Brosse, 2000).

### III.1. Classification botanique :

Selon Messaili (1995), la position taxonomique de l'Azerolier est faite comme suit :

**Règne :** *Végétal*

**Sous-règne :** *Cormophytes (plantes à axe ou plantes vasculaires)*

**Embranchement :** *Spermaphytes (plantes à graines)*

**Sous-embranchement :** *Angiospermes (plantes à fruits)*

**Classe :** *Dicotylédones*

**Sous-classe :** *Dialypétales (Choripétales)*

**Série :** *Calciflores*

**Ordre :** *Rosales*

**Famille :** *Rosacées*

**Tribu :** *Pirées*

**Genre :** *Crataegus*

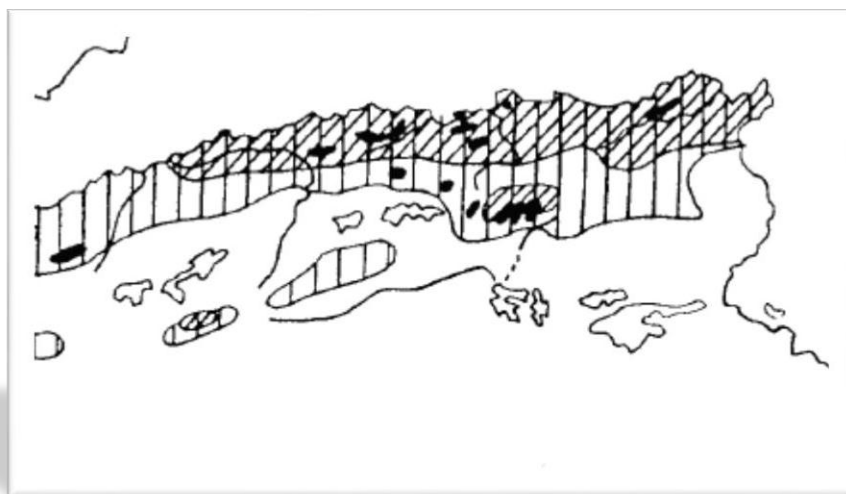
**Espèce :** *Crataegus azarolus L*

### III.2. Origine et répartition géographique :

*C. azarolus* est originaire de la méditerranée orientale (Mazzocchi et al., 1999), sud de l'Europe, Afrique du nord et de l'Asie (de la Crète au Turkestan) et il est présent à l'état sauvage dans tous les pays méditerranéens (Bignami et al., 2000).

En Algérie, *C. azarolus* est localisé surtout dans la région de Constantine (figure 03), d'une façon spontanée en forme de forêts assez rares et parfois planté en haies ou en clôture dans les jardins en zone rurales. En plus de *C. azarolus*, il existe d'autres espèces en Algérie telle que: *Crataegus oxyacantha* L. (boumekherri ou babaadjina), *Crataegus monogyna* Jacq. (ssp de *C. oxyacantha*), *Crataegus maura* et l'hybride *azarolus*×*oxyacantha*= *C. ruscinonensis* Gren et (Azerolier du Roussillon) (Gloaguen, 1982). Ce dernier existe dans la même région mais il se diffère de *C. azarolus* par ses fruits plus petits (10-15mm) au lieu de 15 à 30 mm (Quezel, 1962). Selon Abdssamed (2009), la présence de *C. azarolus* a pu être confirmée dans les régions suivantes

- **Constantine** : Djebel El Meridj, El Khroub et Ain Abid ;
- **Guelma** : Oued Zenati, Ras el Akba ;
- **Souk Ahras** : Bouchegouf ;
- **Sétif** : Bougaa, Ain Roua, Ain Kbir, Beni Aziz, djebel Boutaleb et Ouled Tebène.



▨▨▨ *C. azarolus*.    |||| *C. oxyacantha*.

**Figure 03:** Aire de répartition du *Crataegus* en Algérie (Quezel et Santa, 1962).

### III.3. Description de l'espèce :

*C. azarolus* est un petit arbre de (4 - 6m), plus rarement (jusqu'à 12m). Ecorce lisse et gris clair, devenant brunâtre avec gerçures. Rameaux pourpres foncés, peu épineux (parfois sans épines), les jeunes blanchâtres cotonneux, bourgeons globuleux.

- **Feuilles** caduques, alternes, à pétiole poilu-cotonneux (au moins à la base), de 2 à 5 cm de longueur, en forme d'éventail profondément divisées en 3-5 lobes entiers ou peu dentés, poilus, de couleur verte blanchâtre en dessous (figure 03).
- **Fleurs** blanches ou rosées (avril-mai), odorantes, en bouquets terminaux en inflorescences denses, de 10 à 20 petites fleurs à pédoncules velus-cotonneux. Sépales à-peu-près aussi larges que longs, à deux styles (parfois un seul style).

- **Fruits** assez gros qui mûrissent en Septembre et Octobre ressemblât à des pommes miniature, de forme ovoïde 1,5 à 2 cm de diamètre, rouge vermillon ou jaunâtre vire au blanc crème, chair pulpeuse parfumée, d'un goût acidule, agréable, à 2 noyaux
- osseux, planes à la face intérieure, parfois trois noyaux triangulaires rainurés, ou un seul noyau entier (**Ozcan et al., 2005**)



**Figure 04:** Arbre et fruits du *C. azarolus* L ( **Ozcan et al., 2005**)

#### III.4. Composition chimique :

Plusieurs travaux ont été réalisés pour déterminer la composition chimique de *C. azarolus* afin d'expliquer son pouvoir traitant et ses applications médicales et pharmaceutiques. Les fruits de *C. azarolus* contiennent 15.9% des sucres totaux, les oses simples majoritaires sont le fructose, glucose et rhamnose ( **Dzhangaliev et al, 2002**)

Les travaux sur plusieurs variétés de *C. azarolus* (**Bignami et al., 2000**) , montrent sa richesse en saccharose dans quelques variétés et son absence chez certains. Selon l'étude réalisée sur la fraction glucidique de *C. azarolus* Algérien qui provient de la région de Mila (**Saadoudi, 2008**), les sucres solubles sont d'une teneur de 9.86% de la matière sèche, où 3.03% présente des sucres réducteurs et 6.83% du saccharose. Concernant les polysaccharides, cette espèce renferme 6.86% de pectine et 11.97% de cellulose, de la matière

fraîche du fruit (**Baba Aissa, 1999**). Son apport énergétique est de 37.98 Kcal (**Saadoudi, 2008**). Le contenu des fruits secs de *C. azarolus* en acides aminés totaux varie entre 3 à 6%, caractérisé par des acides aminés aromatiques (**Chang et al., 2006**).

Les lipides sont présents en trace (**Bruneton, 1999**). Des travaux sur *C. azarolus* de la région de N'gaous (**Ferhat, 2008**) ont abouti au contenu de 0.67% matière grasse par matière sèche d'où le grand pourcentage de cette matière sont des lipides insaponifiables. Les acides gras dominants sont l'acide oléique et l'acide linoléique. Concernant les éléments minéraux, le tableau 03 présente les principaux éléments de la partie charnue de *Crataegus spp* et ceux de *C. azarolus* de la willaya de Batna (**Boudraa, 2008**).

**Tableau 3:** Les principaux éléments de la partie charnue de *Crataegus spp* et ceux de *C. azarolus* de la willaya de Batna (**Boudraa, 2008**).

Élément	Teneur (ppm)	
	(Ozcan et al ;2005)	(Boudraa ,2008)
<b>Ca</b>	3046.37±199.90	4349.6±0.00
<b>P</b>	1477.88±53.15	131.1±14.8
<b>K</b>	13531.96±501.38	2502.6±17.0
<b>Mg</b>	1502.55±120.06	4746.9±4.9
<b>Na</b>	312.18±13.39	137.0±0.00
<b>Fe</b>	32.77±2.46	45.6±7.2

Les analyses réalisées sur la pulpe de *C. azarolus*. (**Hadjimitsi et Zabitakis, 2005**) ont permis la détermination de quarante-quatre composés volatils dominés par les aldéhydes aliphatiques et aromatiques, les cétones, les alcools, les monoterpènes et les triterpènes.

Les majeurs métabolites secondaires de cette espèce sont des flavonoïdes (1-2%) et des proanthocyanidines (2-3%) (**Rita et al., 2007**). On rencontre de la rutine, hypéroside, orientine, vitexine, et leur dérivé vitexine-2''-O- rhamnoside (flavonoïde principal des fleurs), acétylvitexine-2''rhamnoside (accompagné chez quelque espèce) (**Rita et al., 2007** ). Dans l'inflorescence, des flavonoïdes glycosides essentiellement quercétol-3 galactoside, hypéroside, spiréoside et rutinoside sont présents (**Bruneton, 1993 ; Bruneton, 1999 ; Fong et Bouman , 2002**).

Dans les feuilles, les proanthocyanidines sont caractéristiques ; procyanidol di, tri, tetra et oligomeres d' (-) épicatechine et /ou (+) catéchine, avec des liaisons de type (4 $\beta$ →8), (4 $\beta$ →6) (**Bruneton . 1999**). Les procyanidines représentent 0,2% de la matière sèche de *C.azarolus* et aussi deux oligomères procyanidines ont été identifiés. Un trimère: épicatechine (4 $\beta$ →8) épicatechine (4 $\beta$ →6) épicatechine et un pentamere constitue d'unités (-) épicatechine liées par des liaisons (4 $\beta$ →8) (**Svedström et al., 2002a ; Svedström et al., 2002b**).

CHAPITRE II  
LES METABOLITES  
SECONDAIRES

## I. Les métabolites secondaires :

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires qui sont des protéines, des glucides et des lipides. Les métabolites secondaires sont classés en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activité biologique (**Huang et Ferraw, 1991 ; Ali et al., 2001 ; Li et al., 2007**).

Les composés de métabolisme secondaire ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse mais résultant de réactions chimiques ultérieures. On les appelle donc des métabolites secondaires. Ces composés ne se trouvent pas dans toutes les plantes (**Benkhadimallah et Kismoun, 2014**).

Les métabolites secondaires se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicament d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles (**Mohammedi, 2006**).

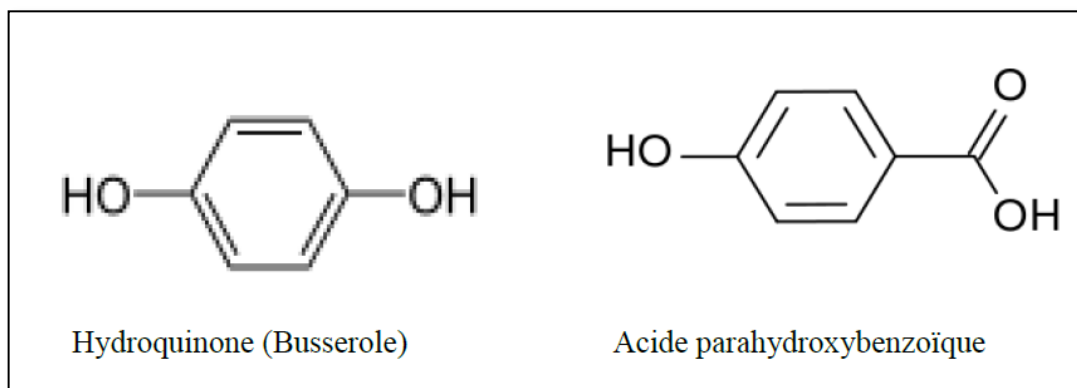
### I.1. Les composés phénoliques :

Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents chez toutes les plantes vasculaires (**Lebham, 2005**). Ils constituent un des groupes le plus nombreux et largement distribué des substances dans le royaume des végétaux avec plus de 8000 structures phénoliques présents dans tous les organes de la plante. Ils résultent bio génétiquement de deux voies synthétiques principales: la voie shikimate et acétate (**Lugasi et al., 2003**).

Les composés phénoliques sont des molécules hydrosolubles présentes dans tous les végétaux. Ils ont divers effets sur la physiologie végétale par leurs actions antibactériennes et antifongiques. Ils participent à la pigmentation des fleurs, des légumes et de quelques fruits (raisins, agrumes, etc...). Certains d'entre eux sont responsables d'amertume et d'astringence (**Adrian et Frangne, 1991**), les fonctions principales attribuées à ces composés chez les végétaux sont la protection contre les pathogènes et les herbivores ainsi que la limitation des dommages dûs aux radiations UV où ils agissent par effet d'écran et par effet antioxydant (**Lebham, 2005**).



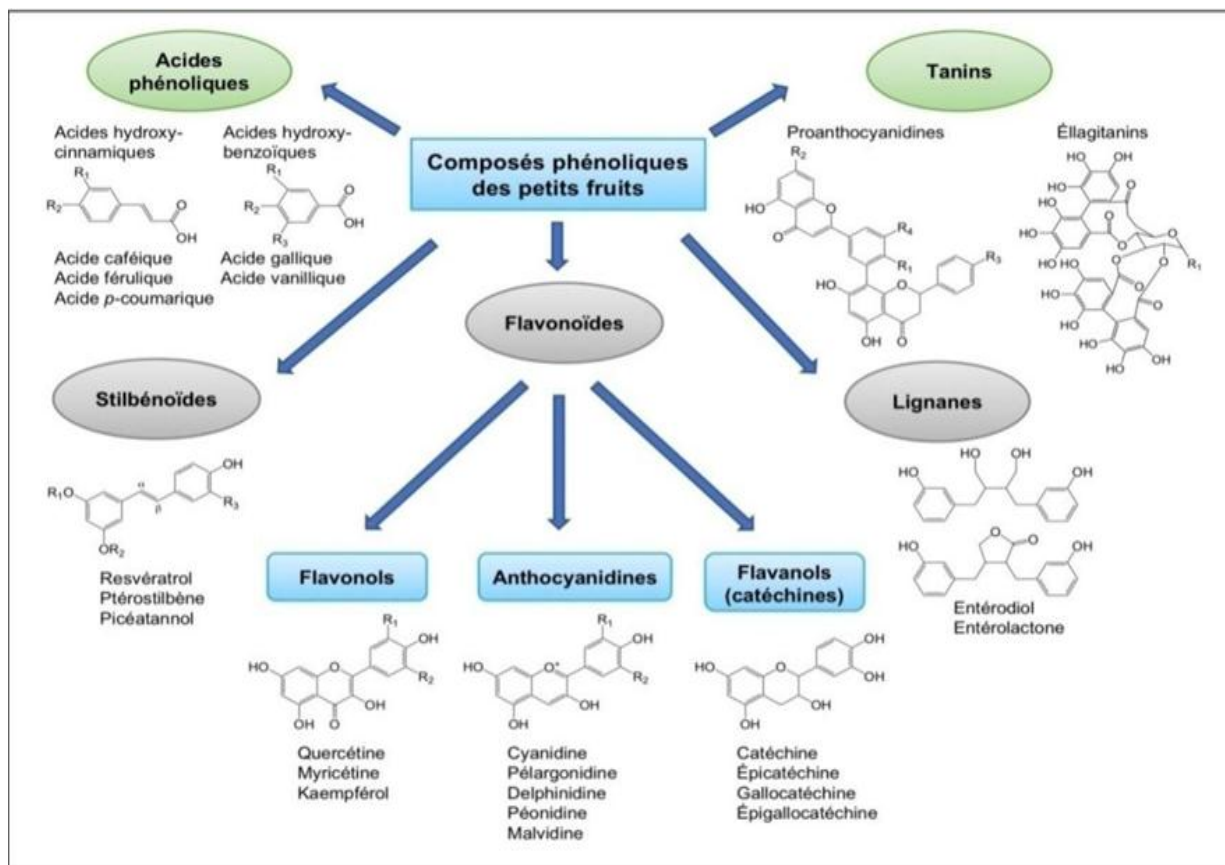
Les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidines), forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes (**Beta et al., 2005**).



**Figure 05:** Structure générale des polyphénols (**Bruneton, 1999**).

## I.2. Classification des polyphénols :

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. On peut distinguer deux catégories : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes (**Clifford, 1999; D'Archivio et al, 2007**)



**Figure 06:** Schéma représentant les différents composés phénoliques

### I.2.1. Acides phénoliques :

Le terme d'acide phénolique peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. En phytochimie, l'emploi de cette dénomination est réservé aux seuls dérivés des acides benzoïque ou acide hydroxybenzoïque (C6-C1) et cinnamique ou l'acide hydroxycinnamique (C6-C3) (**Bruneton, 2008**) (Figure 05).

#### a. Dérivés de l'acide benzoïque :

Ces acides sont très communs aussi bien sous forme libre que sous forme combinée à l'état d'esters ou hétérosides (**Skерget et al., 2005 ; Bruneton, 2008**).

Cette catégorie est abondante dans les végétaux et les aliments, notamment les épices, les fraises, certains fruits rouges et l'oignon dans lesquels les concentrations peuvent atteindre plusieurs dizaines de milligrammes par kilogramme de fruits frais (**Manach et al., 2004**).

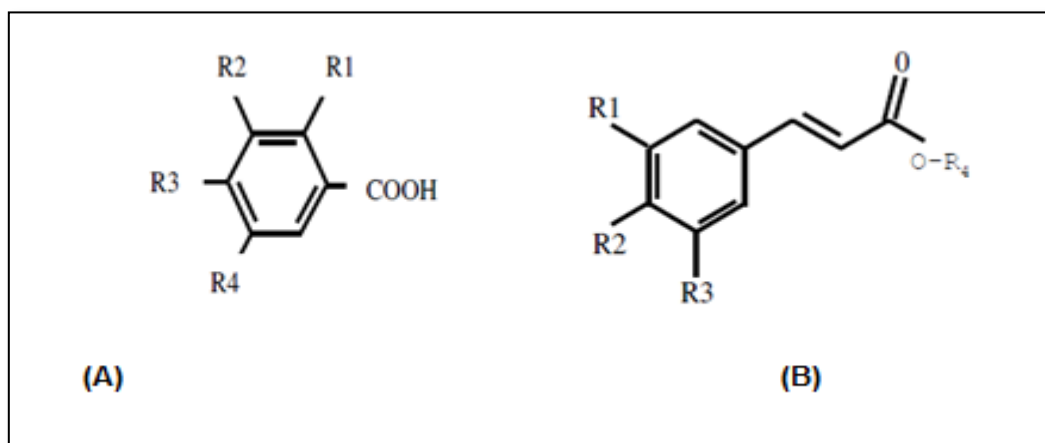
**b. Dérivés de l'acide cinnamique :**

Ces composés ont une distribution très large. Rarement libres, ils sont souvent estérifiés (Skerget *et al.*, 2005) et peuvent également être amidifiés ou combinés avec des sucres (O-acylglucosides, O-arylglucosides) ou des polyols tels que l'acide quinique (Bruneton, 2008).

L'acide caféique est le principal représentant de cette catégorie. Il est présent dans de nombreux végétaux (graine de café, tomate, olive, pomme), en particulier dans les fruits. Il représente 75 à 100% de la teneur totale en acides hydroxycinnamiques de la majorité des fruits, principalement sous forme d'ester de l'acide quinique (acide chlorogénique) (Manach *et al.*, 2004). L'acide chlorogénique est présent en très forte concentration dans les pommes (430 mg/kg) (Podsedek *et al.*, 2000) et dans le café, une seule tasse peut en contenir de 70 à 350 mg (Manach *et al.*, 2004).

**I.2.2. Phénols simples :**

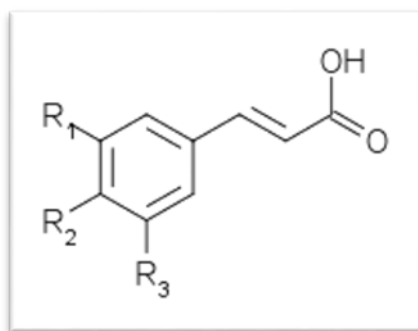
Tels que le catéchol, guaiacol, phloroglucinol... sont plutôt rares dans la nature à l'exception de l'hydroquinone qui existe dans plusieurs familles (Ericaceae, Rosaceae...). Les deux phénols hydroxylés, le catéchol avec deux groupes OH et le pyrogallol avec trois ont été montré pour sa toxicité vis-à-vis des microorganismes (Cowan, 1999).



**Figure 07:** Structures chimiques (A) des acides hydroxybenzoïques. (B) des acides hydroxycinnamiques (Han *et al.*, 2007; Bruneton, 2008 ; Chira, 2008).

### I.2.3. Coumarines :

Les coumarines sont parmi les composés phénoliques les plus connus (Figure 07). Elles sont substituées en C-7 par un hydroxyle. La 7-hydroxycoumarine, connue sous le nom d'ombelliférone, est le précurseur des coumarines 6, 7-di- et 6, 7,8-trihydroxylées. Les coumarines, de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses. Elles sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes, (**Igor, 2002**). Les coumarines sont connues par leurs activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du cœur), hypotensives ; elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées (**Gonzalez et Estevez-Braun, 1997**).



**Figure 08:** Structure de base de coumarine

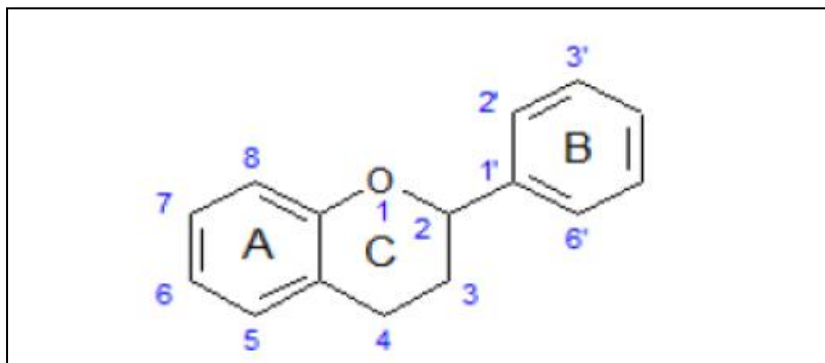
### I.2.4. Quinones :

Ce sont des substances colorées et brillantes, en général rouges, jaunes ou orange et possédant deux fonctions cétones. On trouve les quinones dans les végétaux, les champignons, les bactéries. Les organismes animaux contiennent également des quinones, comme par exemple la vitamine K, qui est impliquée dans la coagulation du sang. Les quinones sont utilisées dans les colorants, dans les médicaments et dans les fongicides (**Kansole, 2009**).

### I.2.5. Flavonoïdes :

Les flavonoïdes constituent le groupe le plus étudié de polyphénols. Ce groupe a une structure basique commune consistant à un squelette de base à quinze atomes de carbone, constitués de deux noyaux aromatiques et d'un hétérocycle central de type pyrane (**Pandey et Rizv, 2009**) (Figure 08).

Ce sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ils interviennent dans la pigmentation des fleurs et dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes (**Crozier, 2003**).



**Figure 09:** Squelette de base des flavonoïdes (**Crozier, 2003**).

#### I.2.5.1. Différentes classes de flavonoïdes :

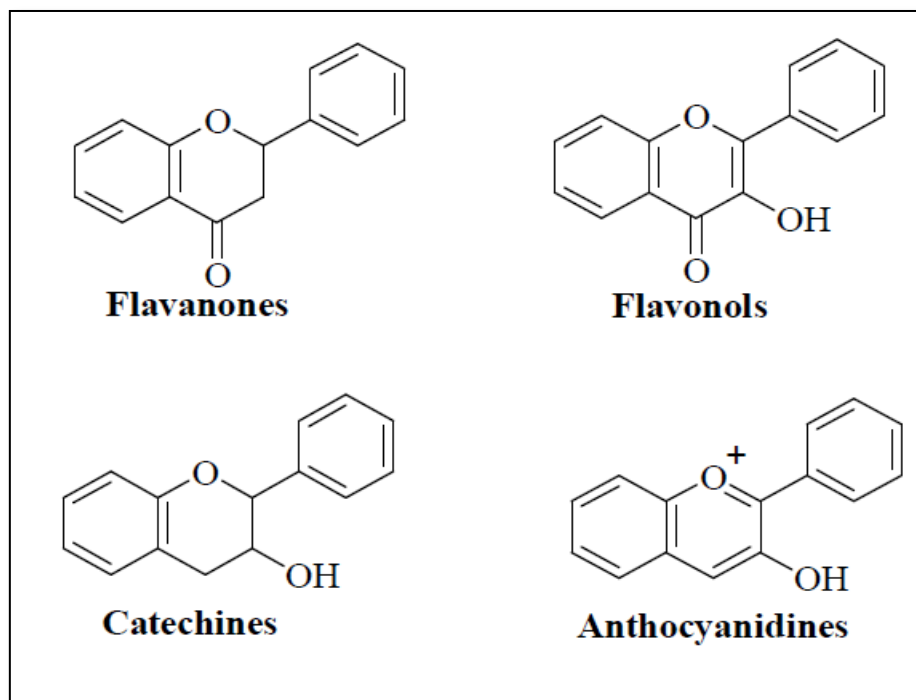
Il existe plusieurs classes de flavonoïdes (voir figure 09), dont les principales sont :

- **Flavanones** : Sont caractérisés par l'absence de la double liaison entre C2 et C3 et par la présence d'un centre de chiralité en C2 (**Bruneton, 2008; Chira, 2008**). Les agrumes constituent la principale source alimentaire de flavanones (**Manach et al., 2004**).

- **Flavanols** : Ils se distinguent par la présence d'un groupement OH en position C3 et d'une double-liaison entre C2-C3. Ils peuvent exister soit sous forme d'aglycones, soit sous forme d'hétérosides (**Crozier, 2003**). Leurs principaux représentants sont la quercétine, le kaempférol et la rutine. Les sources les plus riches sont les oignons (350-1200mg/kg de matière fraîche), le poireau, le chou et les baies telles que le cassis (115 mg/kg ) de matière fraîche (**Hertog et al., 1992 ; Manach 1998**).

- **Flavan-3-ols** : Les flavan-3-ols ou dérivés de catéchine sont la catégorie de flavonoïdes la plus complexe. Ces Composés vont de simples monomères, (+)-catéchine et son isomère (-)- épicatechine, jusqu'aux oligomères et polymères, les proanthocyanidines. De plus, ils peuvent être estérifiés par l'acide gallique ou hydroxylés pour former les gallocatéchines (épicatechine gallate) (**Chira, 2008**). Les catéchines sont présentes dans le chocolat (jusqu'à 132,4 mg/kg de matière fraîche de chocolat noir), le thé (jusqu'à 120 mg du thé noir de Chine) et dans les fruits comme l'abricot (**Arts et al., 2000**).

•**Anthocyanidines** : Ce sont des pigments, principalement sous formes de glycosides stables et hydrosolubles, rouges en milieu acide, virant au bleu-violet en milieu neutre ou faiblement alcalin (Košir, 2004). Les composés les plus courants sont la pélargonidine, la cyanidine et la malvidine (Ribeiro, 1999 ; Vitrac *et al.*, 2005). De nombreux glucosides de cyanidine et deux dérivés de pélargonidine ont aussi été caractérisés dans l'oignon rouge (Fossen *et al.*, 1996).



**Figure 10:** Structure chimique de quelques flavanoïdes (Bouchouka, 2016).

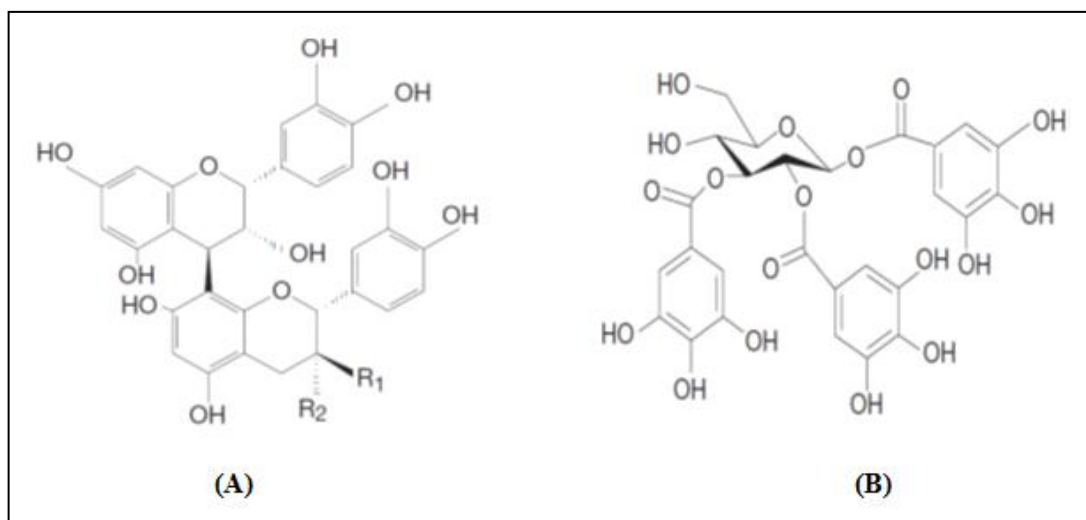
### I.2.6. Tanins :

Les tanins sont des Polyphénols que l'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbre et les fruits (raisin, datte, café, cacao...). Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques, leur degré d'oxydation (Hemingway, 1992).

Les tanins sont des Polyphénols que l'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbre et les fruits (raisin, datte, café, cacao...). Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques, leur degré d'oxydation (Hemingway, 1992).

• **Tanins hydrolysables** : Ce sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est très généralement le D-glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique dans le cas des gallotanins soit l'acide ellagique dans le cas des tanins classiquement dénommés ellagitanins (**Bruneton, 1993; Cowan, 1999**).

• **Tanins condensés (TC)**: Les tanins condensés ou les proanthocyanidines se différencient fondamentalement des tanins hydrolysables car ils ne possèdent pas de sucre dans leur molécule et leur structure est voisine de celle des flavonoïdes.



**Figure 11:** Structure chimique (A) Tanin condensé (proanthocyanidine), (B) Tanin hydrolysable (gallotanin) (**Derbel et Ghedira, 2005**).

### I.3. Localisation des polyphénols dans les plantes et intérêt :

Les cellules végétales répondent au stimulus environnemental en synthétisant les métabolites secondaires qui peuvent les protéger contre les agents de l'agression. Lorsque la plante soumise à des blessures mécaniques, des composés phénoliques et phénols simples sont synthétisés et l'activité peroxydase caractéristique des tissus en voie de lignification est stimulée. Ces réactions aboutissent à la formation au niveau de la blessure d'un tissu cicatriciel résistant aux infections (**Fleurit et Macheix, 1997**).

A l'échelle cellulaire, les composés phénoliques sont principalement répartis dans deux compartiments : les vacuoles et la paroi. Dans les vacuoles, les polyphénols sont conjugués, avec des sucres ou des acides organiques, ce qui permet d'augmenter leur solubilité et de limiter leur toxicité pour la cellule.

Au niveau de la paroi, on trouve surtout de la lignine et des flavonoïdes liés aux structures pariétales. Les composés phénoliques sont synthétisés dans le cytosol. Une partie des enzymes impliquées dans la biosynthèse des phénylpropanoïdes est liée aux membranes du réticulum endoplasmique, où elles sont organisées en métabolons (**Bénard, 2009**).

Au niveau tissulaire, la localisation des polyphénols est liée à leur rôle dans la plante et peut être très caractéristique. Au sein même des feuilles la répartition des composés est variable, par exemple les anthocyanes et les flavonoïdes sont majoritairement présents dans l'épiderme. Au niveau de la plante entière, il faut noter que certains composés ne sont accumulés que dans des organes bien définis. Chez la pomme par exemple, les composés phénoliques interviennent au niveau de la coloration de la peau via les anthocyanes, et dans la qualité organoleptique de la chair, notamment pour l'amertume ou l'astringence (**Bénard, 2009**).

Les composés phénoliques jouent un rôle important dans le métabolisme de la plante mais aussi peuvent réagir dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV). Toutes les catégories de composés phénoliques sont impliquées dans les mécanismes de résistance (**Dicko et al., 2006**). Ils assurent la communication entre cellules, entre végétaux, entre végétaux et animaux (**Robert et Catesson, 2000**).

#### **I.4. Propriétés des composés phénoliques :**

Les anciens travaux (**Nitsch et Nitsch, 1961 ; Alibert et al., 1977**) ont montré que les phénols seraient associés à de nouveaux processus physiologiques: croissance, différenciation, organogénèse, floraison et tubérisation.

Les flavonoïdes et d'autres polyphénols sont partiellement responsables des qualités sensorielles et alimentaires des végétaux. L'astringence et l'amertume des nourritures et des besoins dépendent de la teneur en polyphénols (**Lugasi et al., 2003**).

L'astringence est due au tanin catéchétique qui précipite les protéines salivaires, entraînant avec elles de nombreuses molécules d'eau qui lubrifiaient alors la muqueuse buccale. Les tanins sont à l'origine de la sensation d'astringence des fruits non murs, les flavanes sont responsables de l'amertume des citrus et peuvent donner naissance, par transformation chimique, à des di-hydrochalcones à saveur sucrée (**Dubois et al., 1977**).



Certaines hypothèses suggèrent que l'investissement métabolique pour la synthèse des tanins, nécessaires en quantité relativement importante pour exercer des effets toxiques significatifs, serait plus important que celui nécessaire aux systèmes de défense allélochimique basés sur la production de petites quantités de toxines très actives, comme les alcaloïdes (**Lebreton, 1982**).

Les pigments responsables de la coloration des fleurs, issus des flavonoïdes, représentent des signaux visuels qui attirent des animaux pollinisateurs. La plupart de ces pigments sont des anthocyanes, des aurones et des chalcones. D'autres polyphénols incolores tels que les flavanols et flavanones interagissent avec les anthocyanes pour altérer par co-pigmentation de la couleur des fleurs et des fruits (**Brouillard et al., 1977**).

## **II. Activités biologiques des composés phénoliques :**

Les activités biologiques des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20<sup>ème</sup> siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. Ces propriétés sont dues essentiellement à la fraction d'huile essentielle et aux composés phénoliques contenues dans les plantes.

L'activité antioxydante, une des activités les plus intéressantes et les plus recherchée dans les extraits de plantes, a constitué la base de nombreuses applications incluant les procédés de conservation des aliments et les thérapies naturelles (Tableau 4).

Pour ces raisons, l'étude des activités biologiques des substances issues des plantes en vue de leurs applications à l'alimentation ou la santé humaine demeure une tâche intéressante et utile.

**Tableau 4:** Activités biologiques des composés polyphénoliques (**Bahorun, 1997**).

Polyphénols	Activités
Acides Phénols (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes, Antifongiques Antioxydantes
Coumarines	Protectrices vasculaires et antioedémateuses
Flavonoïdes	Anti tumorales, Anti carcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydantes
Anthocyanes	Protectrices capillaro-veineux
Pro anthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydantes, Antitumorales Antifongiques Anti-inflammatoires
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydantes

### II.1. Activité antioxydante :

Les polyphénols suscitent depuis une dizaine d'année une attention et un engouement considérable et plusieurs de leurs propriétés biologiques font l'objet de nombreuses études non exhaustives (**Manach et al., 2004 ; Djeridane et al., 2005**). Une des raisons primordiales est la reconnaissance de leur propriété antioxydante, ainsi qu'à leur implication dans la prévention de diverses pathologies associées au stress oxydatif (**Akagawa et Suyama, 2001**). Ils ont une valeur commerciale très importante surtout dans le domaine agroalimentaire et pharmaceutique en tant que puissants antioxydants naturels (**Mompon et al., 1998**) particulièrement les flavonoïdes qui sont des piègeurs efficaces de radicaux libres les plus prooxydants (**Meddleton et al., 2000**).

Leur intervention se fait assez souvent à plusieurs niveaux : piégeages de radicaux libres (**Saint-Cricq de Gaulejac et al., 1999**), chélation de métaux pro-oxydants par les groupements hydroxyles, et par inhibition de certains enzymes (**Pulido et al., 2000**).

### II.2. Activité antimicrobienne :

L'intérêt pour l'utilisation des plantes dans des domaines non alimentaires, est de plus en plus affirmé après avoir découvrir leurs vertus thérapeutiques, et le fait que les antibiotiques traditionnels sont devenus inopérants (**Hernandez et al., 2004 ; Zampini et al.,**

2005) a ouvert une porte à de nouveaux débouchés et axes de recherche sur des antimicrobiens et d'autres remèdes dérivants des plantes (**Papadopoulou et al., 2004 ; El-Fatimi et al., 2007**).

La capacité d'une espèce végétale à résister à l'attaque des insectes et des microorganismes, est souvent corrélée avec leur teneur en métabolites secondaires tels les polyphénols (**Bahorun, 1997**).

Plusieurs études épidémiologiques et cliniques attestent le rôle incontestable des composés phénoliques dans l'inhibition d'innombrables bactéries pathogènes voir même toxiques, fongicides et antibiotiques (**Mompon et al., 1998 ; Drewnowski et Gomez-Carneros, 2000**). Ces métabolites secondaires peuvent conduire à la diminution de l'activité enzymatique ainsi qu'à la croissance microbienne (**Karou et al., 2004**).

L'étude de certaines activités biologiques des polyphénols (**Choi et al., 2006**) signalent que les composés phénoliques sont même capables à neutraliser des toxines bactériennes grâce à plusieurs travaux entrepris ces dernières années.

- D'après **Cowan (1999)** les acides caféique et cinnamique sont très efficaces contre les virus, les bactéries et les champignons.
- Les propriétés antibactériennes des flavonoïdes vis-à-vis de différentes souches bactériennes ont été mises en évidence (**Miller et al., 1995 ; Pupponen-Pimiä et al., 2001**) ils atténuent le pouvoir infectieux ou affectent la réplication intracellulaire de plusieurs virus tels que le virus respiratoire syncytial (VRS), l'herpès simplex virus (HSV) et les adénovirus (**Middleton et al., 2000**).
- Quant aux tanins plusieurs travaux ont démontré leurs toxicités vis à vis des champignons filamenteux, levures et bactéries et certains d'entre eux sont même capables d'inhiber la réplication de quelques virus (**Henis et al., 1964 ; Scalbert, 1991**).

### II.3. Activités inhibitrices des enzymes :

Les composés phénoliques sont capables d'affecter et d'inhiber le système enzymatique de nombreux enzymes (**Middleton et al., 2000**). Ils sont considérés comme des inhibiteurs enzymatiques à l'égard de nombreux biocatalyseurs (**Cowan, 1999**). Ils sont capables de se

complexer avec les protéines et par voie de conséquence bloquer les sites actifs des enzymes en inhibant ainsi leur activité (**Haslem, 1998 ; Huang et al., 2004**).

Tout comme les tanins condensés, les tanins hydrolysables ont la capacité de se complexer avec les protéines. Ce processus peut inhiber et/ou immobiliser les enzymes microbiennes (**Maie et al., 2003**).

En effet, les flavonoïdes peuvent agir sur l'activité de la xanthine oxydase, une source biologique importante du radical superoxyde, et par conséquent régresser la maladie de la goutte en réduisant à la fois les concentrations en acide urique et celles du radical superoxyde dans les tissus humains (**Hansaki, 1994**).

D'autres études ont montré que les polyphénols sont capables à inactiver l'histidine décarboxylase, l'aldose réductase, la NADPH oxydase, la protéine kinase C, des enzymes de l'inflammation telles que la cyclo-oxygénase, la lipo-oxygénase, et la phospholipase A2 (**Middleton et al., 2000 ; Derbel et Ghedira, 2005**).

CONCLUSION

## Conclusion

De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales possèdent des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture. Ainsi que les propriétés médicinales des plantes sont dues à la présence de substances dites actives qui peuvent être chimiquement très diversifiées.

L'étude de l'extrait méthanolique du *Crataegus azarolus*, montre que cette plante peut avoir une application dans le domaine pharmaceutique et cosmétique en raison de sa teneur élevée en polyphénols, les flavonoïdes, les tanins condensés, huiles volatiles, quercétine, triméthylamine, coline ... etc.

Les herbes plantes médicinales, y compris l'aubépine, sont de riches sources de médicaments à fort impact commercial dans le monde entier en raison de la présence de quantités importantes de composés chimiques bioactifs naturels aux propriétés thérapeutiques. Cependant, d'autres recherches et essais cliniques *in vivo* et *in vitro* sont nécessaires pour évaluer le lien entre les compositions chimiques de ces plantes, en particulier l'aubépine, et leurs mécanismes d'action dans le traitement de diverses maladies. Une étude approfondie est suggérée par l'utilisation possible de nanonutraceutiques, assurant leur valeur nutraceutique à un niveau nano ainsi que la sécurité et l'efficacité.

REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

**Abdeddaim, M. (2016).** Etude de la composition biochimique des fruits de cinq espèces végétales présentes dans la région des Aurès en vue de leur utilisation alimentaires ou pharmacologiques. Thèse de doctorat . Université Ferhat Abbas Sétif 1.

**Abdssemmed H. (2009).** Etude de d'activité biologique des extraits du fruit de *Crataegus azarous* L. Mémoire de magistère, pp.04.

**Adanson, M. (1963).** The Bicentennial of Michel Adanson's "Familles des plantes." George H. M. Lawrence (ed.). Part 1. xii, 392 pp.

**Adrian, J ; Frangne, R(1991).** La science Alimentaire de A à Z, Ed. Lavoisier, Paris.

**Ahmed A.A., Khattab A.M., Grace M.H., Sahl M.M. (2001).** A new eudesmanolide from *Crataegus flava* fruits. *Fitoterapia*, p72, 756-759.

**Akagawa M., Suyama K. (2001).** Amine oxidase-like activity of polyphenols Mechanism and properties. *Eur. Journal of Biochemistry*, p 268: 1953-1963.

**Ali N.A.A., Julish W.D., Kusunick C., Lindesquist U. (2001)** Screening of yamani medicinal plant for antibacterial and cytotoxic activities. *Journal of Ethnopharmacology*. p74:173-179.

**Alibert G, Ranjeva R. et Boudet M.A (1997).** organisation subcellulaire des voies de synthèse des composés phénoliques. *Physiol .Veg*, p15,279 .

**Amanzadeh Y., Khanavi M., Khatamsaz M., Rajabi A., Ebrahimi S.E.S. (2007).** High performance thin-layer chromatographic fingerprints of flavonoids and phenol carboxylic acids for standardization of Iranian species of the genus *Crataegus* L. *Iranian J Pharm Sci*, p 3, 143-152.

**American Heritage Dictionary. (2000).** The American Heritage® Dictionary of the English Language, 4th ed. Houghton Mifflin Co.

**Andrade-Cetto A., Heinrich M. (2005).** Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. *J Ethnopharmacol*, p 99, 325-348.



**Aneta W., Oszmianski J. (2007).** Influence of polyphenols isolated from *Scutellaria baicalensis* Georgi and *Crataegus oxyacantha* on the oxidative stability of cholesterol in butter stored in various conditions. *Eur Food Res Technol*, p224, 635-642.

**Angiosperm Phylogeny Group. (1998).** Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG I *Bot. J. Linn. Soc.* 85:531–553.

**Angiosperm Phylogeny Group. (2003).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399–436.

**Anna S., Oszmian J., Aneta W. (2007).** Antioxidant activity of phenolic compounds of Hawthorn, pine, skullcap. *Food Chemistry*, p 103, 853-859.

**Anna S., Oszmian J., Aneta W. (2007).** Antioxidant activity of phenolic compounds of Hawthorn, pine, skullcap. *Food Chemistry*, p 103, 853-859.

**Arrieta J., Siles-Barrios D., García-Sánchez J., Reyes-Trejo B., Sanchez-Mendoza M. (2010).** Relaxant effect of the extracts of *Crataegus mexicana* on guinea pig tracheal smooth muscle. *Pharmacogn J*, p 2, 40-46.

**Arts I.C.W, Van de Putte B., Hollman P.C.H. (2000).** Catechin contents of foods commonly consumed in the Netherlands. 2. Tea, Wine, Fruit juices and chocolate milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. P 48: 1752-1757.

**Attard, E.; Attard, H.(2019)** Chapter 3.25-Hawthorn: *Crataegus oxyacantha*, *Crataegus monogyna* and related species. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements ; Nabavi,S.M.,Silva,A.S.,Eds.;AcademicPress: Cambridge, MA, USA,*

**Aymonin G.G., (1993).** Guide des arbres et des arbustes. Sélection du Reader's Digest (Ed). Paris, p 351.

**AWP. (2007).** Angiosperm Phylogeny Website. Version 7, May 2006. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> managed by Stevens, P. F. Accessed 22 June 2007.

**B., Pieters L., Vlietinck A.J. (1996).** Anti-complementary activity of *Crataegus sinaica*. *Planta Med*, p 62, 10-13.

**Baba Aissa F. (1999).** Les plantes médicinales en Algérie. Bouchène et Addiwen (Ed). Alger, pp. 181.

**Bahorun T. (1997).** Substances naturelles actives: La flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. AMAS. Food and Agricultural Research Council, p 83-94.

**Bahorun T., Aumjaud E., Ramphul H., Rycha M., Luximon-Ramma A., Trotin F. Aruoma OI. (2003).** Phenolic constituents and antioxidant capacities of *Crataegus monogyna* (Hawthorn) callus extracts. *Nahrung*, p 47, 191-198.

**Bahorun, T. (1997).** Substances Naturelles actives: La flore mauricienne une source d'approvisionnement potentielle. Université de Maurice. AMAS, Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius, p 83

**Bahri-Sahloul R., Ammar S., Fredj R.B., Saguem S., Gree S., Trotin F., Skhiri F.H. (2009).** Polyphenol contents and antioxidant activities of extracts from flowers of two *Crataegus azarolus* L. varieties. *Pakistan J Biol Sci*, p 12, 660-668.

**Bahri-Sahloul R., Ammar S., Fredj R.B., Saguem S., Gree S., Trotin F., Skhiri F.H.(2009).** Polyphenol contents and antioxidant activities of extracts from flowers of two *Crataegus azarolus* L. varieties. *Pakistan J Biol Sci*, p 12, 660-668.

**Batyuk V.S. (1966).** Structure of the flavonoids of *Crataegus curvisepala*. *Chem Nat Compd*, p 2, 233-234.

**Bénard C. (2009).** Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en polyphénols chez la tomate. Thèse de Doctorat : Université de NANCY.

**Benkhadimallah R et Kismoun S.( 2014)** Etude phytochimique et biologique de la plante stureja calamintha.. Mémoire du Master Université de constantine-1.

**Berkane, M.(2017).** Etude Bibliographique Sur L'aubépine :*Crataegus Laevigata* Poir (Dc) (Syn: *Crataegus Oxyacantha* L). Département de Pharmacie. faculté de médecine. Tlemcen. Alger. p45-47-50.

**Bersin T., Muller A., Schwarz H. (1955).** Ingredients of *Crataegus oxyacantha* L. III.Heptahydroxyflavan glycoside. *Arzneimittel-forschung*, p 5, 490-491.

**Beta, T; Nam, S; Dexter, J.E; Sapirstein, H.D. (2005).** Phenolic content and antioxidant activity of pearled ulreat and roller – milled fractions, *Creal Chem*: p 390 -393.

**Bignami C., Poalocci A., Scossa A., Bertazza G. (2000).** Preliminary evaluation of nutritional and medicinal component of *Crataegus azarolus* fruits. *Journal of food Engineering*, p 5, 241-247.

**Botineau, M. (2010).** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Paris. p89.

**Bouchouka E. (2016).** Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes. Thèse de doctorat en science. Université Badji Mokhtar –Annaba.

**Boudraa S. (2008).** Etude de la fraction minérale et vitaminique des fruits de : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Cratagus monogyna* Jacq. , *Elaeagnus angustifolia* Let *Ziziphus lotus* L. Mémoire de Magistère Université El Hadj-Lakhder, Batna , pp.137.

**Boudraa, S. (2019).** Influence des techniques de séchage et d'extraction sur les propriétés antioxydantes et fonctionnelles des fruits de : *Crataegus azaroulis* L et *Elaeagnus angustifolia* L. Thèse de doctorat . Université Hadj lakheder.

**Brosse J., (2000).** Larousse des arbres et des arbustes. Larousse (Ed). Canada, 576p.

**Brouillard R., Figueiredo P., Elhabiri M et Dangles O.(1997).** Molecular interactions of phenolic compounds in relation to the color of fruits and vegetables.in: phytochemistry of fruit and vegetables proceedings of the phytochemical society of Europe. Oxford.UK:clarendon press, pp 30-49.

**Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie phytochimie, plantes médicinales, (2e éd). Tec & Doc (Ed). Paris, pp. 520.

**Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie phytochimie, plantes médicinales, (3ème éd). Tec & Doc (Ed). Paris, pp. 1120.

**Bruneton J. 2008.** Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. Ed: Tec & Doc. Lavoisier, Paris. pp 198-260.

**Bruneton, J. (1999).** Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p 1120.

**Bruneton, J. (1999).** Tannins. In: Pharmacognosie, phytochimie, Plantes médicinales, Ed Tec et doc Ed, Paris, pp369-404.

- Bykov V.I., Glyzin V.I. (1972).** Flavonoids of the genus *Crataegus*. *Chem Nat Compd*, 8, 672-673.
- Challice J.S. (1974).** Rosaceae chemotaxonomy and the origins of the Pomoideae. *Bot. J. Linn. Soc.* 69:239–259.
- Chang Q., Zuo Z., Chow M.S.S., Ho W. K. K. (2006).** Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (*Crataegus pinnatifida* var. *major*) fruits and a hawthorn drink. *Food chemistry*, 98, 426-430.
- Chang Q., Zuo Z., Harrison F., Chow M.S.S. (2002).** Hawthorn. *J clinical pharmacology*, 42, 605-612.
- Chen J., Song S., He J., Xu S. (2008).** A study of the chemical constituents of the leaves of *Crataegus pinnatifida*. *Asian J Trad Med*, p 3, 80-83.
- Choi Y.M., Noh D.O., Cho S.Y., Suh H.J., Kim K.M., Kim J.M. (2006).** Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *LWT*, p 39: 756-761.
- Christensen K. I. (1992).** Revision of *Crataegus* sect. *Crataegus* and nothosect. *Crataeguineae* (Rosaceae-Maloideae) in the Old World. *Systematic botany monographs*. Ann Arbor, Mich, American Society of Plant Taxonomists, p 35.
- Clifford M.N. (1999).** Appendix 1. A nomenclature for phenols with special reference to tea. Washington, DC, CRC Press, Boca Raton Florida. 41 (5): p 393-397.
- Couplan F., (2000).** Dictionnaire Etymologique de Botanique. Delachaux et Nestlé (Ed). Paris, p 283.
- Cowan M.M. (1999a).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12 (4): p 564-582.
- Cowan M.M. (1999b).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12 (4): p 564-582.
- Crepet, W. L., E. M. Friis, and M. A. Gandolfo. (2004).** Fossil evidence and phylogeny: The age of major angiosperm clades based on mesofossil and macrofossil evidence from Cretaceous deposits. *American J. Bot.* 91: 1666–1682.

- Cronquist. A. (1981).** An integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York.
- Crozier A. (2003).** Classification and biosynthesis of secondary plant products: an overview. In *Plants” Diet and Health”*. Ed. Goldberg. pp: 27- 48.
- Dahlgren, R. M. T. (1980).** A revised system of classification of the angiosperms. *Bot. J. Linn. Soc.* 80:91–124.
- D’Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R., Gargiulo R., Giovannini C. et Masella R. (2007).** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-dellIstituto-Superiore-di-Sanità.* p 43(4) : 348-361.
- Degenring F.H., Suter A., Weber M., Saller R. (2003).** A randomized double blind placebo controlled clinical trial of a standardised extract of fresh *Crataegus* berries (*Crataegisan®*) in the treatment of patients with congestive heart failure NYHA II. *Phytomedicine* ,p 10, 363-369.
- Degenring F.H., Suter A., Weber M., Saller R. (2003).** A randomized double blind placebo controlled clinical trial of a standardised extract of fresh *Crataegus* berries (*Crataegisan®*) in the treatment of patients with congestive heart failure NYHA II. *Phytomedicine* ,p10, 363-369.
- Demiray S., Pintado M.E., Castro P.M.L. (2009).** Evaluation of phenolic profiles and antioxidant activities of Turkish medicinal plants: *Tilia argentea*, *Crataegi folium* leaves and *Polygonum bistorta* roots. *World Acad Sci EngTechnol*, p 54, 312-317.
- Derbel S., Ghedira K. (2005).** Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie et nutrition*, p 1: 28-34
- Dickinson, T. A, R. C. Evans, and C. S. Campbell. (2002).** Rosaceae classification and phylogeny: introduction and overview. <http://www.botany2002.org./sympos13/abstracts/5.shtml> accessed 28 January 2009.
- Dicko M. H., Gruppen H., Traoré A. S., Voragen A. G. J. ,Van Berkel W. J. H.(2006).** Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. *Biotechnology and Molecular Biology Review* 1 (1), 21-38.

- Djeridan A., Yousfi M., Nedjmi D., Boutassouna D., Stoker P., Vidal N., (2006).** Antioxidant activity of some medical plants extracts containing phenolic compounds foodschemistry; p 97; 654-660.
- Dr Jesus Cardenas (2017).** Agence nationale du médicament et des produits de santé (ANSM), liste des médicaments de médication officinale à base de plantes, 2012 - Larousse des plantes médicinales.
- Drewnowski A., Gomez-Carneros C. (2000).** Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: A review. American Journal of Clinical Nutrition. p 72:1424-35.
- Dubois G.E, Grosby GA et Saffron P. (1997).** Non nutritive sweeteners: taste structure relationships with for some new simple dihydrochalcones. science.195,397-399.
- Durazzo, A.; Camilli, E.; D'Addezio, L.; Piccinelli, R.; Mantur-Vierendeel, A.; Marletta, L.; Finglas, P.; Turrini, A.; Sette, S (2020).** Development of Dietary Supplement Label Database in Italy: Focus of FoodEx2 Coding. Nutr., 12, 89.
- Dzhangaliev A. O., Salova T. N., Turekhannova P. M. (2002).** The wild fruit and nut plants of Kazakhstan. Horticultural Reviews, Jules Janick Kazakhstan, 29, 306.
- Ebrahimzadeh M.A., Bahramian F. (2009).** Antioxidant activity of Crataegus pentaegyna fruit extract used as traditional medicine in Iran. Pakistan J Biol Sci, 12, 413-419.
- Farhat R. (2007).** Etude de la fraction lipidique et la composition en acides gras des huiles des fruits de : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Ziziphus lotus* L. Mémoire de magister. Université El Hadj-Lakhder, Batna, pp. 109.
- Ferhat R. (2008).** Etude de la fraction lipidique et la composition en acides gras des fruits de : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Ziziphus lotus* L. Mémoire de Magistère. Université El Hadj-Lakhder, Batna, pp.102.
- Fleuriet A. et Macheix J.J. (1997).** Effet des blessures sur les composés phénoliques des fruits de tomates cerise (*Lycopersicon esculentum* var *cerasiforme*). phys.veg, 15, 239-250
- Fong Harry H.S., Bouman J.L. (2002).** Hawthorn. J of cardiovascular nursing, 16, 1-8.

- Fossen T., Andersen O.M., Ovstedal D.O., Pedersen A.T., Raknes A. (1996).** Characteristic anthocyanin pattern from onions and other *Allium* spp. *Journal of Food Science* 61: 703-706.
- Frohne, D., & Pfander, H. J. (2005).** *Poisonous Plants: A Handbook for Doctors, Pharmacists, Toxicologists, Biologists and Veterinarians* (2nd ed.). Portland, OR: Timber Press, Inc.
- Garjani A., Nazemiyeh H., Maleki N., Valizadeh H. (2000).** Effects of extracts from flowering tops of *Crataegus meyeri* A. Pojark. on ischaemic arrhythmias in anaesthetized rats. *Phytother Res*, 14, 428-431.
- Gazizov F.Y., Glushenkova A.I. (1996).** Phospholipids of the pericarp of *Crataegus turkestanica*. *Chem Nat Compd*, 31, 465-466.
- Gloaguen J.C. (1982).** *Connaitre et reconnaitre les arbres et les arbustes des forêts et compagnes*. Ouest France (Ed). Paris, pp. 222.
- Gonzalez, A. G ; Estevez-Braun, A. (1997).** Coumarins, *Nat. Prod. Reprod*, 14 : 465-475.
- Gurcharan S. (2004).** *Plant Systematics : an Integrated Approach*, Science Publishers, pp.419.
- Güven K., Yücel E., Cetintas F. (2006).** Antimicrobial activities of fruits of *Crataegus* and *Pyrus*. *Species. Pharm Biol*, 44, 79-83.
- Güven K., Yücel E., Cetintas F. (2006).** Antimicrobial activities of fruits of *Crataegus* and *Pyrus*. *Species. Pharm Biol*, 44, 79-83.
- Hadjimitsi E., Zabitakis I. (2005).** The Aroma of jam prepared from fruits of *masphilla* (*Crataegus azarolus* L.). *Favour and Fragrance J*, 20(5), 507-511.
- Han X.H., Hong S.S., Hwang J.S., Lee M.K., Hwang B.Y., Ro J.S. (2007).** Monoamine oxidase inhibitory components from *Cayratia japonica*. *Archives Pharmacal Research*. 30: 0713.

**Hanasaki Y., Ogawa S., Fukui S. (1994).** The correlation between active oxygens scavenging and antioxidative effects of flavonoids. *Free Radical of Biology Medecine*,16: 845-850.

**Hanus M., Lafon J., Mathieu M. (2004).** Double-blind, randomised, placebo-controlled study to evaluate the efficacy and safety of a fixed combination containing two plant extracts (*Crataegus oxyacantha* and *Eschscholtzia californica*) and magnesium in mild-to-moderate anxiety disorders. *Curr Med Res Opin*, 20,63-71.

**Haslam E. (1974).** Polyphenol-Protein Interactions. *Biochemistry Journal*. 139:285-288.

**Hemingway, R.W. (1992).** Structural variation in proanthocyanidins and their derivatives. In: *Plant polyphenols: synthesis, properties, significance*. Laks P.E, Hemingway R.W New York.

**Henis Y., Tagari H., Volcani R. (1964).** Effect of Water Extracts of Carob Pods, Tannic Acid, and Their Derivatives on the Morphology and Growth of Microorganisms. *Applied Microbiology*,12(3):204-209.

**Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Katan M.B. (1992).** Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in The Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40: 2379-2383.

**Heywood, V. H. (2007).** *Flowering plants of the world*. Mayflower Books. Elsevier Publisher, New York, NY. pp. 141–144

**Horvat R.J., Chapman G.W. (2007).** Identification of volatile compounds from ripe Mayhaw fruit (*Crataegus opaca*, *C. aestivalis*, and *C. rufula*). *J Food Quality* ,14, 307- 312.

**Hosseinimehr S.J., Azadbakht M., Mousavi S.M., Mahmoudzadeh A., Akhlaghpour S. (2007).** Radioprotective effects of hawthorn fruit extract against gamma irradiation in mouse bone marrow cells. *J Radiat Res*, 48, 63-67.

**Hosseinimehr S.J., Azadbakht M., Mousavi S.M., Mahmoudzadeh A., Akhlaghpour S.(2007).** Radioprotective effects of hawthorn fruit extract against gamma irradiation in mouse bone marrow cells. *J Radiat Res*, 48, 63-67.



- Huang H.H., Kwok K.C., Liang H.H.(2004).** Effect of tea polyphenols on the activities of soybean trypsin inhibitors and trypsin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 121-126.
- Huang M.T., Ferraw T. (1991).** Phenolic coumpoud in food and cancer prevention. *Phenolic coumpounds in food and their effects on health*. 3:83.
- Hutchinson, J. (1964).** The genera of flowering plants. Vol 1. Dicotyledons. Clarendon, Oxford.
- Igor, L.B. (2002).** Etude des activités biologique de Fagara zanthoxyloides, lam (Rutaceae). Thèse de pharmacie, Bamako, p 133.
- Ikeda T., Ogawa Y., Nohara T. (1999).** A new triterpenoid from *Crataegus cuneata*. *Chem Pharm Bull* ,47, 1487-1488.
- Janick, J. (2005).** The origins of fruits, fruit growing, and fruit breeding. *Plant Breed. Rev.* 25: 255–320.
- Jayalakshmi R., Thirupurasundari C.J., Niranjali D.S. (2006).** Pretreatment with alcoholic extract of *Crataegus oxyacantha* (AEC) activates mitochondrial protection during isoproterenol -induced myocardial infarction in rats. *Mol Cell Biochem* ,292, 59-67.
- Ju L.Y. (2005).** *Crataegus oxyacantha* (aubepine) in the use as herb medicine in France. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* ,30, 634-40.
- Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg, and P. F. Stevens. (1999).** *Plant Systematics: A phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA. 290–306.
- Kansole, M.M.R. (2009).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R.Brown, *Hoslundia oppossta* vahl et *Orthosiphon pallidus* royle ex benth. Mémoire pour obtenir un diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso.
- Kao E.S., Wang C.J., Lin W.G., Yin Y.F., Wang C.P., Tseng T.H. (2005).** Antiinflammatory potential of flavonoid contents from dried fruit of *Crataegus pinnatifida* in vitro and in vivo. *J Agric Food Chem*, 53,430-436.

**Kao E.S., Wang C.J., Lin W.L., Chu C.Y., Tseng T.H. (2007).** Effects of polyphenols derived from fruit of *Crataegus pinnatifida* on cell transformation, dermal edema and skin tumor formation by phorbol ester application. *Food Chem Toxicol* ,45, 1795-1804.

**Karou F.D., Dicko M.H., Simpore J., Traore A.S. (2004).** Antioxidant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina African Journal of Biotechnology, 4 (8): 823-828.

**Kashnikova M.V. (1984).** Flavonoids of the flowers of *Crataegus sanguinea*. *Chem Nat Compd* ,20, 105-106.

**Khalil R., Abuharfeil N., Shabsoug B. (2008).** The effect of *Crataegus aronica* aqueous extract in rabbits fed with high cholesterol diet. *Eur J Sci Res*, 22, 352-360.

**Kingsbury, J. M. (1964).** Poisonous Plants of the United States and Canada. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

**Kirakosyan A., Seymour E., Kaufman B.P., Warber S., Bolling S., Chang C.S. (2003).** Antioxidant capacity of polyphenolic extracts from leaves of *Crataegus laevigata* and *Crataegus monogyna* (Hawthorn) subjected to drought and cold stress. *J Agr Food Chem*, 51, 3973-3976.

**Kocylidiz Z.C., Birman H., Olgac V., Akgun-Dar K., Meliko G., Mericli A.H.(2006).** *Crataegus tanacetifolia* leaf extract prevents L-NAME-induced hypertension in rats: a morphological study. *Phytother Res*, 20, 6-70.

**Košir I-J., Lapornik B., Andrenšek S., Wondra A.,Vrhovšek U et Kidric J. (2004).** Identification of anthocyanins in wines by liquid chromatography, liquid chromatography-mass spectrometry and nuclear magnetic resonance. *Analytica Chimica Acta* . 513: 277-282

**Kovaleva A.M., Goncharov N.F., Komissarenko A.N. (2009).** GC/ MS study of essential oil components from flowers of *Crataegus jackii*, *C. robesoniana*, and *C. flabellate*. *Chem Nat Compd* ,45, 582-584.

**Kuliev V.B., Poletaeva L.V. (1983).** Polysaccharides of *Crataegus*. II. Polysaccharides of the fruit of *Crataegus meyeri*. *Chem Nat Compd*, 18, 612-613.

**Kuliev V.B., Poletaeva L.V. (1984).** Polysaccharides of Crataegus Dinesh Kumar et al. Rev. Bras.Farmacogn. / Braz. J. Pharmacogn.II. Polysaccharides of the fruit of Crataegus meyeri. Chem Nat Compd, 20, 100-101.

**Lebham, (2005).** Thèse au laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. (IVEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO).

**Lebham, (2005).** Thèse au laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. (IVEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO).

**Lebreton P. (1982).** Tanins ou alcaloïdes : deux tactiques de dissuasion des herbivores. Revue d'Écologie (Terre et Vie), 52, 221-238.

**Li H.B., Cheng K . W., Wong C.C., Fan K.W., chen F., Tian Y. (2007).** Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. Food Chimestry. 102:771-776.

**Lin Y., Vermeer M.A., Trautwein E.A. (2009).** Triterpenic acids present in hawthorn lower plasma cholesterol by inhibiting intestinal ACAT activity in hamsters. eCAM 1-9: doi:10.1093/ecam/nep007.

**Liu P., Kallio H., Lu D., Zhou C., Ou S., Yang B. (2010).** Acids, sugars, and sugar alcohols in chinese hawthorn (Crataegus spp.) fruits. J Agric Food Chem, 58, 1012-1019.

**Ljubuncic P., Azaizeh H., Cogan U., Bomzon A. (2006).** The effects of a decoction prepared from the leaves and unripe fruits of Crataegus aronia in streptozotocininduced diabetic rats. J Complement Med, 3: 6. doi: 10.2202/1553-3840.1027.

**Ljubuncic P., Portnaya I., Cogan U., Azaizeh H., Bomzon A. (2005).** Antioxidant activity of Crataegus aroniaaqueous extract used in traditional Arab medicine in Israel. J Ethnopharmacol, 101, 153-161.

**Kirakosyan A., Seymour E., Kaufman BP., Warber S., Bolling S., Chang C.S. (2003).**Antioxidant capacity of polyphenolic extracts from leaves of Crataegus laevigata and

*Crataegus monogyna* (Hawthorn) subjected to drought and cold stress. *J Agr Food Chem*, 51,3973-3976.

**Long S.R., Carey R.A., Crofoot K.M., Proteau P.J., Filtz T. M. (2006).** Effect of hawthorn (*Crataegus oxycantha*) crude extract and chromatographic fractions on multiple activities in a cultured cardiomyocyte assay. *Phytomedicine*, 13, 643-650.

**Lugasi A., Hovari J., Sagi K.V., Biro L. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1-4), 119-125.

**Mabberley, D. J. (1987).** *The Plant-Book*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. pp. 506–507.

**Maharik N., Elgengaihi S., Taha H. (2009).** Anthocyanin production in callus cultures of *Crataegus sinaica* boiss. *Int J Acad Res*, 1, 30-34.

**Maie N., Behrens A., Knicker H. Kögel-Knabner I. (2003).** Changes in the structure and protein binding ability of condensed tannins during decomposition of fresh needles and leaves. *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 577-589

**Manach C. (1998).** Biodisponibilité des flavonoïdes. Thèse: Clermont-Ferrand: Université Blaise Pascal.

**Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. (2004).** Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. 79: 727-747.

**Maurya R., Yadav P.P. (2005).** Furanoflavonoids: An overview. *Nat Prod Rep*, 22, 400424.

**Mazzocchi J., Dalioche G., Frenot U. (1999).** Glaner dans le midi. Tetrass (Ed). Paris, pp. 169.

**Mazzocchi J., Dalioche G., Frenot U., (1999).** Glaner dans le midi. Tetrass (Ed). Paris, 169p

**Melikoglu G., Bitis L., Mericli AH. (2004).** Flavonoids of *Crataegus microphylla*. *Nat Prod Res*, 18, 211-213.

**Messaili B., (1995).** Botanique, Systématique des spermaphytes. OPU (Ed). Alger, 91p.  
Origine et réparation

**Middleton E. JR., Kandaswami C., Theoharides T. C. (2000).** The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Review*, 52 (4):673–75198. Cricq de Gaulejac et al, 1999.

**Miller N. J., Diplock A. T., Rice-Evans C. A. (1995).** Evaluation of the total antioxidant activity as a marker of the deterioration of apple juice on storage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 43: 1794-1801.

**Mohammedi Z. (2006).** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de magister. Université de Tlemcen.

**Mompon B., Lemaire B., Mengal P., Surbled M., (1998).** Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. Ed. INRA, (Paris): 145-149.

**Morgan, D. R., D.E. Soltis, K. R. Robertson. (1994).** Systematic and evolutionary implications of rbcL sequence variation in rosaceae. *Am. J. Bot.* 81: 890–903.

**Nelson, L. S., Shih, R. D., & Balick, M. J. (2007).** Handbook of Poisonous and Injurious Plants (2nd ed.). New York: Springer.

**Newman et Cragg, (2016).** DJ Newman , directeur général Cragg Les produits naturels comme sources de nouveaux médicaments de 1981 à 2014. *Journal des produits naturels* , 79 ( 2016 ) , pp. 629 – 661

**Nikolov NT., Vodenicharov RI. (2003).** Di-C-glycosides from *Crataegus monogyna*. *Chem Nat Compd*, 11, 436-437.

**Nitsch J.P et Nitsch C. (1961).** Synergistes naturels des auxines et des giberllines. *Bull.soc.fr.*,26,2237-2240.

**OMS, (2013).** Stratégie de médecine traditionnelle de l'OMS : 2014-2023 Presse OMS , Genève (2013).

**Orhan I., Ozcelik B., Kartal M., Ozdeveci B., Duman H. (2007).** HPLC Quantification of vitexine-2-O-rhamnoside and hyperoside in three *Crataegus* species and their antimicrobial and antiviral activities. *Chromatographia*, 66, 153-157

**Ozcan M., Haciseferogullari H., Maracoglu T., Arslan D. (2005).** Hawthorn (*crataegus* spp.) fruit: some physical and chemical properties. *J of food Enginering*, 68, 409-413.

**Pandey K.B et Rizv S.I. (2009).** Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Nov-Dec; 2(5): 270–278.

**Podsdek A., Wilska-Jeszka J., Anders B., Markowski J. (2000).** Compositional characterisation of some apple varieties. *European Food Research and Technology*. 210: 268272.

**Pulido R., Bravo L., Saura-Calixto F. (2000).** Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48: 3396-3402.

**Pupponen-Pimiä R., Nohynek L., Meier C., Kähkönen M., Heinonen M., Hopia A., Oksman-Caldentey K.M. (2001).** Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of Applied Microbiology*, 90 (4): 494.

**Quezel P., Santa S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algerie et des regions desertiques Méridionales. Tome1. Centre National de la Recherche scientifique (Ed). Paris, pp. 566.

**Rauf et Jehan, (2017) A. Rauf , N. Jehan** Produits naturels comme inhibiteurs d'enzymes potentiels des plantes médicinales M. Senturk (Ed.) , *Inhibiteurs et activateurs d'enzymes* , Intech ( 2017 ) , pp. 165 – 177

**Rayyan S., Fossen T., Nateland H.S., Andersen O.M . (2005).** Isolation and identification of flavonoids, including flavone rotamers, from the herbal drug 'Crataegi folium cum flore' (hawthorn). *Phytochem Anal*, 16, 334-41.

**Rewerski W., Lewak S. (1967).** Some pharmacological properties of flavan polymers isolated from hawthorn (*Crataegus oxyacantha*). *Arzneimittel-forschung*, 17, 490-491.

**Ribeiro MT.,Waffo-Teguo P., Teissèdre PL. (1999).** Determination of stilbenes (transastringin, cis and trans piceid, and cis and trans resvératrol) in portuguese wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 266-267

**Ribereau, G.P. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux, Dunod, Paris, p254.

**Rigelsky J.M., Sweet B.V. (2002).** Hawthorn: Pharmacology and therapeutic uses. *Am J Health Syst Pharm* ,59, 417- 422.

**Rigon,R.B.;Fachinetti,N.;Severino,P.;Durazzo,A.;Lucarini,M.;Atanasov,A.G.;ElMamouni,S.;Chorilli,M.; Santini, A.; Souto, E.B.(2019)** Quantification of Trans-Resveratrol-

Loaded Solid Lipid Nanoparticles by a Validated Reverse-Phase HPLC Photodiode Array. *Appl. Sci.* 9, 4961.

**Ringl A., Prinz S., Huefner A., Kurzmann M., Kopp B. (2007).** Chemosystematic value of flavonoids from *Crataegus x macrocarpa*(Rosaceae) with special emphasis on (R)- and (S)-eriodictyol-7-O-glucuronide and luteolin-7-Oglucuronide. *Chem Biodivers*, 4, 154-162.

**Rita Bilia A., Eterno F., Bergorizi M. C., Mazzi G., Vencieri F. F. (2007).** Evaluation of the content and stability of the constituents of mother tinctures and tinctures: the case of *Crataegus oxyacantha* L. and *Hieracium pilosella* L. *J of Pharmaceutical and Biomedical analysis*, 44, 70-78.

**Robert D. Catesson A. M. (2000).** Biologie végétale : caractéristiques et stratégie évolutives des plantes. Organisation végétative. Wolters Kluwer France Edition, Volume2, p 320

**Rodolphe-Edouard S., Vincent V., Savolainen., Murielle F., Daniel J.(2002).** Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. Presses polytechniques et universitaires romandes, pp. 188.

**Saadoudi M. (2008).** Etude de la fraction glucidique des fruits de : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L et *Zizyphus lotus* L. Mémoire de Magister. Université El Hadj-Lakhder, Batna, pp.80.

**Saadoudi, M., Hamebaba, L., & Abdeddaim , M. (2012).** Study of the Glucidic Fraction of *Celtis Australis* L, *Crataegus Azarolus* L, *Crataegus Monogyna* Jacq., *Elaeagnus Angustifolia* L. and *Zizyphus Lotus* L. *Fruits*. 06.

**Saint-Cricq de Gaulejac N., Provost C., Vivas N. (1999).** Comparative study of polyphenol scavenging activities assessed by different methods. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47: 425-431.

**Santini, A.; Novellino, E. Nutraceuticals(2014):** Beyond the diet before the drugs. *Curr. Bioact. Compd.* , 10, 1–12.

**Scalbert A. (1991).** Antimicrobial properties of tanins. *Phytochemistry*, 30(12): 3875-3883.

**Schroder D., Weiser M., Klein P. (2003).** Efficacy of a homeopathic Crataegus preparation compared with usual therapy for mild (NYHA II) cardiac insufficiency: results of an observational cohort study. *Eur J Heart Fail*, 5,319-26.

**Schroder D., Weiser M., Klein P. (2003).** Efficacy of a homeopathic Crataegus preparation compared with usual therapy for mild (NYHA II) cardiac insufficiency: results of an observational cohort study. *Eur J Heart Fail*, 5,319-26.

**Shahat A., Ismail S., Hammouda F. (1998).** Anti-HIV activity of flavonoids and proanthocyanidins from *Crataegus sinaica*. *Phytomedicine*, 2, 133-136.

**Shahat A.A., Hammouda F., Ismail S.I., Azzam S.A., De Bruyne T., Lasure A., Van Poel B., Pieters L., Vlietinck A.J. (1996).** Anti-complementary activity of *Crataegus sinaica*. *Planta Med*, 62, 10-13.

**Shahat A.A., Hammouda F., Ismail S.I., Azzam S.A., De Bruyne T., Lasure A., Van Poel Skerget M., Kotnik P., Hadolin B., Hras A.-R., Simonic M. et Knez Z. (2005).** Phenols, proanthocyanidines, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89: 191-198.

**Singh, B.(2018)** (Ed.) *NanoNutraceuticals*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, p. 326

**Soltis, D. E., P. S. Soltis, P. K. Endress, M.W. Chase. (2005).** *Phylogeny and Evolution of Angiosperms*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. pp. 237–248.

**Souto,E.B.;Ribeiro,A.F.;Ferreira,M.I.;Teixeira,M.C.;Shimojo,A.A.;Soriano,J.L.;Naveros,B.C.;Durazzo,A.;Lucarini,M.;Souto,S.B.(2020a)** New Nanotechnologies for the Treatment and Repair of Skin Burns Infections. *Int. J. Mol. Sci.* 21, 393.

**Souto, E.B.; Silva, G.F.; Dias-Ferreira, J.; Zielinska, A.; Ventura, F.; Durazzo, A.; Lucarini, M.; Novellino, E.; Santini, A.(2020b)** Nanopharmaceutics: Part I—Clinical trials legislation and good manufacturing practices (GMP) of nanotherapeutics in the EU. *Pharmaceutics* 12, 146.

**Sozer U., Donmez A.A., Mericli A.H. (2006).** Constituents from the leaves of *Crataegus davisii* Browicz. *Sci Pharm*, 74, 203-208.



**Svedstrom U., Vuorela H., Kostianen R., Tuominen J., Kokkonen J., Rauha J.P., Laakso I., Hiltunen R. (2002).** Isolation and identification of oligomeric procyanidins from *Crataegus* leaves and flowers. *Phytochemistry* ,60, 821- 825.

**Svedström U., Vuorela H., Kostianen R., Tuominen J., Kokkonen J., Rauha J.P., Laakso I., Hiltunen R. (2002a).** Isolation and identification of oligomeric procyanidines from *Crataegus* leaves and flowers. *Photochemistry*, 60(8), 821-825.

**Svedström U., Vuorela H., Kostianen R., Huovinen K., Laakso I., Hiltunen R. (2002b).** High performance liquid chromatographic determination of oligomeric procyanidines from dimers up to the hexamer in hawthorn. *J of chromatography "A"*, 968, 53-60.

**Tadic V.M., Dobric S., Markovic G.M., Sofija M., Tanja S. (2008).** Anti-inflammatory, gastroprotective, free-radical scavenging and antimicrobial activities of hawthorn berries ethanol extract. *J Agr Food Chem*, 56, 7700- 7709.

**Takhtajan, A. (1993).** Diversity and Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York. America. p 65.

**Takhtajan, A. (1997).** Diversity and Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York.

**Thorne, R. F. (1992).** Classification and geography of flowering plants. *Bot. Rev.* 58: 225–348.

**Thorne, R. F. (2000).** The classification and geography of the flowering plants: dicotyledons of the class Angiospermae. *Bot. Rev.* 66: 441–647.

**Verma S.K., Jain V., Verma D., Khamesra R. (2007).** *Crataegus oxyacantha*- A cardioprotective herb. *J Herbal Med Toxicol*, 1, 65-71.

**Vitrac X., Bornet A., Vanderlinede R. (2005).** Determination of stilbenes (Delta-viniferin, trans-astirgin, trans-piceid, cis- and trans-resveratrol, epsilon-niferin) in Brazilian wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 (14): 5664-5669.

**Vivar-Vera M.A., Salazar-Montoya J.A., Calva-Calva G., Ramos-Ramirez E.G. (2007).** Extraction, thermal stability and kinetic behavior of pectin methyl esterase from hawthorn (*Crataegus pubescens*) fruit. *Food Sci Technol*, 40, 278- 284.

**WHO(WorldHealthOrganization). (2013).** Availableonline: [http://www.who.int/traditional-complementaryintegrative-medicine/publications/trm\\_strategy14\\_23/en/](http://www.who.int/traditional-complementaryintegrative-medicine/publications/trm_strategy14_23/en/) (accessed on 5 May 2020).

**Wichtel M., Anton R. (1999).** Plantes thérapeutiques. Tradition, pratique officinale. Science et thérapeutique. Tec&Doc (Ed).

**Wikström, N., V. Savolainen, and M. W. Chase. (2001).** Evolution of the angiosperms: Calibrating the family tree. *Proc. Roy. Soc. London B*, 268: 2211–2220.

**Wink, M., & Van Wyk, B. (2008).** *Mind-Altering and Poisonous Plants of the World* (1st ed.). Portland, OR: Timber Press

**Zampini I.C., Vattuone M. A., Isla M.I. (2005).** Antibacterial activity of *Zuccagnia punctata* Cav. ethanolic extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 102: 450–456.

**Zhang PC., Xu XU. (2001).** Flavonoid ketohexosefuranosides from the leaves of *Crataegus pinnatifida* Bge. var. *major* N.E.Br. *Phytochemistry*, 57, 1249-1253.

**Zidi, S. (2010).** Contribution A L'Etude De L'Effet Antidiabétique Potentiel D'Un Extrait Aqueux De *Crataegus Azarolus* Chez Des Rats Wistar Avec Un Diabète Induit A L'Alloxane. [Ressource Textuelle, Sauf Manuscrits. Thèse de doctorat . Université Badji Mokhtar, Algérie.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

Année universitaire : 2020/2021

Soutenu par : MELGHID Roufeida NOUI Abir Zohra

Etude phytochimique et biologique de la plante *Crataegus azarolus*

**Résumé :**

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui sont autant de métabolites secondaires différents.

*Crataegus azarolus* est une plante très répandue dans l'Est Algérien. Elle appartient à la famille des Rosacées et est traditionnellement utilisée dans les pays arabes pour le traitement du diabète. C'est un fruit ayant des propriétés biologiques importante y'a compris activité antidiabétique et antioxydante.

Une étude récente réalisée à l'Université de Constantine (Boudjada et *al*, 2018) sur la même espèce a montré que l'extrait butanolique de cette plante contient la teneur plus élevée en polyphénols ( $307,33 \pm 2,33$  mg (acide gallique équivalents)/g d'extrait) et de flavonoïdes ( $143,0 \pm 2,12$  mg QE/g d'extrait) et il s'avère l'activité antioxydante la plus élevée avec tous les dosages utilisés (DPPH, CUPRAC, ABTS, pouvoir réducteur et  $\beta$ -carotène).

**Mot clés :** Plantes médicinales, *Crataegus sp*, métabolites secondaires, activités biologiques.

**Jury d'évaluation :**

**Président : Mr. Nouadri Taher**

MCA, Université Constantine1

**Examineur : Mr. Rahmani Abderrahmane**

M. recherche B CRBt, Constantine

**Encadreur : Mme. Zaak Hadjer**

M. recherche B CRBt, Constantine

**Date de soutenance :**