



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد الطاريف

Université Chadli Ben Djedid El Tarf

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

## Mémoire de Fin d'Études

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

« Biotechnologies et valorisation des plantes. »

### THEME

**Etude comparative de quelques paramètres phytochimiques effectués sur une espèce légumineuse rare récoltée de deux régions différentes.**

Présenté Par : Messaoudi Manel et Hadeb Nermine.

Soutenu le : 07/07/2021

Devant le jury :

Présidente:	Gherib Imane	MAA	U. Chadli Ben Djedid El Tarf
Examinatrice:	Djekoun Maryam	MCB	U. Chadli Ben Djedid El Tarf
Promotrice:	Bouzata Chouhaira	MCB	U. Chadli Ben Djedid El Tarf

Année Universitaire : 2020/2021

# *Remerciements*



*" Il faut honorer nos maîtres plus que nos parents, car si nos parents nous ont donné la vie, nos maîtres nous ont donné le moyen de bien vivre "*  
*Philoxène de Cythère*

# Remerciment

Nous remercions avant tous, Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes les longues années d'études afin que nous puissions arriver là.

Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres du jury :

- ♥ Nous vous remercions vivement Mme Gherib I de nous faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire.
- ♥ Nous ne saurons trop remercier l'examineur Mme Djekoun M pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce modeste travail.
- ♥ Nous désirons exprimer nos gratitudes à notre encadreur Mme Bouzaata Ch, pour nous avoir guidé dans la réalisation de ce travail, par sa patience, ses conseils précieux et ses critiques constructives a su nous mettre sur la bonne voie.

Nos remerciements à tous nos professeurs, aux doctorants, techniciens de laboratoires, camarades de classe et personnels du département de Biologie pour leurs contributions à notre réussite.

Nous remercions nos familles; nos parents, nos sœurs, nos frères et tous nos proches.... En témoignage de leur soutien permanent durant nos études.

*Nermine et Manel*

## ***Dédicaces***

Avec joie et plaisir, fierté et respect, je dédie ce modeste travail à mes chers parents pour leurs appuis et leur prière

Mon père ***Nacer***

Qui a fournit ses efforts jour et nuit pour mon éducation et mon bien être, et me donne le courage pour continuer mes études et pour que je sois parmi les meilleurs.

A ma chère mère ***Saida***

Pour son amour, ses sacrifices, son soutien moral pendant mes beaux et mauvais moments. Merci pour ton encouragement et pour ta confiance.

A mon chère frère **Islem** et ma belle sœur **Rouaida** que dieu te garde pour moi.

A mon fiancée **Aimen**.

A mes belles Tante et ma belle cousine **Razene** Qui m'ont aidé avec beaucoup d'amour pour avancer et réaliser ce travail dans des meilleures conditions.

À mes chers amis surtout : **Salma, Nesrine et Amina**.

Je dédié mon travail aussi a ma binôme **Manel** pour leurs soutiens et leurs encouragement pour sa patience que dieu te garde pour moi

***Hadeef Nermine***

## ***Dédicaces***

Avec joie et plaisir, fierté et respect, je dédie ce modeste travail à mes grands pères et mes grandes mères.

A mon père ***Messaoudi Mahmoud*** Qui a fourni ses efforts jour et nuit pour mon éducation et mon bien être, et me donne le courage pour continuer mes études et pour que je sois parmi les meilleurs.

A ma mère ***Rekik Saida*** Pour son amour, ses sacrifices, son soutien moral pendant mes beaux et mauvais moments. Merci pour ton encouragement et pour ta confiance.

A mes frères ***Messaoud, Chahinez, Saifeddine, Israa.***

Qui m'ont aidé avec beaucoup d'amour pour avancer et réaliser ce travail dans des meilleures conditions.

À ma grande famille

À mes chers amis

À tous mes collègues

À tous ceux qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire.

Et spécialement à tous ceux qui m'ont encouragé avec des mots simples et pleins d'amour car ils signifient vraiment beaucoup pour moi...Merci

Mon binôme ***Nermine***, j'espère qu'on restera toujours le symbole de la vraie amitié.

***Messaoudi Manel***

**Liste des figures**  
**Liste des tableaux**  
**Liste des photos**  
**Liste des abréviations**  
**Résumé**  
**Abstract**  
**ملخص**

**Introduction générale..... 1**

**Partie Bibliographique**

**CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

1. La famille des Fabacées .....	3
1.1. Généralités .....	3
1.2. Répartition géographique des Fabacées.....	4
1.3. Classification.....	4
1.3.1. Les Mimosoideae .....	5
1.3.2. Les Caesalpinioideae .....	5
1.3.3. Les Papilionaceae ou Fabaceae .....	5
1.4. Description botanique .....	6
1.5. Importance des Fabacées .....	8
1.6. Toxicité de certaines Fabacées.....	9
2. L' <i>Anagyris foetida</i> .....	10
2.1. Définition et Origine de l'espèce .....	10
2.2. Systématique d' <i>Anagyris foetida</i> .....	11
2.3. Description botanique .....	11
2.3.1. La Tige.....	11
2.3.2. Les Fleurs.....	12
2.3.3. Les Feuilles .....	13
2.3.4. Les Fruits.....	13
2.4. Composition chimique .....	14
2.5. Mode d'emploi .....	14
2.6. Exigences pédoclimatique .....	14

2.7. Culture.....	15
2.8. Effets toxicologiques.....	15
3. Screening phytochimiques .....	16
3.1. Définition du Screening phytochimiques.....	16
3.1.1. Les alcaloïdes.....	16
3.1.2. Les flavonoïdes.....	17
3.1.3. Les saponosides.....	17
3.1.4. Les tanins.....	18
3.1.5. Les coumarines.....	18
3.1.6. Les cardénolide.....	19
3.1.7. Les stérols .....	19
3.1.8. Les huiles volatiles .....	20
3.1.9. Les anthocyanes .....	20
3.1.10. Les quinones libres	21

**Partie Expérimentale**

**CHAPITRE II: MATÉRIELS ET MÉTHODES**

1. présentation de la zone d'étude .....	30
1.1. Site 1 (Parc National D'El Kala) .....	30
1.1.1. Situation géographique et administratives .....	30
1.1.2. Caractéristique de la région de Bougous.....	33
1.1.2.1. Situation Géographique .....	34
1.1.2.2. Relief.....	34
1.1.2.3. Climat.....	35
1.2. Site 2 (Messoud boudjriou wilaya de Constantine) .....	35
1.2.1. Situation Géographique .....	35
1.2.2. Relief.....	36
1.2.3. Climat.....	37
2. Matériel végétal.....	37
2.1. Récolte.....	39
3. Méthodes.....	41
3.1. Screening phytochimiques.....	41
3.1.1. Principe .....	41
3.1.1.1. Alcaloïdes.....	42

3.1.1.2. Saponines .....	42
3.1.1.3. Flavonoïdes .....	44
3.1.1.4. Tannins .....	44
3.1.1.5. Coumarines .....	44
3.1.1.6. Cardénolides .....	44
3.1.1.7. Terpènes et stérols .....	45
3.1.1.8. Huiles volatiles .....	46
3.1.1.9. Anthocyanes .....	46
3.1.1.10. Leuco-Anthocyanes .....	47
3.1.1.11. Quinones libres .....	48
3.2. Analyse physico-chimique .....	49
3.2.1. Teneur en eau .....	49
3.2.2. Teneur en cendres .....	49
3.2.3. Dosage des pigments chlorophylliens.....	49
3.2.4. Dosage des sucres solubles.....	50
3.2.5. Dosages des Protéines .....	51
3.2.6. Dosage des polyphénols.....	51

### **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

1. Screening phytochimiques.....	33
2. Paramètres biochimiques.....	36
2.1. Dosage des pigments chlorophylliens.....	36
2.2. Teneur en eau .....	37
2.3. Teneur en cendres .....	38
2.4. Dosage biochimique .....	39
2.4.1. Dosage de protéines .....	39
2.4.2. Dosages des sucres .....	40
2.4.3. Dosages des polyphénols .....	40
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>42</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>44</b>
<b>Annexes</b>	

## Liste des figures

Figure	Titre	Page
<b>Figure n° 1</b>	Carte de répartition géographique des <i>Fabacées</i>	4
<b>Figure n° 2</b>	Phylogénie de quelques Légumineuses	6
<b>Figure n° 3</b>	Description des composantes d'une feuille de légumineuse	7
<b>Figure n° 4</b>	Description des composantes d'une fleur de <i>Papilionacées</i>	8
<b>Figure n° 5</b>	Les caractères pédoclimatique d'Anagyre fétide	14
<b>Figure n° 6</b>	Structure de la molécule morphine et la quinine.	16
<b>Figure n° 7</b>	Structure de base des flavonoïdes.	17
<b>Figure n° 8</b>	Structure chimique de la Solanine (saponine rencontrée chez toutes les Solanacées)	17
<b>Figure n° 9</b>	Structure de tanin	18
<b>Figure n° 10</b>	Structure de la coumarine Warfarine	18
<b>Figure n° 11</b>	Structure de la cardénolide digitoxine.	19
<b>Figure n° 12</b>	Numérotation du squelette carboné des stérols d'après la nomenclature de l'I.U.P.A.C	19
<b>Figure n° 13</b>	Structure de cholestérol (a) et campestérol (b).	20
<b>Figure n° 14</b>	la structure de géraniol.	20
<b>Figure n° 15</b>	Structure : 3,5- diglucoside de malvidine	21
<b>Figure n° 16</b>	la structure d'Hypericin.	21
<b>Figure n° 17</b>	Localisation de la zone d'étude Bougous	23
<b>Figure n° 18</b>	Localisation de la zone d'étude Messaoud boudjriou.	25

<b>Figure n° 19</b>	Le site Elrrihen de la région de Bougous.	26
<b>Figure n° 20</b>	Les résultats du dosage des chlorophylles mg/g MF	37
<b>Figure n° 21</b>	Teneur en eau en % dans les feuilles d' <i>Anagyris foetida</i> .	38
<b>Figure n° 22</b>	Teneur en cendre en % dans les feuilles d' <i>Anagyris foetida</i> .	38
<b>Figure n° 23</b>	Teneur des protéines mg/g dans les feuilles d' <i>Anagyris foetida</i>	39
<b>Figure n° 24</b>	Teneur de sucre en mg/g dans les feuilles d' <i>Anagyris foetida</i>	40
<b>Figure n° 25</b>	Concentration de polyphénols en mg d'AGE/g dans les feuilles d' <i>Anagyris foetida</i>	41

## Liste des Tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Dénombrements de genres et espèces des <i>Fabacées</i> recensés au niveau mondial en Algérie.	02
<b>Tableau 2</b>	Climat de région d'étude Bougous.	23
<b>Tableau 3</b>	Climat de région d'étude Messaoud boudjriou.	24
<b>Tableau 4</b>	Résultats des tests phytochimiques d' <i>Anagyris foetida</i>	32
<b>Tableau 5</b>	Résultats des pigments chlorophylliens	36

## Liste des photos

<b>Photos</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Photo n° 1</b>	L'arbuste d'Anagyre fétide	10
<b>Photo n° 2</b>	La tige d'Anagyre fétide	11
<b>Photo n° 3</b>	La fleure d'Anagyre fétide	12
<b>Photo n° 4</b>	La feuille d'Anagyre fétide	13
<b>Photo n° 5</b>	Les fruits d'Anagyre fétide	13
<b>Photo n° 6</b>	Le site de Messaoud Boudjriou la région de Constantine	27
<b>Photo n° 7</b>	Résultats des alcaloïdes	33
<b>Photo n° 8</b>	Résultats des Flavonoïdes	34
<b>Photo n° 9</b>	Recherche des saponines	34
<b>Photo n° 10</b>	Recherche des tannins catéchiques	35
<b>Photo n° 11</b>	Résultats des cardénolides	35
<b>Photo n° 12</b>	Résultats des huiles volatiles	36

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage

**°** : Degré

**A** : Argiles

**Abs** : Absorbance

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**ATP** : Adénosine Triphosphate

**C°** : Degré Celsius

**Ca** : Calcium

**CL** : Chlore

**Chlo** : Chlorophylle

**CH t** : Chlorophylle totale

**Car** : Caroténoïdes

**Cm** : Centimètre

**D**: dilution

**DO** : Densité Optique

**Fig.** : Figure

**G** : Gramme

**H** : Heure

**H** : Humidité

**K** : Potassium

**H2O2** : Peroxyde d'hydrogène

**Ha** : Hectare

**Kg** : Kilogramme

**KOH** : Hydroxyde de potassium

**L** : litre

**Min** : Minute

**ml** : Millilitre

**MF** : Matière Fraiche

**mg**: milligramme

**g**: gramme

**MS** : Matière Sèche

**MO**: matière organique

**N**: Azote

**N<sub>2</sub>** : Azote gazeux

**Na** : Sodium

**OMS**: organisation mondiale de la santé

**P** : Pluviométrie

**P** : Poids

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** : Phosphore

**Qx** : Quintaux

**T°** : Température

**Tab** : Tableau

**µm** : Micromètre

**µg**: microgramme

**V**: volume

**V** : Vent

## Résumé

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes proposé de faire une étude comparative de quelques paramètres phytochimiques effectués suivie d'un screening phytochimiques qui est basé sur des réactions de coloration et/ou de précipitation des échantillons. L'espèce à étudié c'est une légumineuse rare l'Anagyre fétide, qui est un arbuste pousse entre 0 et 3m d'altitude, Se caractérise par son odeur désagréable (fétide) et Considéré aussi comme une plante toxique. Notre plante est récoltée de deux sites différents, le premier site Bougous wilaya d'El Taref et le deuxième site Messaoud boudjriou wilaya de Constantine.

D'après les résultats obtenus, la caractérisation phytochimiques révèle une présence abondante de nombreux composants actifs importants : tanins catéchiques, saponines et flavonoïdes, qui sont utilisés pour protéger cette plante des bactéries et des ravageurs ainsi que une fraction importante de présence d'alcaloïdes et des cardénolides.

Dans les feuilles de notre plante, les paramètres suivants ont été déterminés : teneur en eau, teneur en cendres, composés phénoliques, protéines, sucres et pigments chlorophylliens. L'analyse a montré des différences nettement observées en ce qui concerne les polyphénols et relativement négligeable pour le reste de paramètres, l'analyse a montré peu de différence selon les taxons étudiés qui est liée à plusieurs facteurs, peut-être des facteurs climatiques.

La composition considérable en métabolite type primaire et secondaire pour l'espèce même nous a permis de conduire à sa valoriser parmi les plantes à intérêt thérapeutique on tenant compte l'impact de certains types des facteurs sur leurs condensation.

**Mots clés :** Anagyre fétide, Sites, caractérisation phytochimiques, Principe actif.

## **Abstract**

As part of our study, we proposed to carry out a comparative study of some phytochemical parameters carried out followed by a phytochemical screening which is based on reactions of colouring and / or precipitation of the samples. The species studied is a rare legume; Foul Anagyre which is a shrub grows between 0 and 3m of altitude, is characterized by its unpleasant odour (foul) and also considered a poisonous plant. Our plant is harvested from two different sites, the first Bougous wilaya site in El Taref and the second Messaoud boudjriou wilaya site in Constantine.

According to the results obtained, the phytochemical characterization reveals an abundant presence of many important active components: catechetical tannins, saponins and flavonoids, which are used to protect this plant from bacteria and pests as well as a significant fraction of alkaloids and cardenolides presence

In the leaves of our plant, the following parameters were determined: water content, ash content, phenolic compounds, proteins, sugars and chlorophyll pigments. The analysis showed clearly observed differences with regard to the polyphénols and relatively negligible for the rest of parameters, the analysis showed little difference according to the taxa studied which is linked to several factors, perhaps climatic factors.

The considerable primary and secondary standard metabolite composition for the species itself has enabled us to promote its development among plants of therapeutic interest, taking into account the impact of certain types of factors on their condensation.

Keywords: Fetid anagyre, Sites, phytochemical characterization, Active principle.

## ملخص

كجزء من دراستنا، اقترحنا إجراء دراسة مقارنة لبعض المعلمات الكيميائية النباتية التي تم إجراؤها متبوعة بفحص كيميائي نباتي يعتمد على تفاعلات التلوين و / أو هطول الأمطار للعينات. الأنواع التي تمت دراستها هي بقوليات نادرة ، الفول النتن و التي هي شجيرة تنمو على ارتفاع يتراوح بين 0 و 3 أمتار ، وتتميز برائحتها الكريهة (كريهة) وتعتبر أيضًا نباتًا سامًا. يتم حصاد نباتنا من منطقتين مختلفتين ، الموقع الأول بوقوس بولاية الطارف والثاني موقع مسعود بوجريو بولاية قسنطينة).

وحسب النتائج المتحصل عليها يكشف التوصيف الكيميائي النباتي عن وجود وفير للعديد من المكونات النشطة الهامة: العفص الكاثوليكي ، والصابونين والفلافونويد ، التي تستخدم لحماية هذا النبات من البكتيريا والآفات وكذلك وجود جزء كبير من القلويدات ووجود الكاردينوليدات.

في أوراق نباتنا ، تم تحديد المعلمات التالية: محتوى الماء ، محتوى الرماد ، المركبات الفينولية ، البروتينات ، السكريات وأصبغ الكلوروفيل. أظهر التحليل اختلافات ملحوظة فيما يتعلق بالبوليفينول ونسبة ضئيلة نسبيًا بالنسبة لبقية المعلمات ، أظهر التحليل اختلافًا طفيفًا وفقًا للتصنيف المدروس والذي يرتبط بعدة عوامل ، ربما عوامل مناخية.

لقد مكننا تكوين المستقلب الأساسي والثانوي المعياري للأنواع نفسها من تعزيز تطورها بين النباتات ذات الأهمية العلاجية ، مع الأخذ في الاعتبار تأثير أنواع معينة من العوامل على تكثيفها.

**الكلمات المفتاحية :** الخشب النتن ، المواقع ، التوصيف الكيميائي النباتي ، العنصر النشط.

# *Introduction générale*



### Introduction générale

L'utilisation des plantes en thérapeutique est très ancienne et connaît actuellement un regain d'intérêt auprès du public. Il est possible d'utiliser les plantes entières ou les produits d'extraction qu'elles fournissent (**Marc, 2001**).

L'O.M.S définit la médecine traditionnelle comme l'ensemble de toutes les connaissances pratiques explicables ou non, pour diagnostiquer ou éliminer un déséquilibre physique ou mental (**Passent, 1989**).

L'instauration de « la santé pour tous » passe nécessairement par la prise en compte de toutes les ressources appropriées disponibles, notamment celle de la médecine traditionnelle. D'après une estimation de l'OMS, plus de 400 plantes médicinales utilisées en Afrique constituent 90 % de la médecine traditionnelle. En 2004 près de 75% de la population africaine à recours aux plantes qui l'entourent pour se soigner et n'a pas accès aux médicaments dites modernes.

Dans les pays en voie de développement les problèmes des médicaments se posent en termes d'insuffisance quantitative, qualitative et d'accessibilité socio-économique: Les données statistiques du commerce extérieur agricole de 2002 indiquent que notre pays a importé près de 10570 tonnes de plantes médicinales et de substances d'origines végétales correspondant à près de (6 198 631 \$).

C'est dans cette vision que l'étude sur les feuilles de l'Anagyre fétide a été entreprise. Une légumineuse rare connue principalement par sa toxicité élevée et son odeur fétide (désagréable), traditionnellement elle est utilisée en traitement contre les migraines, les tumeurs, les œdèmes, les manifestations scrofuleuses, les ulcères. Cependant leur richesse exceptionnelle en composés chimiques essentiellement les alcaloïdes (la cytosine et l'anagyridine) (**Hardy et Gallois, 1885**) et de l'huile fixe dans les graines (**Fournier P, 1947**) font d'elle une drogue végétale par excellence.

Notre objectif est d'apporter des éléments de connaissances biologiques et phytochimique relatifs sur cette espèce qui n'a pas été fortement utilisée en phytothérapie et n'est pas encore connue pour tout le monde, il s'agit aussi d'une tentative contribution dans le cadre de la valorisation de la flore locale et notamment les endémiques d'entre elles. Pour cela ce travail comporte deux parties :

- ✚ Une partie bibliographique qui fait l'objet du premier chapitre et qui vise à apporter des connaissances générales sur l'Anagyris; description botanique générale de l'espèce étudiée (*Anagyris foetida*), sa répartition géographique, ses exigences pédoclimatiques, sa composition biochimique, enfin, l'importance thérapeutique de cette plante et de ses constituants chimiques.
- ✚ Une partie expérimentale qui s'articule sur deux aspects :
  - ✚ Le premier aspect est phytochimique On lui a consacré une caractérisation des principales substances actives médicinales à titre d'exemple recherche de flavonoïdes, saponines, alcaloïdes, tannins,.....etc.
  - ✚ Le deuxième est analytique qui vise à valoriser les feuilles de l'Anagyre, pour lesquelles on a déterminé les paramètres suivants : teneur en eau, taux de cendres, composés phénoliques, sucres totaux, pigments de chlorophylles, teneurs en protéines,

Enfin, une conclusion générale qui reprend l'essentiel de cette étude et où des perspectives ont été proposées.

# *Revue Bibliographique*



## 1. La famille des Fabacées

### 1.1. Généralités

La famille des *Fabacées* (ex. Légumineuses) est l'une des plus importantes du règne végétal (**Ozenda P, 1991**), communément appelée fabales comptent 630 genres et 18000 espèces environ, répandues dans le monde entier (**Judd W.S et al, 2002**). Dans l'Algérie on enregistre 53 genres et 339 espèces (**Quézel P et Santa S, 1962**). Les *Fabacées* sont avec les *Orchidacées* et les *Astéracées*, les plus importants groupes de Spermaphytes. En fait, les spécialistes s'accordent à classer cette superfamille en trois groupes, certains font de l'ensemble de ces derniers une famille « Leguminosae où Fabale » et la divise en trois sous-familles « *Cesalpinioideae*, *Mimosoideae* et *Papilionoideae* = *Faboideae* » (**Spichiger R.E et al, 2004; Marouf A et Reynaud J, 2007**).

D'autres font de ces trois groupes des familles « *Césalpiniacées* de 2 genres, *Mimosacées* de 2 genres et *Papilionacées* de 49 genres » dans l'Algérie. Les deux premières, les *Césalpiniacées* et *Mimosacées* regroupent surtout des buissons et des arbres tropicaux et subtropicaux comme: *Mimosa*, *Acacia*. La troisième, les *Papilionacées* compte globalement des plantes herbacées, cosmopolites, elle est particulièrement bien représentée dans les zones tempérées comme: trèfles, pois, haricots (**Quézel P et Santa S, 1962; Ozenda P, 1991**).

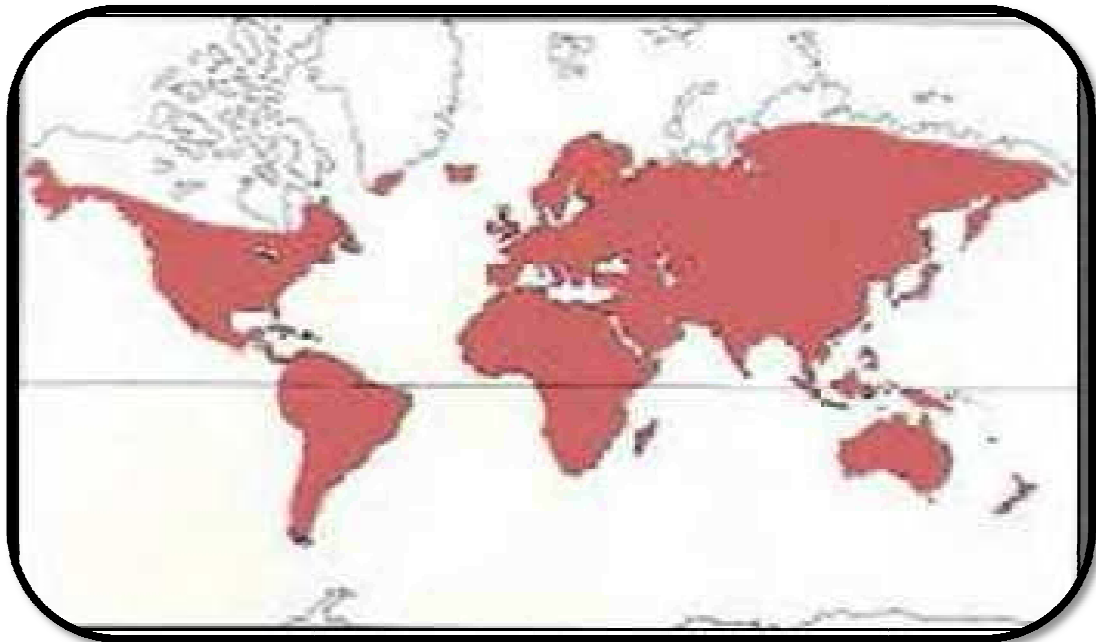
Les *Fabacées* ont la particularité de vivre en symbiose avec les bactéries installées dans des nodosités racinaires (ou plus rarement caulinaires) et assimilant l'azote atmosphérique (**Marouf A et Reynaud J, 2007**).

**Tableau 1:** Dénombrements de genres et espèces des *Fabacées* recensés au niveau mondial en Algérie (**Quézel P et Santa S, 1962; Ozenda P, 1991**).

Sous familles	Dans le monde				En Algérie	
	Judd et al. (2002)		Spichiger et al. (2004)		Quézel et Santa (1962)	
	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces
<i>Cesalpinioideae</i>	150	2700	150 / 180	2200 / 3000	2	3
<i>Mimosoideae</i>	40	2500	50 / 56	3000	2	6
<i>Papilionaceae</i> = <i>Faboideae</i>	429	12615	440 / 500	12000	49	330
<b>Total</b>	<b>619</b>	<b>17815</b>	<b>640 / 736</b>	<b>17600</b>	<b>53</b>	<b>339</b>

**1.2. Répartition géographique des Fabacées**

Le principal centre de la diversité des *Fabacées* est situé en Amérique du centre et du sud. D'autres centres de la diversité sont localisés également en Afrique et en Asie. En général, les *Fabacées* sont distribuées dans tous les biomes terrestres. Leur répartition est cependant variable selon la sous-famille. Les *Faboidées* sont cosmopolites et se retrouvent presque dans tous les milieux du globe terrestre. Les *Cesalpinioideae* occupent surtout les régions tropicales et subtropicales de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Asie. Les *Mimosoideae* dominent les régions tropicales et subtropicales, colonisent aussi les zones arides et semi-arides de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Australie (**Fig.1**) (Ndayishimiye J, 2011).



**Figure 1:** Carte de répartition géographique des *Fabacées* (en rouge) (Heywood V.H, 1996).

**1.3. Classification**

Les légumineuses constituent la troisième super famille par ordre d'importance chez les angiospermes, constituent un des groupes de végétaux supérieurs les plus abondant et les plus diversifié (Allen O.N et Allen E.K, 1981 ; Broughton W.G, 1984). Cette famille possède 674 genres et plus de 18000 espèces, la plaçant en seconde position derrière les Poaceae, en termes de diversité (Polhill R.M *et al*, 1981).

Elle est subdivisée en trois sous familles d'importance inégale (**Fig.2**) :

### **1.3.1. Les Mimosoideae :**

Ont de très nombreuses petites fleurs en grappes serrées à nombreuses étamines saillantes en dehors des petits pétales ; les fleurs sont symétriques. Sont en majorité des arbres et arbuste des régions tropicales et subtropicales. Cette sous-famille comprend 62 genres et environ 2500 espèces. Parmi les 10% d'espèces déjà examinées, la majorité sont nodulées (Glycine, Acacia,...) (**Maxted et Bennett S.J, 2001a**).

### **1.3.2. Les Caesalpinioideae :**

Ont habituellement des fleurs comme des papillons et à étamines unies .comprenant environ 150 genres et 2200 espèces, sont principalement des arbres ou arbustes retrouvés en régions tropicales et subtropicales. 23 % seulement des espèces parmi celles examinées, sont connues pour être nodulées par les rhizobia. Ces espèces nodulées se retrouvent majoritairement dans les tribus des Caesalpinieae et Cassieae ; les tribus Cercideae et Amherstieae étant très peu nodulées (**Maxted et Bennett S.J, 2001a**).

### **1.3.3. Les Papilionaceae ou Fabaceae :**

Représente la sous-famille la plus diversifiée avec 429 genres et plus de 12000 espèces, principalement herbes et petits arbustes distribués dans le monde entier, présentes en régions tempérées et tropicales, et inclut les légumineuses à grain bien connues telles que des haricots et des pois, (**Ferchichi A, 2006**). Elles ont des fleurs en forme de papillon avec un pétale supérieur appelé étendard, deux pétales latéraux ou ailes et une carène formée par deux pétales inférieurs unis ; les sépales au nombre de 5 sont soudés en tube ; les 10 étamines sont habituellement incluses dans les pétales, unies par leurs filets en un tube qui entoure le pistil, ou avec une étamine. Parmi les 21 % d'espèces déjà examinées la grande majorité (97%) sont nodulées (pois, haricot, fève, lentille...) par les rhizobia (**Maxted et Bennett S.J, 2001b**).

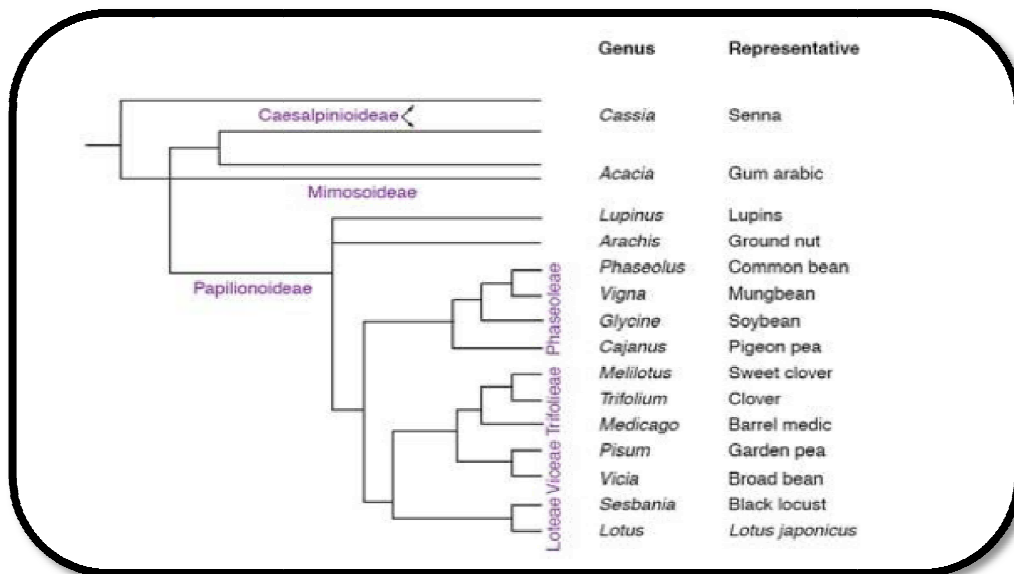


Figure 2 : Phylogénie de quelques Légumineuses (Udvardi M.K *et al*, 2005)

De nombreuses légumineuses constituent une source majeure de protéines et d'huiles végétales (Graham P.H et Vance C.P, 2003) et sont largement cultivées sur l'ensemble de la planète. On peut citer par exemple : le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le soja (*Glycine max*), le pois (*Pisum sativum*), le pois chiche (*Cicer arietinum*), la fève (*Vicia faba*), le niébé (*Vigna unguiculata*), la lentille (*Lens esculenta*), la cacahuète (*Arachis hypogea*). De ce fait, les Légumineuses sont parmi les plantes les plus étudiées (Patriarca E.J *et al*, 2004 ; Gage D.J, 2004; Stacey G *et al*, 2006). Notamment, l'émergence de deux plantes modèles : le lotier (*Lotus japonicus*) (Handberg K et Stougaard J, 1992 ; Udvardi M.K *et al*, 2005) et la luzerne (*Medicago truncatula*) (Barker *et al*, 1990) a permis d'accélérer l'étude des mécanismes de mise en place de la symbiose.

#### 1.4. Description botanique

La famille ou la superfamille présente des plantes dicotylédones, dialypétales, superovariées, herbacées ou arborescentes, annuelles, bisannuelles ou pérennes dont le fruit est une gousse ou légume (Marouf A et Reynaud J, 2007).

Selon Judd W.S *et al*, (2002) les espèces des *Fabacées* sont généralement des herbacées, arbustes, arbres ou plantes grimpantes à lianes volubiles ou à vrilles. Les feuilles sont généralement alternes, composées pennées (ou bipennées) à composés palmés, trifoliolés, ou unifoliées ; entières à parfois dentées – serrées à nervation pennée (Fig.3).

Mais selon **Quézel P et Santa S, (1962)** les fleurs généralement hermaphrodites, régulières ou irrégulières. Péricarpe double en général; Calice caduc ou persistant à 5 sépales constituant parfois deux lèvres, tubuleux ou en cloche. Corolle le plus souvent constituée par 5 pétales et zygomorphe, en général papilionacée. Pétale supérieur (étendard) recouvrant les autres dans le bouton plus grand souvent redressé. Deux pétales latéraux (ailes) égaux recouvrant deux pétales inférieurs (carène) souvent soudés par leur bord externe. 5-10 Etamines ou très nombreuses très souvent à filets soudés en un tube staminal fendu ou non contenant l'ovaire et lui-même contenu dans la carène (**Fig.4**).

Les inflorescences presque toujours indéterminées parfois réduites à une fleur solitaire terminale ou axillaire, fruit généralement une gousse parfois une samare, un fruit momentané, une gousse indéhiscente, un akène, une drupe ou une baie; (**Judd W.S et al, 2002**). La graine et presque toujours exalbuminée (**Peirs C, 2005**).



**Figure 3 :** Description des composantes d'une feuille de légumineuse (**Anonyme 1**).

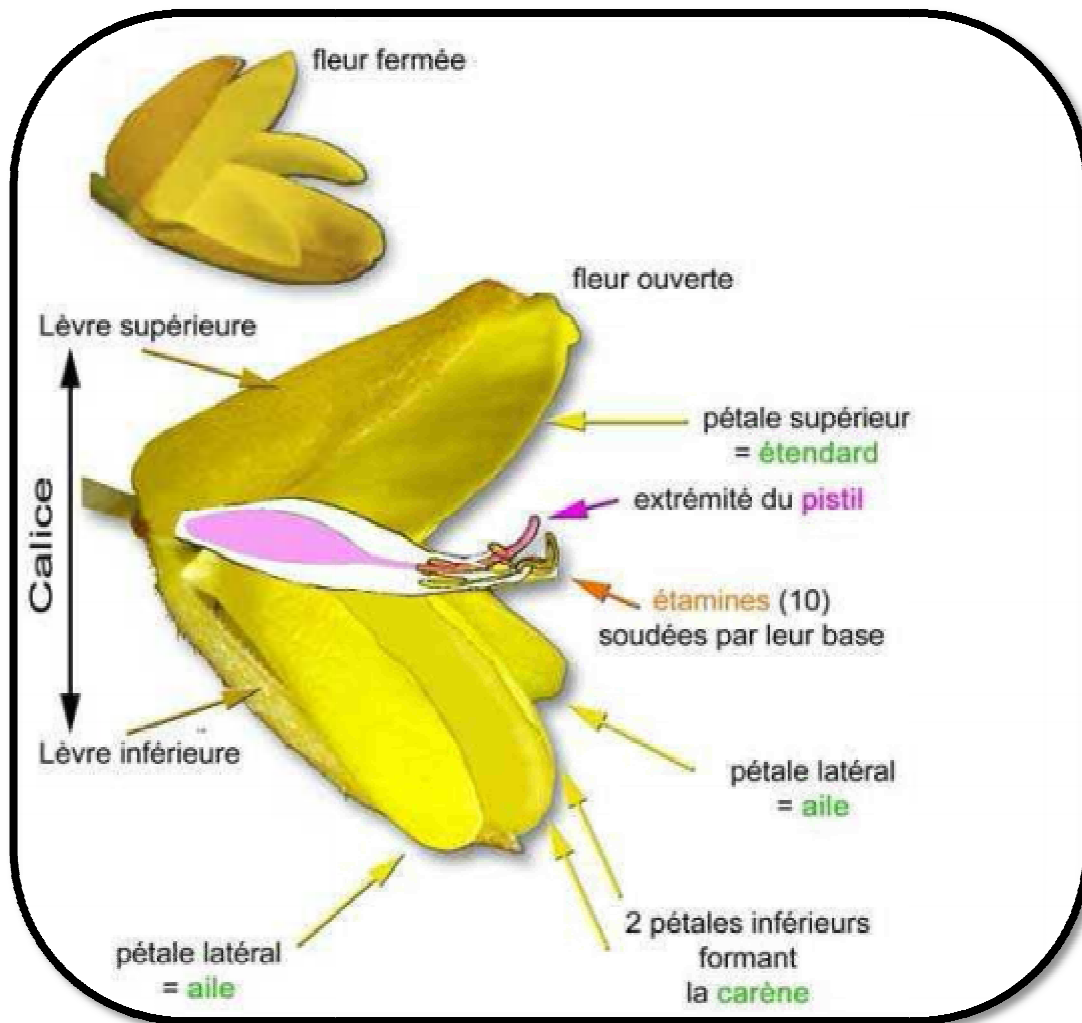


Figure 4 : Description des composantes d'une fleur de *Papilionacées* (Anonyme 2).

### 1.5. Importance des Fabacées

L'importance économique de ces espèces est notable. En effet, outre des plantes alimentaires et fourragères d'importance, l'on trouve des bois précieux, des sources de pigments et de tanins, et des drogues utilisées en thérapeutique. La production et la consommation de légumes sont très développées dans le monde entier. Par exemple, le pois (*Pisum*), l'haricot (*Phaseolus*), la lentille (*Lens*), la fève (*Vicia*), sont des plantes alimentaires qui poussent en Europe notamment en France. De nombreuses autres espèces apparentées sont cultivées hors d'Europe, dans les régions tropicales ou subtropicales, comme les genres (*Vigna*), (*Dolichos*) et autres le genre (*Cajanus*).

Les industries agroalimentaires sont, elles aussi, de grosses consommatrices. Comme pour le soja (*Glycine max*), qui est employé sous forme d'huile, lécithine en tant

qu'émulsifiant, concentre protéiques et tourteaux. Ou encore l'arachide, (*Arachis hypogaea*), sous forme d'huile et produits dérivés. Les légumineuses fourragères, comme la luzerne (*Medicago sativa*), les tourteaux de soja ou d'arachide, sont utilisées dans l'agriculture pour l'alimentation animale car elles sont une source de protéines qui ne nécessite pas d'engrais azotés. Elles sont consommées par les ruminants soit directement par pâturage des prairies, soit récoltées sous forme de fourrage, voire déshydraté. La nutrition animale dans l'agriculture en dépend.

Dans le domaine pharmaceutique, les baumes ont une utilisation très restreinte : le baume du Pérou (exsudats de *Myroxylon balsamum*) possède des propriétés cicatrisantes mais du fait de sa composition riche en dérivés cinnamiques, il peut être à l'origine de dermatites allergiques de contact. Les molécules actives extraites industriellement sont rares, ce sont beaucoup de produits de synthèse qui sont maintenant utilisés.

Dans le domaine industriel, se développe l'utilisation de bois d'oeuvre comme le palissandre (*Dalbergia spp*), ou encore de sources exploitables de tanins trouvées dans (*Acacia mearnsii*) et (*Caesalpinia spp*).

Les jardiniers et techniciens du paysage apprécient la diversité de port, le feuillage ou les inflorescences des légumineuses et notre environnement leur doivent beaucoup (*Astragalus*), (*Colutea*), (*Cytisus*), (*Laburnum*), (*Lathyrus*), (*Lupinus*), (*Robinia*), (*Sophora*), (*Ulex*) (Petit A.C, 2011).

### 1.6. Toxicité de certaines Fabacées

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

## 2. L'*Anagyris foetida*

### 2.1. Définition et Origine de l'espèce :

**Nom vernaculaire : Bois puant.**

**Nom scientifique : *Anagyris foetida*.**

**Famille : Fabaceae.**



**Photo 1 :** L'arbuste d'Anagyre fétide (Messaoudi M et HadeF N, 2021).

*Anagyris foetida* appelé bois puant est un arbuste appartient à la famille des **Fabaceae** ou elle pousse entre 0 et 3m d'altitude, c'est une plante originaire d'Europe méditerranéenne, l'Asie occidentale et l'Afrique septentrionale (**Anonyme 3**).

Se caractérise par son odeur désagréable (fétide) quand on casse les tiges ou on froisse les feuilles. Considéré aussi comme une plante toxique.

**2.2. Systématique d'*Anagyris foetida* :**

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

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

**2.3. Description botanique :****2.3.1. La tige :**

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



**Photo 2 :** La tige d'*Anagyris foetida* (Messaoudi M et Hadeif N, 2021).

**2.3.2. Les fleurs :**

Fleure naissant trois ou quatre ensemble par petites grappes latérales et axillaires, portées chacune sur un pédoncule plus court qu'elle (mai), d'un jaune pâle, excepté le pétale supérieur qui est taché en dessus d'un jaune-brun. Calice monophylle, campanulé, persistant, ayant le bord partagé en cinq dents pointues et couvert de poils (**Fournier P, 1947**).

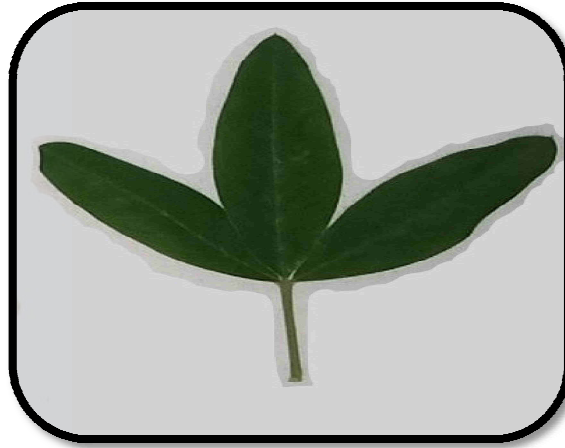
Corolle papilionacée, remarquable par sa carène forte allongée, ainsi que son pavillon très-court et un peu réfléchi au-dessus. Etamines au nombre de dix et libres. Ovaire oblong, chargé d'un style de la longueur des étamines. Stigmate simple et pubescent, terminant l'ovaire (**Fournier P, 1947**).



**Photo 3 :** La fleure d'Anagyris fétide (**Messaoudi M et Hadeb N, 2021**).

### 2.3.3. Les feuilles :

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



**Photo 4 :** La feuille d'Anagyris fétide (**Messaoudi M et Hadeif N, 2021**).

### 2.3.4. Les fruits :

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



**Photo 5 :** Les fruits d'Anagyris fétide (**Messaoudi M et Hadeif N, 2021**).

2.4. Composition chimique

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

2.5. Mode d'emploi

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

2.6. Exigences pédoclimatique

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

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

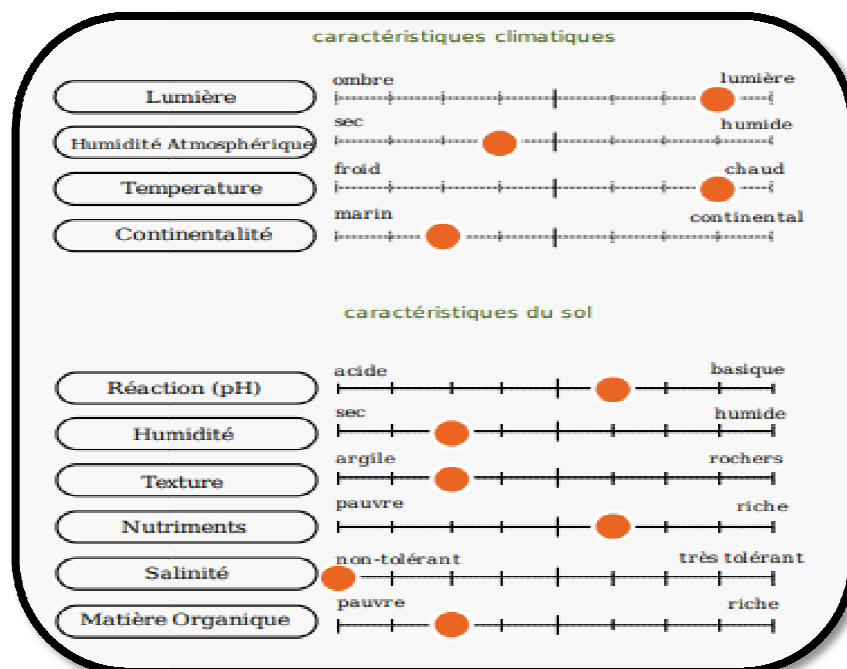


Figure 5 : Les caractères pédoclimatique d'Anagyre fétide (Anonyme 3).

**2.7. Culture**

Peu cultivées a cause de son odeur désagréable, elle vient en pleine terre par semis ; il vaut mieux de faire sous châssis et sur couche a une bonne exposition ; on repique à un an, et elle peut être plantée à demeure à la quatrième ou la cinquième année (**Anonyme 4**)

**2.8. Effets toxicologiques**

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

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

### 3. Screening phytochimiques

#### 3.1. Définition du Screening phytochimiques :

Sont des tests préliminaires pour identifier le principe actif de la plante, au bien un ensemble des réactions de caractérisation des différentes classes des composés chimiques (Wagner H et al, 1984), les classes chimiques recherchées dans les plantes : les flavonoïdes, les alcaloïdes, saponosides... par contre, le screening phytochimique ne permet pas d'identification ou de déterminer la structure chimique des composés présents.

Les groupes phytochimiques sont nombreux, mais les principaux sont les polyphénols totaux y compris les flavonoïdes, les anthocyanes, les tannins, les coumarines, les alcaloïdes, les saponosides, les stéroïdes, les stérols, les terpènes...etc. Le screening phytochimique a été réalisé tant sur les phases aqueuses qu'organiques par des réactions usuelles à l'aide des réactifs de caractérisation classiques (Bruneton H et al, 2009).

#### 3.1.1. Les alcaloïdes :

Sont des substances organiques azotées et basiques, généralement hétérocycliques, d'origine végétale dotées de propriétés physiologiques remarquables (toxiques ou thérapeutiques), telles que : La morphine (toxique) La quinine (thérapeutique) (Fig.6).

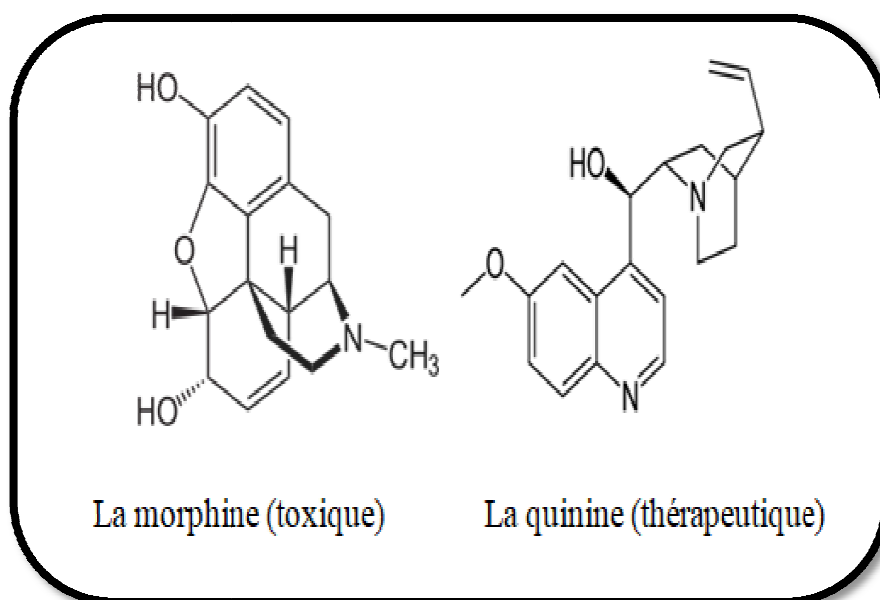
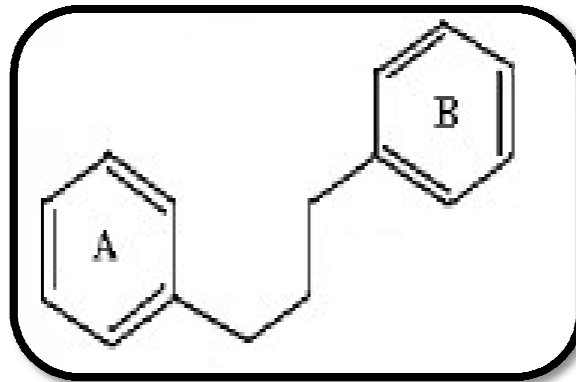


Figure 6 : Structure de la molécule morphine et la quinine.

### 3.1.2. Les flavonoïdes :

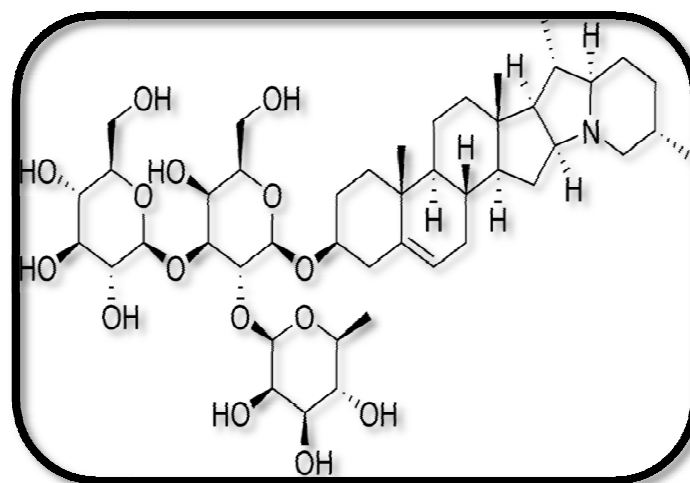
Les flavonoïdes désignent une très large gamme des composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, au bien sont des substances très répandues dans le règne végétal. Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et de ce fait présentent le même élément structural de base à savoir quinze atomes de carbone constitués de deux cycles en C6 (A et B) reliés par une chaîne en C3 (noyau 2-phényl-1- benzopyrane) (**Fig.7**) (**Bruneton H et al, 1999**).



**Figure 7 :** Structure de base des flavonoïdes.

### 3.1.3. Les saponosides :

Les saponines sont généralement connues comme des composés non- volatils tensio-actifs qui sont principalement distribués dans le règne végétal (**Vincken J et al, 2007**), structurellement les saponines peuvent être classés en deux groupes selon la nature de la génine, saponine stéroïdique (**Fig.8**) et saponine triterpénique.



**Figure 8:** Structure chimique de la Solanine (saponine rencontrée chez toutes les Solanacées).

### 3.1.4. Les tanins :

Les tanins ou acides tanniques (**Fig.9**) sont des composés organiques complexes présents dans pratiquement toutes les plantes à des concentrations diverses. Ils sont souvent contenus dans l'écorce ou dans les feuilles, ce qui leur donne un goût piquant désagréable et le rend immangeables pour le bétail. Les tanins peuvent former des complexes indestructibles avec certains tissus corporels- comme la peau- ce qui permet de les resserrer. En conséquence, ces substances peuvent être utilisées pour tanner le cuir ou encore à des fins thérapeutiques pour traiter la diarrhée ou les irritations cutanées (**Guignard J, 1996 ; Hans W, 2007**).

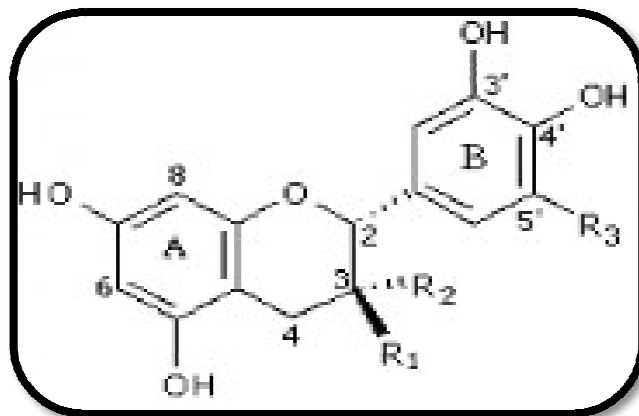


Figure 9 : Structure de tanin.

### 3.1.5. Les coumarines :

Sont des composés phénoliques constitués d'un benzène et des noyaux à-pyrènes (**Cowan M, 1981**), les coumarines possèdent des propriétés physiologiques et antimicrobiennes. Les coumarines se trouvent dans nombreuse espèces végétales, et des substances naturelles organiques aromatiques (**Fig.10**).

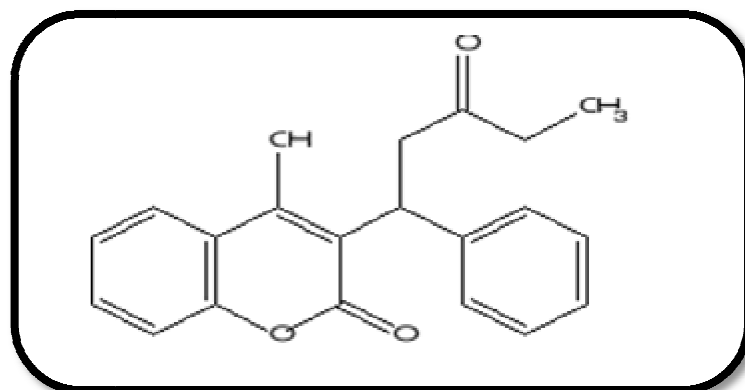


Figure 10 : Structure de la coumarine Warfarine

### 3.1.6. Les cardénolide :

Les cardénolides sont des composés chimiques appartenant au groupe des hétérosides cardiotoniques. Cette famille chimique est connue depuis de nombreuses années, notamment grâce aux digitaliques (Alba N, 2014). L'utilisation de ces composées a débuté par la découverte des vertus thérapeutiques des plantes à hétérosides comme la digitale, puis l'étude chimique de ces plantes a permis la présence des cardénolides comme composés actifs (Fig.11).

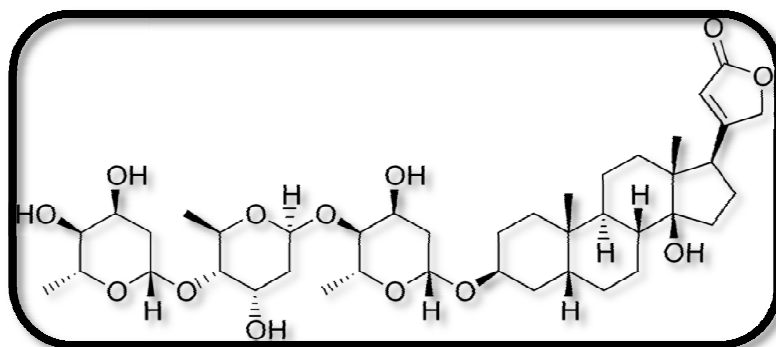


Figure 11 : Structure de la cardénolide digitoxine.

### 3.1.7. Les stérols :

Les stérols sont des lipides neutres possédant une structure rigide, ce sont également des molécules amphiphiles (Alexander N, 2004). La structure spatiale d'un stérol et la numérotation du squelette carboné sont présentées en (Fig.12), les stérols sont composés de 4 cycles hydrocarbonés nommés A, B, C et D qui forment une structure plane et rigide de nature apolaire.

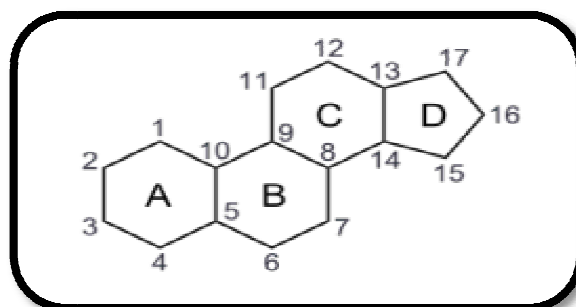
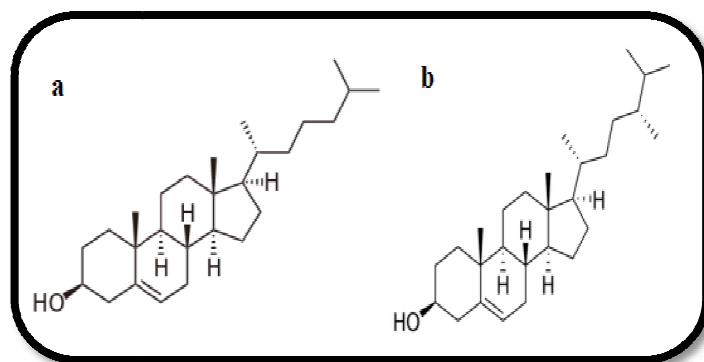


Figure 12 : Numérotation du squelette carboné des stérols d'après la nomenclature de l'I.U.P.A.C

Les stérols végétaux ont un effet bénéfique sur la santé humaine, ils jouent en effet un rôle hypocholestérolémiant fort à plusieurs niveaux, nous avons vu que les stérols végétaux

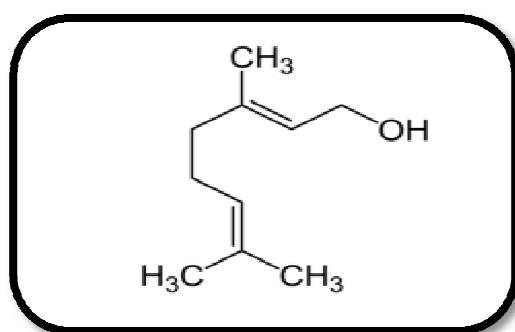
différent du cholestérol animal par leur groupement alkyl en C24 (**Fig.13a**), ces stérols végétaux sont peu absorbés au niveau des anthérocytes, et les stérols qui pénètrent sont rapidement dégradés en sels biliaires dans le foie, ce qui résulte en une très faible concentration de stérols végétaux dans le plasma, le cholestérol est environ 500 à 1000 fois plus concentré (**Turley S et Diestchy J, 2003**)



**Figure 13 :** Structure de cholestérol (a) et campesterol (b).

### 3.1.8. Les huiles volatiles :

H.V appelées aussi essences (**Fig.14**), sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois. Elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles, c'est-à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air (**Padrini F et Lucheroni M, 1996**).



**Figure 14 :** la structure de géranol.

### 3.1.9. Les anthocyanes :

Ont une structure de base commune, le cation flavylum ou 2-phényl-1-benzopyrylium. L'aglycone de l'anthocyane est appelé anthocyanidine. **Harborne et Williams (2001)** ont rapporté 18 structures d'anthocyanidines (**Fig.15**) (**Camilia G, 2009**). Les anthocyanes

subissent des transformations structurales réversibles avec le changement de PH, manifestées par des spectres d'absorption différents. La forme colorée (oxonium) prédomine à PH=1,0 et la forme incolore (hémicétal) à PH=4, 5. La méthode du différentiel de PH est basée sur cette réaction et permet une mesure rapide et précise des anthocyanes totaux (Nadiarid J, 2011).

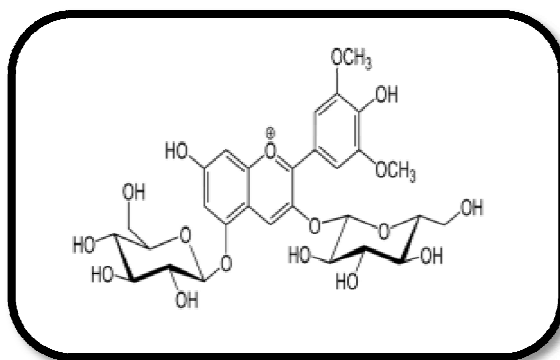


Figure 15 : Structure : 3,5- diglucoside de malvidine

### 3.1.10. Les quinones libres:

sont des molécules très réactives, à noyaux aromatique, avec deux substitutions cétoniques (Cowan M, 1981), les quinones sont des composés qui régénèrent des radicaux libres et par conséquent, se complexant irréversiblement aux acides aminés nucléophiles des protéines (Stern J.L et al, 1996), les quinones sont ubiquitaires et possèdent généralement des propriétés antimicrobiennes (Kamzi M.A et al, 1997), leurs principales cibles dans la cellule microbienne sont les adhésines, les polypeptides et les enzymes membranaires (Aljaber S, 2005), ont décrit le thymoquinone isolé de l'extrait de *Nigella sativa* comme responsable des propriétés antidermatophytiques de cette plante vis-à-vis de *Trichophyton mentagrophytes*, *Epidermophyton floccosum* et *Microsporum canis*. L'hypéricine (Fig.16), une anthraquinone isolée de *Hypericum perforatum*, possède également des propriétés antifongiques (Cowan M, 1981).

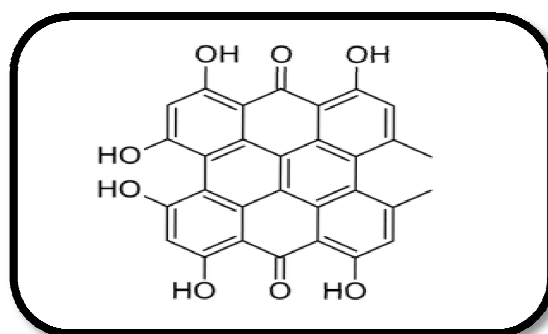


Figure 16 : la structure d'Hypericin.

# *Matériel et Méthodes*



## **1. Présentation de la zone d'étude**

### **1.1. Site 1 (Parc National D'El Kala) :**

Le parc national d'El Kala (PNEK) parmi les zones protégées les plus prestigieuses de la méditerranée occidentale. Il possède des richesses naturelles exceptionnelles, représentées par une multitude d'espèces végétales et animales.

La juxtaposition d'écosystèmes différents et interdépendants (marin, durain, lacustre et forestier), lui confère un caractère diversifié peu commun.

#### **1.1.1. Situation géographique et administratives**

Le parc national d'El Kala a été créé en 1983, qui constitue un patrimoine naturel important par la richesse biologique de ses habitats. D'une superficie de 80.000 il est composé d'une mosaïque particulière d'écosystèmes, caractérisée par des zones humides dont l'ensemble constitue un complexe considéré comme unique dans le bassin méditerranéen. En vue d'une gestion rationnelle et une protection de ses divers milieux, la région d'El Kala a été érigée en parc national dès 1983 sous le décret n°83-462 du 23 juillet 1983.

Elle a en outre été classée en 1990, dans la catégorie du patrimoine national et culturel international et comme réserve de la biosphère par L'UNESCO à l'intérieur de ce parc sont situés deux des plus belles zones d'expansion touristique à savoir : messida et cap rosa, ainsi que les lacs : mellah (eau salée), oubeira (eau douce), et le lac Tonga. Les deux derniers lacs (oubeira et Tonga) ont été considérés comme sites d'importance internationale par la convention de Ramsar.

Le PNEK est situé à l'extrême nord-est du Tell Algérien à 80 km à l'est d'Annaba. Il est limité à l'est par la frontière, au nord par la mer méditerranée, à l'ouest les plaines d'Annaba et au sud par les montagnes de la Medjerda.

Administrativement, le PNEK est inclus dans la Wilaya d'EL Taref et comprend les communes suivantes : Bouteldja, Ain El Assel, EL kala, El Aioun, Bougous, Souarekh, Ramel EL souk et Zitouna.

#### **1.1.2. Caractéristique de la région de Bougous**

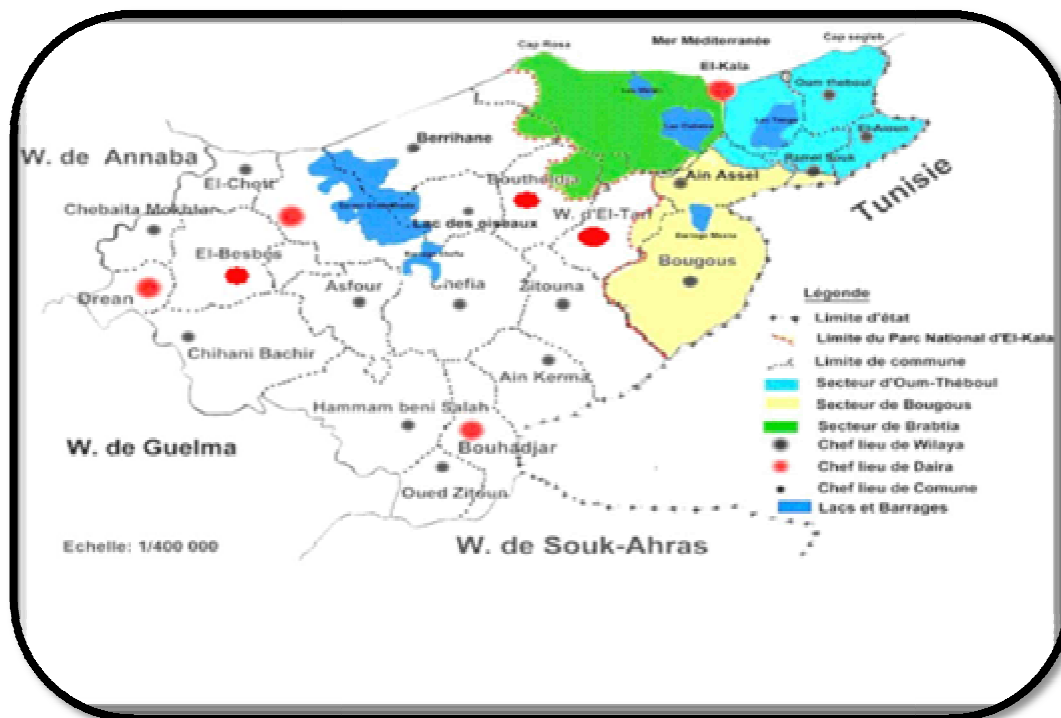
##### **1.1.2.1. Situation Géographique**

Située au sud du parc avec une superficie de 21580 ha, la commune de Bougous est

à une distance de 20 km du chef de la wilaya d'El Taref, (**Anonyme 5**). Cette commune est limitée au Nord par la commune d'Ain-Assel, à l'Est par la frontière Algéro-tunisienne, au Sud-ouest par la commune de Zitouna et au Nord Ouest par la commune d'El-Taref.

**1.1.2.2. Relief**

Bougous est une région montagneuse caractérisée par un relief à forte pente, qui englobe une de 16139 ha représentant une totalité de 74.78% du territoire de secteur cette région montagneuse avec une altitude comprise entre 150m et 1202m (point culminant Djebel El-Ghorra) ou se développe la forêt de chêne Zen (**Anonyme 5**).



**Figure 17 : Localisation de la zone d'étude Bougous (carte topographique, feuille n° 18 Annaba).**

**1.1.2.3. Climat**

Bougous trouve à 212m d'altitude Le climat de Bougous est chaud et tempéré. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Bougous qu'elles ne le sont en été. La température moyenne annuelle à Bougous est de 16.5 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 834 mm (**Anonyme 5**).

**Tableau 2 : Climat de région d'étude Bougous (Anonyme 5).**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	8.8	8.9	11.4	14.1	17.8	21.8	25.3	28.8	22.2	18.8	12.3	10.1
Température minimale moyenne (°C)	5.3	5	7	9.4	12.5	16.2	19.2	19.9	17.7	14.8	8.11	6.2
Température maximale (°C)	12.3	11.2	16.3	19.1	22.8	27	31.4	38.9	24.3	24	17.8	14.1
Précipitations (mm)	117	107	85	75	54	17	3	11	33	75	114	134
Humidité(%)	78%	77%	76%	74%	73%	61%	50%	56%	65%	69%	74%	77%
Jours de pluie (total)	11	9	9	8	8	2	0	2	6	8	10	10

Entre le plus sec et le plus humide des mois, l'amplitude des précipitations est de 114 mm. Une variation de 16.8 °C est enregistrée sur l'année.

## 1.2. Site 2 (Messaoud boudjriou wilaya de Constantine) :

### 1.2.1. Situation Géographique

Située à 15 km du chef-lieu de la Wilaya de Constantine, cette commune est bâtie au pied d'une petite chaîne montagneuse s'étendant sur, au moins, 10 km et culminant à 700 m en hauteur (Anonyme 5).

Cette commune est limitée au Nord et au Ouest par la wilaya de Mila, à l'est par les deux communes de Beni hamidene et Hamma bouziane, et au sud par la commune de Ibn ziad.

### 1.2.2. Relief

Cette masse est arborée et humide. Ses forêts contiennent une flore très variée, des arbres généralement de type méditerranéen, à titre d'exemple: le sapin, les cèdres, les chênes, etc. Les espèces végétales y sont très variées, qu'elles soient migrantes ou endémiques. Rappelons qu'avec le barrage, considéré parmi les plus grands en Afrique, cette commune va connaître des changements au niveau des écosystèmes et des biotopes (Anonyme 6).

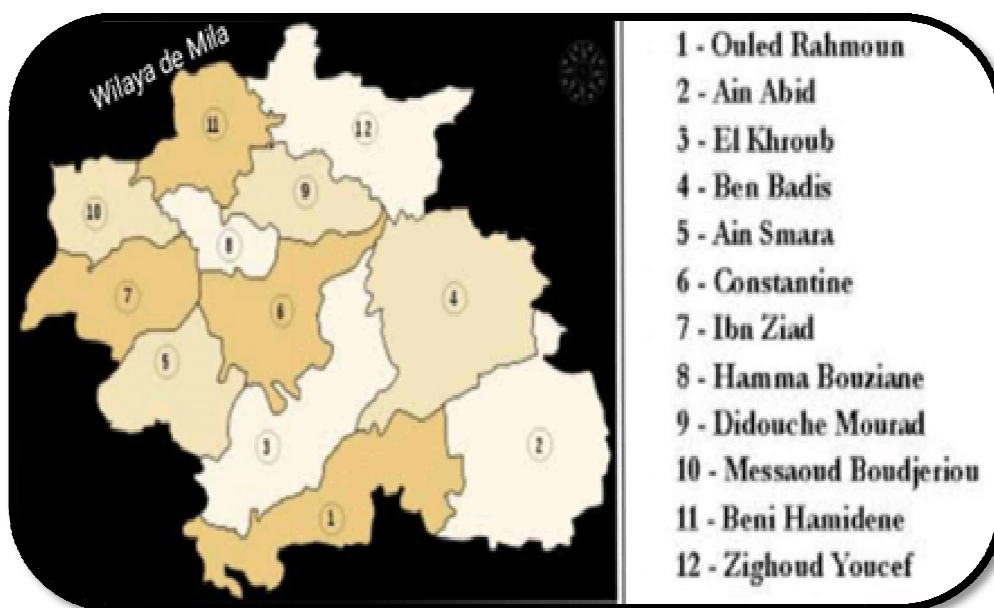


Figure 18 : Localisation de la zone d'étude Messaoud boudjriou.

1.2.3. Climat :

Messaoud Boudjriou se trouve à 451m d'altitude et bénéficie d'un climat tempéré chaud. L'été, à Messaoud Boudjriou, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. Sur l'année, la température moyenne à Messaoud Boudjriou est de 15.9 °C et la précipitation moyenne est de 541 mm (Anonyme 6).

Tableau 3 : Climat de région d'étude Messaoud boudjriou (Anonyme 6).

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Sept- tembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	8.9	7.9	10.3	13.6	17.6	22.7	26.4	26.1	21.8	18	11.7	8
Température minimale moyenne (°C)	2.3	2.4	4.6	7.3	11	16.2	18.3	18.8	16	10.3	7.1	3.7
Température maximale (°C)	12.4	12.8	16.7	20.1	24.4	31.1	34.3	33.3	28.7	24.1	17.2	13.3
Précipitation (mm)	61	57	62	62	54	36	7	20	37	48	50	50
Humidité (%)	70%	72%	70%	67%	65%	60%	47%	46%	52%	61%	60%	70%
Jours de pluie (j/an)	8	7	7	8	8	3	2	4	6	6	7	7

La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 55 mm. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 19.6 °C.

## 2. Matériel végétal

Les végétaux supérieurs peuvent produire deux sortes de métabolites: primaires (protéines, polysaccharides...etc.) nécessaires à la croissance et au développement de l'organisme ; et secondaires dont les composés polyphénoliques et autres.

Les métabolites secondaires sont synthétisés et employés par les végétaux dans des multitudes fonctions adaptatives notamment en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'ils peuvent subir. Ces substances constituent une source de molécules bioactives, avec des propriétés physico-chimiques diverses et multiples vertus biologiques (antimicrobien, antioxydant, anti-tumorale et anti-inflammatoire...). D'où l'intérêt, d'effectuer une tentative valorisation de notre espèce étudiée, on commençant par une étude phytochimiques de leur composition bioactive suivie par dosage chimique.

Notre travail de recherche a été réalisé au sein de laboratoire de chimie au niveau de la faculté des Sciences de la Nature et de Vie à l'Université Chadli Bendjedid d'El Taref.

### 2.1.Récolte

Les feuilles de notre plante *Anagyris foetida* ont été récoltées au mois de février 2021 de la première région d'étude Bougous (Elrrihen) wilaya d'El Taref (**Fig.19**), et au mois de mars 2021 de la deuxième région d'étude Messaoud boudjriou wilaya de Constantine (**photo.6**).



**Figure 19** : Le site Elrrihen de la région de Bougous (**Boukhatem K, 2020**).



**Photo 6 :** Le site de Messaoud Boudjriou la région de Constantine  
(Messaoudi M et HadeF N, 2021)

### 3. Méthodes

#### 3.1. Screening phytochimiques

##### 3.1.1. Principe

Ce sont des réactions de caractérisation des différentes classes des composés chimiques (Wagner H *et al.*, 1984), les flavonoïdes, les alcaloïdes, saponosides...etc.

##### 3.1.1.1. Alcaloïdes

1g de poudre de la plante séchée et broyée sont mélangés avec L'HCl dans un récipient. Après une demi-heure de macération. On filtre le mélange on additionne ou filtrat quelques gouttes de réactif de Mayer, l'apparition d'un précipité blanc jaunâtre indique la présence d'alcaloïdes (Harborne J.B, 1998).

### 3.1.1.2. Saponines

1g de la poudre sèche est pesé dans une fiole dans laquelle une quantité d'eau distillée est ajoutée et bouillis pendant 5mn, le mélange est filtré, le filtrat est mélangée avec un volume d'eau distillée dans un tube à essai. Le tube est secoué vigoureusement pendant 30s puis on laisse reposer une demi-heure. Une mousse alvéolaire révèle la présence des saponines (**Sofowora E.A, 1994**).

### 3.1.1.3. Flavonoïdes

Un poids constant de poudre est macéré dans l'HCl pendant 24h. Après avoir filtré le mélange, on procède au test suivant : On prend 10ml du filtrat, on le rend basique par l'ajout du NH<sub>4</sub>OH, après trois heures, l'apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube à essai indique la présence des flavonoïdes (**Harborne J.B, 1984**).

### 3.1.1.4. Tannins

Une solution méthanolique a été préparée à partir du matériel végétal sec à analyser avec l'ajout de méthanol. Après 15 minutes d'agitation, l'extrait a été filtré puis mis dans un tube. L'ajout de FeCl<sub>3</sub> permet de détecter la présence ou non des tanins. La présence des tanins est exprimée par un virage de la couleur au bleu noir pour les tanins galliques et au brun verdâtre pour les tanins catéchiques (**Dohou N et al., 2003**).

### 3.1.1.5. Coumarines

La matière végétale est placé dans un tube, en présence de quelques gouttes d'eau distillée. Le tube est recouvert avec de papier imbibé de NaOH dilué et porté à ébullition toute fluorescence jaune témoigne de la présence de coumarines après examens sous UV (**Harborne J.B, 1998**).

### 3.1.1.6. Cardénolides

La poudre sèche est macéré dans l'eau distillée pendant 3h, après filtration, on prélève quantité de filtrat et on l'extrait avec un mélange de 10ml de chloroforme CHCl<sub>3</sub> et éthanol C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. On évapore la phase organique, puis dissout le précipité dans l'acide acétique CH<sub>3</sub>COOH glacial, en ajoutant quelque goutte de FeCl<sub>3</sub> et de l'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré sur les parois du tube à essai, l'apparition d'une couleur vert-bleu dans la phase acide indique la présence des cardénolides (**Harborne J.B, 1984**).

**3.1.1.7. Terpènes et stérols**

Macérer la poudre sèche dans l'éther pendant 24h, filtrer puis évaporer, le résidu obtenu est dissous dans l'anhydride acétique, l'addition d'acide sulfurique pur développe en présence des produits stérolique, une coloration mauve vire ou vert (**Bouquet, 1972**).

**3.1.1.8. Huiles volatiles**

Macérer une quantité de poudre de l'échantillon végétale dans l'eau distillée avec agitation constante 30mn, l'extrait est filtré et secoué avec 0,1ml de NaOH dilué et une petite quantité de HCl dilué, un précipité blanc est formé avec les huiles volatiles (**Sofowora E.A, 1994**).

**3.1.1.9. Anthocyanes**

Repose sur le changement de couleur de l'infusé avec changement de pH. On ajoute à l'infusé quelque goutte de HCl pur, puis on rajoute quelque goutte de NH<sub>4</sub>OH. On a un virage de couleur à autre, cela indique la présence des anthocynes (**Razafindrambao R.S, 1973**)

**3.1.1.10. Leuco-Anthocyanes**

On chauffe un volume de l'infusé à 10 % avec 4 ml (éthanol/HCl pur) dans un bain marie à 50°C pendant quelques minutes, une couleur rouge cerise indique la présence des leuco-anthocyane.

**3.1.1.11. Quinones libres**

La poudre broyée est placée dans un tube avec l'éther de pétrole, après agitation et un repos de 24h, l'extrait est filtré puis concentré au rotavapor, la présence des quinones est confirmée par l'ajout de quelque goutte de NAOH lorsque la phase aqueuse vire au jaune rouge ou violet.

**3.2. Analyse physico-chimique****3.2.1. Teneur en eau :**

La teneur en eau est la différence entre le poids frais et le poids sec d'un gramme c, on le place dans l'étuve réglée à  $105 \pm 2$  °C pendant 3 heures; jusqu'à l'obtention d'un poids constant (**Afnor, 1982**).

Cette différence est exprimée en pourcentage par rapport à la matière fraîche selon la formule déterminée par la relation :

$$\text{TRE en \%} = (\text{PF} - \text{PS}) \times 100 / \text{PF} \text{ (Calvo M.M et al., 2007; Miller E.R et al., 1998).}$$

**TRE** : teneur en eau des feuilles (en %).

**PF** : poids frais juste après récolte (en g).

**PS** : poids sec après séchage à l'étuve (en g).

### 3.2.2. Teneur en cendres

2g des feuilles séchées de la plante est mise dans un four à moufle réglé à  $550 \pm 15^\circ\text{C}$ , pendant 5 heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre (Afnor, 1982).

On exprime la matière organique par la formule suivante :

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

Soit **MO** est la matière organique en (%).

**M1** est la masse des capsules + prise d'essai.

**M2** est la masse des capsules + cendres.

**P** est la masse de la prise d'essai.

### 3.2.3. Dosage des pigments chlorophylliens

Le dosage des pigments chlorophylliens des feuilles de la plante a été réalisé selon la méthode de (Arnon et Mc Kinney) :

Mettre successivement dans un mortier:

- ✚ Un poids constant des feuilles (découper à l'emporte-pièce).
- ✚ Une pointe de spatule de sable et une pointe de spatule de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ )
- ✚ Une quantité d'acétone.
- ✚ Broyage a l'aide d'un pilon , on mesure ensuite la DO.

Arnon et Mc Kinney (1941) ont établi des systèmes d'équations qui permettent de calculer les concentrations en chlorophylles et en caroténoïdes à partir des mesures d'absorbance à 663, 645 et 460 nm d'un extrait acétonique à 80%. Les concentrations en chlorophylle (a et b) exprimées en  $\mu\text{g/g}$  MF sont déterminées selon les formules suivantes :

$$\text{Chlo a} = (0,0127 \times \text{D.O. 663}) - (0,00269 \times \text{D.O. 645}) \text{ mg.ml}^{-1}$$

$$\text{Chlo b} = (0,0229 \times \text{D.O. 645}) - (0,00468 \times \text{D.O. 663}) \text{ mg.ml}^{-1}$$

$$CH_t = CH_a + CH_b$$

D : dilution

V : volume solution extraite ml

W : masse de matière fraîche de l'échantillon (g)

### **3.2.4. Dosage des sucres solubles**

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode de (**Dubois M et al, 1956**). Un poids fixe de l'échantillon à étudier broyé et mélangé à l'éthanol à 80%. On laisse le tout à une température ambiante pendant 48h, ensuite l'éthanol est évaporé à l'aide d'un bain marie à 100C°, puis on ajoute l'eau distillée au résidu sec. Dans un tube à essai contenant l'extrait obtenu on met le réactif d'antrone ensuite il est placé au bain marie à 62C° pendant 8min (la solution vire alors légèrement au bleu vert) après refroidissement dans un bain de glace le tube est mis au repos à l'obscurité pendant 30min, la lecture est faite au spectrophotomètre à 585 nm (**Mehdi G.D et al, 2006**).

La quantification se fait d'après l'équation de la courbe d'étalonnage suivante : **Y=ax+b (µg/g de MS)**. Qui fait du glucose un standard et les teneurs en sucres solubles sont exprimées finalement en g/100g MS. (**Sassi Ket al, 2012**).

### **3.2.5. Dosages des Protéines**

Le dosage des protéines totales solubles des extraits aqueuses des feuilles de l'anagyris a été réalisé selon la méthode de (**Bradford, 1976**). C'est une méthode colorimétrique qui permet la détermination des concentrations d'une solution protéique à partir de la variation de coloration du bleu de Coomassie lorsqu'il se fixe aux protéines. On prend la poudre des feuilles à la quelle on ajoute l'eau distillée ; pour le dosage, une quantité de l'extrait est ajouté au réactif de Bradford, le tube est agité et laissé reposer pendant 5min jusqu'à stabilisation de la coloration.

La lecture se fait par spectrophotométrie à 595nm après étalonnage de l'appareil par une solution témoin contenant de BSA (Bovin Sérum Albumine) et de réactif de Bradford. Les résultats sont exprimés en g de protéines par 100g de produit sec.

### 3.2.6. Dosage des polyphénols

#### ✚ Extraction des polyphénols

Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le solvant utilisé dans cette présente étude est le méthanol pur (99%), (**Benakmoum A, 2008 ; Diallo A, 2004**). Celui-ci possède l'avantage d'être éliminé facilement sous vide. Il donne en plus un meilleur rendement d'extraction dépassant celui de l'eau (**Owen P.L et Johns T, 1999 ; Vercauteren J et al, 1996**). Le rendement d'extraction en polyphénols augmente aussi avec le temps de contact.

On introduit quantité des feuilles de la plante à étudier dans un mortier, avec mélange méthanol-eau, la phase aqueuse récupérée est concentrée au Rotavapor à 45C°. On obtient ainsi un extrait de feuilles.

#### ✚ Détermination de la teneur en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols est déterminée selon la méthode de Folin Ciocalteu (**Waterman P.J et Mole S, 1994**). Dans un tube en verre, on introduit nos extraits obtenus de différentes régions avec le réactif de Folin Ciocalteu, on mélange correctement, on ajoute une solution aqueuse de carbonate de sodium et de l'eau distillée, Le mélange est agité au vortex et conservé à température ambiante à l'abri de la lumière pendant une heure, on mesure l'absorbance à 750 nm. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard.

# *Résultats et discussion*



## Résultats et discussion

## 1. Screening phytochimiques

La première partie de notre étude elle consiste à faire des tests qui nous ont permis de mettre en évidence, la présence des principes actifs au niveau des feuilles d'*Anagyris foetida*. Tous ces éléments présentent des propriétés fonctionnelles importantes. Ils ne sont pas synthétisés par l'organisme humain et doivent donc être apportés par l'alimentation

Les différents résultats obtenus sont représentés dans le Tableau 04.

**Tableau 4:** Résultats des tests phytochimiques d'*Anagyris foetida*

Composant chimique	Site 1 (Bougous)	Site 2 (Messaoud B)
Alcaloïdes	+++	+++
flavonoïdes	++	+++
Saponine	+++	+++
Tannins	+++	+++
Cardénolides	+	++
Huile volatile	-	-

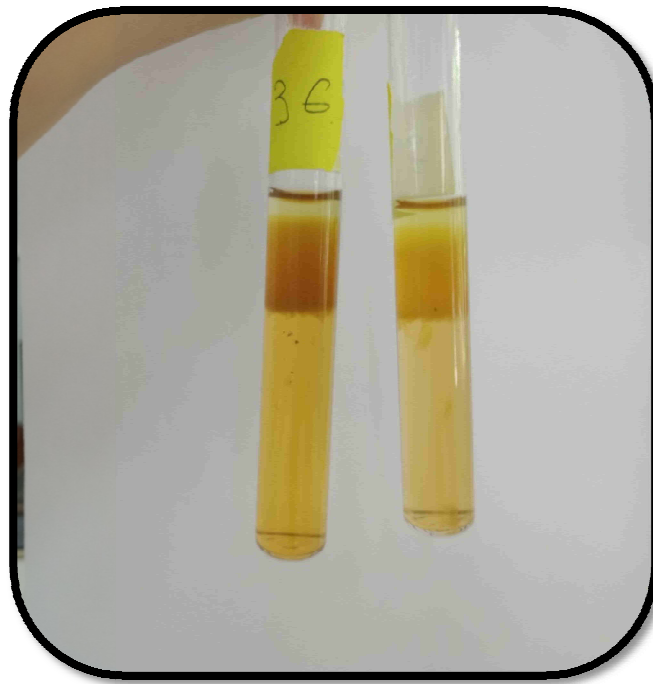
**Signification des symboles :** +++ Abondamment présent, + Présence, - Absence

D'abord les résultats obtenus de la recherche des alcaloïdes sont marqués positives, et confirmés par l'apparition d'un précipité blanc en bas de tube (**Photo 7**).



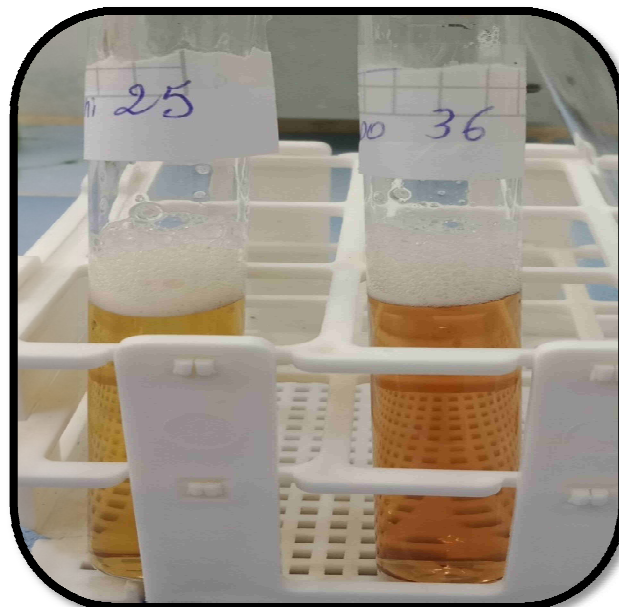
**Photo 7 :** Résultats des alcaloïdes (Messaoudi M et Hadeif N, 2021).

L'apparition d'une couleur jaune claire (**Photo 8**) dans la partie supérieure du tube à essai indique la présence des flavonoïdes



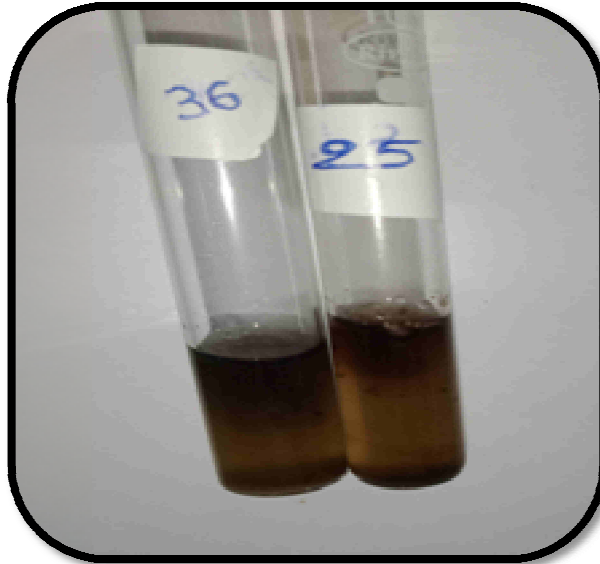
**Photo 8 :** Résultats des Flavonoïdes (Messaoudi M et HadeF N, 2021).

Les résultats obtenus de la recherche des saponines sont marqués positives (**Tableau 4**), ce test lié à l'apparition des mousses au supérieur des tubes (**Photo 9**) (1 cm hauteur de mousse).



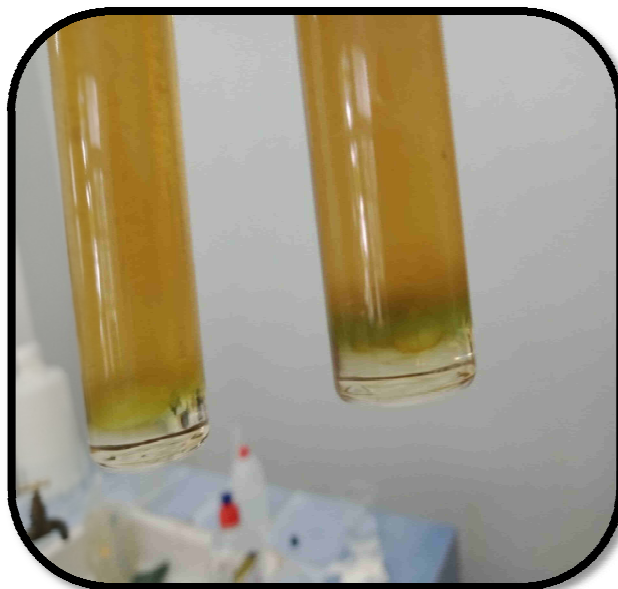
**Photo 9 :** Recherche des saponines (Messaoudi M et HadeF N, 2021)

L'essai de recherche des tanins a révélé aussi un test positif ceci est traduit en couleur marron verdâtre (**Tab 4 et Photo 10**), les tanins jouent un rôle défensif contre les herbivores. Ce sont des polyphénols peu toxiques mais abondants car ils ne sont efficaces qu'à forte dose (**Marcel et al, 2000**).



**Photo 10** : Recherche des tannins catéchiques (**Messaoudi M et Hadeif N, 2021**)

La présence des cardénolides est indiquée par l'apparition d'une couleur vert-bleu (**Photo 11**) dans la phase acide.



**Photo 11** : Résultats des cardénolides (**Messaoudi M et Hadeif N, 2021**)

Le test de recherche des Huiles volatiles a montré une présence positive marqué par une faible précipitation à la partie supérieure du tube (**Tab 04 et Photo 12**).



**Photo 12** : Résultats des huiles volatiles (**Messaoudi M et Hadeb N, 2021**)

Selon le tableau ci-dessus on peut dire que l'espèce à étudier présente une grande importance phytochimique pour les régions d'études différentes. D'abord, elle est riche en composés phénoliques tels que les tanins de type catéchiques, saponines et flavonoïdes, ainsi une abondante fraction d'alcaloïdes trouvée et finalement les substances cardénolides sont moyennement répandues ; les huiles volatiles sont apparais faibles.

En général, la composition chimique présentée dans les deux échantillons étudiées de la même espèce est très importante malgré les quelques fluctuations notées de site à autre

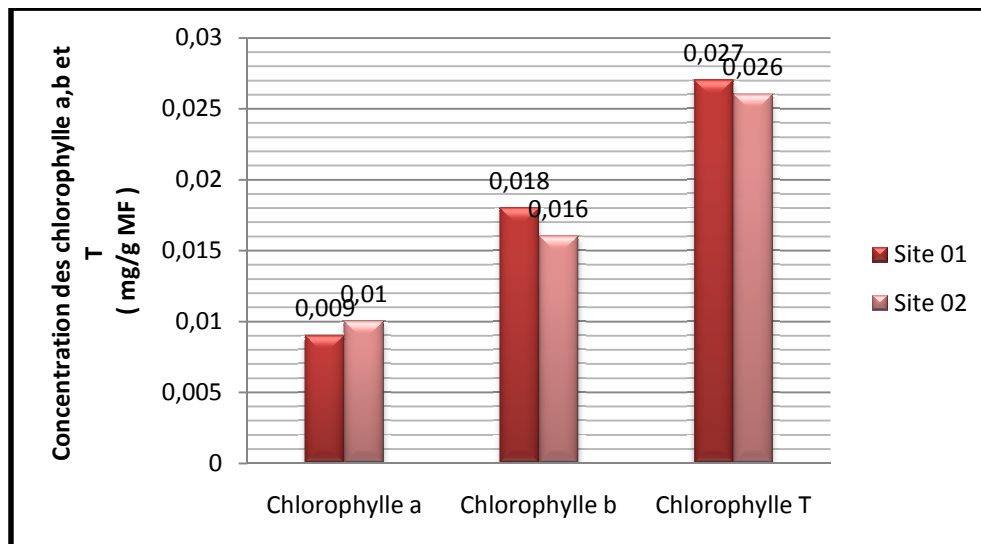
## **2. Paramètres biochimiques**

### **2.1. Dosage des pigments chlorophylliens**

Le pigment photosynthétique a un rôle préventif du cancer (**Chernomorsky S et al, 1999**) dont les dérivés sont Chlo a, Chlo b et Chlo T.

Pour l'ensemble les valeurs moyennes de Chlo a, Chlo b et Chlo T (Fig.20) de site 1 sont rapprochent aux valeurs enregistrées chez le site 2.

En général la teneur moyenne en chlorophylle totale (Fig.20) est le critère le plus utilisé pour quantifier l'état général de la plante (Tripathi A.k et Tripathi S, 1999).



**Figure 20:** les résultats du dosage des chlorophylles mg/g MF

Les mesures enregistrées en chlorophylles totales chez notre espèce sont intéressantes si on les compare avec celles rapportées pour d'autres plantes (0.43 mg/100gMF) chez les feuilles des jeunes cladodes (Hadj-sadok T et al, 2008). La même chose pour le Néverdier, ce légume feuille qui présente une quantité équivalente de 0.06mg/100gMF pour ce pigment. (Tchiégang C et Aissatou A, 2004 ; Moussa N et al, 2007).

Également (Karoune S, 2008 ; Malundo T et al, 1995) sont ajoutés que toute diminution ou perturbation en taux de biosynthèse des pigments photosynthétique est suite à déficience en éléments minéraux surtout (Fe et Mg) et en fertilisant notamment l'azote.

## 2.2. Teneur en eau

La teneur en eau des feuilles (Fig.21) est variée de 75.92% à 75.23% respectivement pour les deux sites de prélèvement 1 et 2. En effet nos résultats restent élevés et très proches à ceux trouvés (76.08%) dans le travail de (Ati S, 2018) chez les feuilles de genre *Genista*.

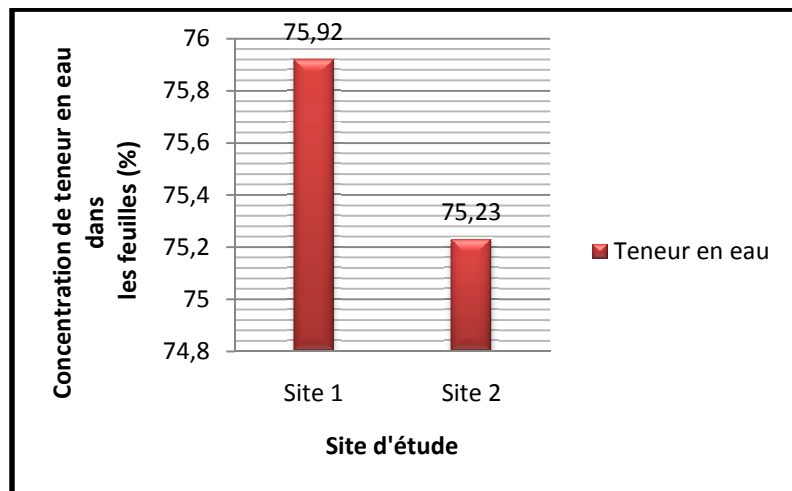


Figure 21 : Teneur en eau dans les feuilles en % d'*Anagyris foetida*.

### 2.3. Teneur en cendres

Les éléments minéraux sont en grande partie solubles dans l'eau et peuvent être partiellement éliminés par lavage acide (pH 3-4).

Des résultats enregistrés sont presque identiques pour le taux de cendres (Fig.22) (site 1 est 7.33% ; site 2 est 7.62%).

Notre espèce comporte une combinaison intéressante de minéraux si on les compare aux contenus trouvés dans les feuilles d'autres plantes comme l'olivier avec 2.86% (Boudhioua N et al, 2008) et le Neverdié avec 2,43% (Moussa N et al, 2007). Cependant ils sont présents par des niveaux inférieurs par rapport à ceux rapportés à partir des analyses faites par INRA (12%) chez le genre *Medicago*. et celui trouvé par l'étude de (Ati. S, 2018) (15%) chez le genre *Genista*.

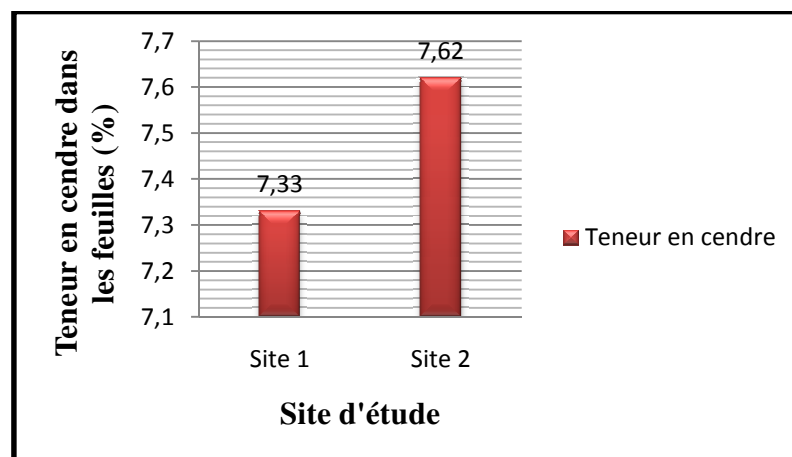


Figure 22: Teneur en cendre en % dans les feuilles d'*Anagyris foetida*.

### 2.4. Dosage biochimique

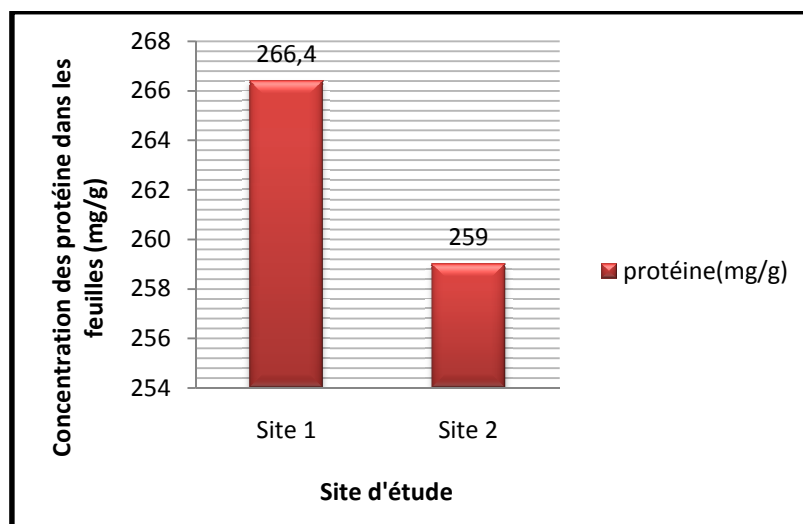
Les résultats du dosage biochimiques représentent dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 5:** Résultats du dosage biochimique

Dosages biochimiques	Résultats en (mg/g)	
	Site 1	Site 2
protéines	266,4	259
sucres	6,10	6
polyphénols	58,6	37,2

#### 2.4.1. Dosage de protéines

Les protéines sont des composés chimiques à fonction enzymatique sont également abondants chez la famille des fabacées



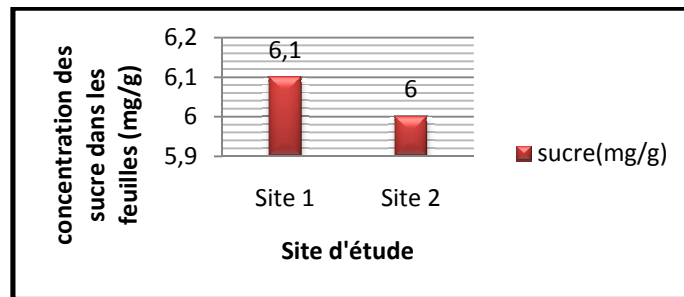
**Figure 23:** Teneur des protéines mg/g dans les feuilles d'*Anagyris foetida*

Les quantités de protéines enregistrées sont variées (de 266.4 mg/g à 259 mg/g) par ordre de site 1 à site 2, il semble que les feuilles de l'*anagyris foetida* renfermant un stock non négligeable de cet composé malgré les quelques fluctuations notés entre les sites de prélèvement néanmoins ils sont présents à des proportions diverses selon le type variétal, ils sont constitués à titre d'exemple que le genre *Medicago* est riche en protéines trois fois que la

sauge et quatre fois que le blé (FAO, 2010). Ce qui qualifié en conséquence certaines espèces de cette famille d'être des plantes fourragères par excellence

#### 2.4.2. Dosages des sucres

Une valeur égale présentée environ 6 mg/g. pour les deux sites de prélèvement



**Figure 24:** Teneur de sucre en mg/g dans les feuilles d'*Anagyris foetida*

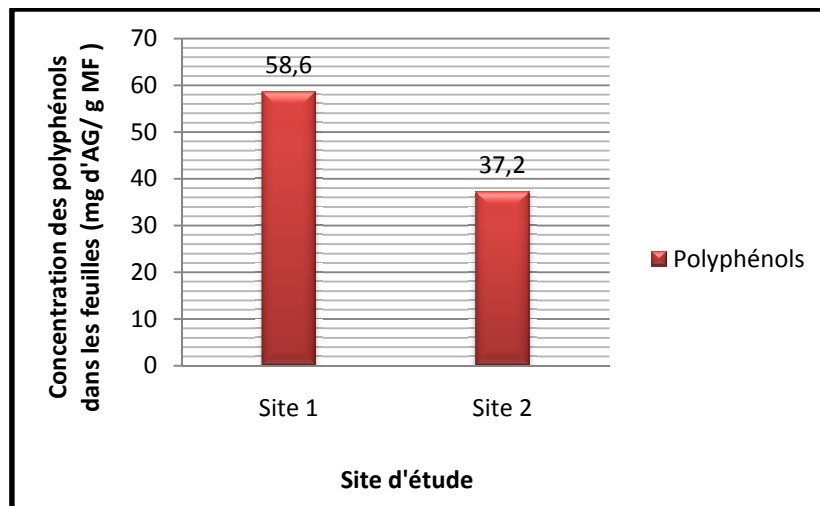
Les résultats marqués en teneurs de sucres sont généralement importants ceux-ci est expliquer d'une part par l'étude de (Nemouchi I, 2003) qui montre que l'accumulation des sucres totaux est élevée dans les feuilles en pleine croissance quelque soit les conditions hydriques, et diminue au fur et à mesure que les feuilles sont plus âgées, d'autre part le travail réalisé par (Katerji N et al, 1998) il montre qu'une tel augmentation de la teneur en sucres totaux peut dans une certaine mesure prouvée par la réduction de la surface foliaire en rapport avec l'âge croissant des plantes.

#### 2.4.3. Dosages des polyphénols

Les polyphénols totaux connus pour leurs activités antioxydants...etc., ils sont également présents à des quantités considérables pour les deux régions de récoltes et variant de 58.6 mg d'AGE/g à 37.2 mg d'AG/g respectivement chez le site 1 et site 2 (Fig.25). Un résultat marqué dans le travail de (Ati S, 2018) pour le genre *Genista*. ( $51 \pm 0,72$ mg GAE/g) est alentour à nos résultat. Cette concentration en phénols totaux peut être classée parmi les contenus majeurs (23.2 mg d'AGE/g) des feuilles d'olivier (Boudhioua N, 2008)

Cependant une différence très claire est observée chez le site de récolte de la région de Taref par rapport au site de prélèvement de la région de Constantine celle ci est peut être expliquée par l'influence de certains types de facteurs par exemple climat, nature de sol...etc. qui semblent actifs par degré et niveau selon leurs actions et interactions entre eux.

Nos résultats sont confirmés par les travaux de (Bouzata Ch, et Messioughi A, 2010) pour une analyse quantitative et qualitative des substances de métabolites secondaires saponines et flavonoïdes isolées de quatre échantillons des feuilles de l'espèce *Medicago sativa* et qui ont été récoltées de quatre stations différentes et dont l'étude des sols elle permettra de déterminer l'impact de facteur édaphique sur le rendement et la qualité chimique de ces substances.



**Figure 25:** Concentration de polyphénols en mg d'AGE/g dans les feuilles d'*Anagyris foetida*

# *Conclusion et perspectives*



### Conclusion et perspectives

Notre recherche, a été menée sur une étude comparative de quelques paramètres phytochimiques effectués sur une espèce légumineuse rare récoltée de deux régions différentes (site de Bougous wilaya d'El Taref et deuxième site Messaoud boudjriou wilaya de Constantine). L'objectif principale est de faire une plateforme d'ensemble d'informations qui sont rassemblées à partir de nos travaux réalisés sur notre échantillon étudiée issue de deux étages climatique divers. Donc l'*Anagyris foetida* appelé encore bois puant cet arbuste de la famille des *Fabaceae*, Se caractérise par son odeur désagréable (fétide) et Considéré aussi comme une plante très toxique constitue un point de départ et axe de notre recherche phytochimiques.

Le présent travail, a permis d'évoquer les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus :

- ✚ Pour les deux stations de prélèvements une présence abondante de différents métabolites secondaires Alcaloïdes, saponines, cardénolides, tanins de type catéchiques, flavonoïdes, avec une présentation timide des huiles volatiles, ce qui qualifie les feuilles de cette espèce d'être utilisée sous forme de drogue végétale dans le domaine de la pharmacognosie.
- ✚ Les autres constituants chimique comme pigments chlorophylliens, cendres ainsi que protéines sont jouent un rôle très important de lutte contre les déficits vitaminiques, minéraux et surtout le déficit en protéines animales Donc il est possible de permettre à envisager leurs utilisations après purification et sous d'autres formes d'assimilation comme des suppléments nutritionnels pour les populations fréquemment carencées, on tenant compte et avec toute sécurité et attention la degré de toxicité de la plante

En général, une variation légère et parfois négligeable a été observée entre les deux sites de prélèvement essentiellement pour les teneurs en chlorophylles et protéines, Toute fois cette différence est très remarquable notée chez notre plante étudiée et particulièrement pour un type de métabolite secondaire (teneurs en polyphénols) celle-ci est expliquée par l'impact du facteur pédoclimatique

notamment climat, nature du sol, eau, altitude... etc. sur la présence, absence et répartition des différents principes actifs.

Cependant, tous ces résultats obtenus en laboratoire ne sont qu'une première étape dans la recherche des substances biologiquement actives et de ressources naturelles. En perspective:

- ✚ Il sera intéressant de compléter ces recherches de laboratoire avec d'autres matériels et méthodes sophistiqués et l'utilisation des solvants chimique variable. Aussi bien si on élimine le facteur génétique une étude pédoclimatique détaillée doit être importante pour mieux expliquer l'influence de ce type de facteur sur le métabolite secondaire.
- ✚ On outre, grâce à sa richesse de constituants variables de métabolite type primaire et secondaire, une étude phytochimiques approfondie accompagnée par des essais microbiologiques seront nécessaires pour contribuer à évaluer cette espèce dans le domaine médicinale et thérapeutique

Finalement ce travail modeste constitue une base de données non négligeable sur l'écologie, et la composition chimique de la plante mais nécessite, néanmoins d'autres études plus développées qui serviront à mieux connaître notre espèce endémique et la valoriser davantage.

# *Références Bibliographiques*



### Référence bibliographique

#### A

- ✚ **AFNOR (Association Française de Normalisation), (1982).** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de Fruits. Ed. AFNOR, 325 p.
- ✚ **Alba Noël, (2014).** cardénolides : passé et future. Isolement et étude de l'activité biologique de cardénolides isolés de fruits d'une plante endémique des Mascareignes *cassine orientalis*, UFR Sciences pharmaceutique et biologiques, université Nantes, France.
- ✚ **Allen O.N et Allen E.K, (1981).** The Leguminosae, a source book of characteristics, uses and nodulation. The University of Wisconsin Press. Madison
- ✚ **Alexander Noiriël, (2004).** étude d'une famille de gènes d'Arabidosis thaliana homologues de la lécithine cholestérol acyltransférase humaine. Caractérisation d'une nouvelle phospholipase A1 et étude d'un stérol acyltransférase, université Louis pasteur-Strasbourg, France,
- ✚ **Aljabre S.H.M, (2005).** In vitro antifungal activity of thymoquinone against *scopulariopsis brevicaulis*. Arab j. pharm.sci. 3, pp, 27-33.
- ✚ **Ati samira, (2018).** Etude biologique et phytochimique de trois genêts endémiques en Algérie « *Genista numidica Spach, Genista ferox Poiret et Genista tricuspedata Desf* » thèse de doctorat 2017-2018 Université Badji Mokhtar Annaba

#### B

- ✚ **Barker D.G, Bianchi S, Blondon F, Dattée Y, Duc G, Essad P, Flament P, Galuxy P, Génier G, Muel X, Toureur J, Dénarié J et Huguet T, (1990).** *Medicago truncatula*, a model plant for studying the molecular genetics of Rhizobium-legume symbiosis. Plant Mol Biol Rep. 8: 40-49.
- ✚ **Benakmoum A, Abbedou S, Ammouche A, Panagiotis K et Dimitrios G, 2008.** Valorisation of low quality edible oil with tomato peel waste. Food Chemistry. 110: 684- 690.
- ✚ **Broekmans W.M, Klopping-Ketelaars I.A, Schuurman C.R, Verhagen H, van den Bertg H, Kok F.J et van Poppel G, (2000).** Fruits and vegetables increase plasma carotenoids and vitamin C and decrease homocysteine in humans J. 130:1578–83.
- ✚ **Boudhioua N, Ben Slimen I, Bahloul N et Kechaou N, (2008).** Etude du séchage par infrarouge de feuilles d'olivier d'origine tunisienne Partie 2: Influence du séchage et

du blanchiment sur les composés phénoliques totaux. Energies Renouvelables SMSTS'08 Alger 111 – 116 .113-114.

✚ **Boukhatem K, (2020).** Etude phytochimique d'une espèce endémique rare de la famille des fabacées récolté du parc national d'el-kala. 30 p

✚ **Broughton W.J, (1984).** Nitrogen fixation: Legumes. The Journal of Charitto and Windus 2Td londress.117.

✚ **Bouzata chouhaira** Analyse physico chimique et action antibactérienne des saponines isolées des feuilles de *Medicago sativa* provenant de différentes régions d'Annaba et de Taref. Thèse de Magister 2009-2010 Université Badji Mokhtar Annaba

✚ **Bruneton J, (1999).** Pharmacognosie- phytochimie, plantes médicinales, 3<sup>ème</sup> édition, 11-20 P.

✚ **Bruneton J, (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Lavoisier technique et documentation. Paris, 4<sup>ème</sup> Edition

### C

✚ **Calvo M.M, Garcia M.L et Selgas M.D, (2007).** Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. Meat Science xxx .P125.

✚ **Camila Gomez, (2009).** Etude des mécanismes de stockage des anthocyanes dans la baie de raisin : caractérisation fonctionnelle des gènes impliqués dans ces mécanismes. Thèse doctorat, MONTPELLIER SUPAGRO. France, 14-15P.

✚ **Chernomorsky S, Segelman A et Poretez R, (1999).** Effect of Dietary Chlorophyll Derivatives on Mutagenesis and Tumor Cell Growth. Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis.79 : 313-3226

✚ **Cowan M, (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents ; clinical microbiologyReviews, Oct.p. 564–582

### D

✚ **Diallo D, Sanogo R, Yasambou H, Traoré A, Coulibaly K et Maïga A, (2004).** Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. C. R. Chimie 7, pp 1073–1080.

✚ **Dohou N, Yamni K, Tahrouch S, Idrissi Hassani LM, Badoc A et Gmira N, (2003).** Screening phytochimique d'une endémique Ibéro-Marocaine, THYMELAEALYTHROIDES. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. 142: 61-78p.

- ✚ **Dubois M, Gilles K.A, Hamilton J.K, Roben F.A et Smith F, (1956).** Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28, 350-356.8.

### F

- ✚ **FAO, (2010).** Disponible sur : <http://faostate.fao.org> et <http://ecocrop.fao.org> .P4-5.
- ✚ **Ferchichi A, (2006).** workshop International « Diversité des Fabaceae Fourragères et de leurs Symbiotes » -Alger- Academic Publ.39 :51-75p.
- ✚ **Fournier P, (1947).** Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France, tome I. Paul Lechevallier, éditeur, 12, rue de Tournon, Paris VI , 182-185P.

### G

- ✚ **Gage D.J, (2004).** Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiol Mol Biol Rev.* 68: 280-300.
- ✚ **Graham P.H et Vance C.P, (2003).** Legumes: Importance and constraints to greater use. *Plant Physiol.* 131: 872-877.
- ✚ **Guignard J, (1996).** Biochimie végétale. Lavoisier, Paris, 175-192P.

### H

- ✚ **Hadj-sadok T, Aid F, Bellali M et Abdul-hussain M.S, (2008).** Composition chimiques des jeunes cladodes d'Opuntia Ficus Indica et possibilités de valorisation alimentaire. *Agricultura – StiinŃă si practică.*1(2) : 65-66, 43
- ✚ **Handberg K et Stougaard J, (1992).** Lotus japonicus, an autogamous, diploid legume species for classical and molecular genetics. *Plant J.* 2: 487-496.
- ✚ **Hans W. Kothe, (2007).** 1000 Plantes aromatiques et médicinales. 11-12P.
- ✚ **Harborne J.B, (1984).** Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis. London; New York : chapman and Hall. ISBN: 0412255502.
- ✚ **Harborne J.B, (1998).** Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plants analysis (3rd ed.) Landon: chapman & Hall.ISBN:0412572702.
- ✚ **Heywood V.H, (1996).** Flowering Plants of the World. Oxford: 3th edition Oxford University Press. 141 p.

### K

- ✚ **Karoune S, (2008).** Effets des boues résiduaires sur le développement des semis du chêne liège (*Quercus suber* L.). Diplôme de Magistère Gestion et pathologie des écosystèmes forestiers. Univ Mentouri Constantine. P122-129,209, 254-255.

- ✚ **Katerji N, Van Hoorn J.W, Hamdy A et Mastrorilli M, (1998).** Response of tomatoes, a crop of indeterminate growth, to soil salinity. *Agric. Water Manage.* 38 : 59-68
- ✚ **Kazmi M.A, Sakmar T et Ostrer H, (1997).** Mutation of a conserved cysteine in the X- linked cone opsins causes color vision deficiencies by disrupting protein folding and stability *investigative ophthalmol and vis sci*, 38: 1074-1081 (pub med).

### M

- ✚ **Malundo T.M.M., Shewfelt R.L., Scott J.W, (1995).** Flavour quality of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by sugar and acid levels. *Postharvest Biology and Technology* .6: 103-110.
- ✚ **Marouf A et Reynaud J, (2007).** La botanique de A à Z: 1662 définitions. Paris: Dunod. 106 p.
- ✚ **Maxted et Bennett S.J, (2001a).** Conservation, diversity and use of Mediterranean Legumes. *Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean.* Maxted N, and Bennett S. J. PO Box 17, 3300 AA Dordrecht , Netherlands, Kluwer Academic Publ.39:1-32p.
- ✚ **Maxted et Bennett S.J, (2001b).** Legume diversity in the Mediterranean region. *Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean.* Maxted N and Bennett S. J. PO Box 17, 3300 AA Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publ.39: 51-75
- ✚ **Mehdi G.D, Vijayanand, Kulkarnib V.G et Ramana K.V.R, (2006).** Effect of different pre-treatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder. *LWT* 40 (2007) : 1832–1840.
- ✚ **Mekkiou R, (2005).** Recherche et Détermination Structurale des Métabolites Secondaires d'espèces du Genre *Genista* (Fabacées) : *G. saharae*, *G. ferox*. Thèse de Doctorat d'Etat: Chimie Organique. Constantine: Université Mentouri. 9 p.
- ✚ **Miller E.R, Appel L.J et Risby T.H, (1998).** Effect of dietary patterns on measures of lipid peroxidation results from a randomised clinical trial.98:23905.
- ✚ **Moussa N, Salimata Wade, Nicole Dossou, Amadou T, Guiro R et Diagne G, (2007).** Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera* , étude de la disponibilité du fer , effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels senegalais avec la poudre des feuilles .*Journal of food agriculture and nutrition developement* ISSN 1684-5374.Vol 7 N3 :p14.

### N

- ✚ **Nadiarid Jiménez Elizondo, (2011).** Impact des opérations thermiques agroalimentaires à hautes température sur la dégradation des anthocyanes : caractérisation et modélisation des cinétiques réactionnelles. Thèse doctorat Montpellier Supagro. France, 18P
- ✚ **Ndayishimiye J, (2011).** Diversité, endémisme, géographie et conservation des Fabaceae de l'Afrique Centrale. Thèse de Docteur en Sciences: Service d'Ecologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale. Bruxelles: Ecole Inter facultaire de Bio ingénieurs. 12 p.
- ✚ **Nemouchi I, (2003).** Evolution des sucres solubles chez le chêne liège ( *Quercus suber* L) soumis à des basses températures. Mémoire d'ingénieur d'état, Univ Mentouri\_ Constantine. pp 58.

### O

- ✚ **Owen P.L et Johns T, (1999).** Xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*, 64, pp 149-160.
- ✚ **Ozenda P, (1991).** Flore et végétation du Sahara. Paris : 3ème édition CNRS. 279-280 p., (03),

### P

- ✚ **Padrini F et Lucheroni M.T, (1996).** Le grand livre des huiles essentielles. Ed. de Vecchi.
- ✚ **Paris M et Hurabielle M, (1981).** Abrégé de matière médicale pharmacognosie. Tome I. Ed. Masson, Paris. (339 P.)
- ✚ **Patriarca E.J, Tatè R, Ferraioli S et Iaccarino M, (2004).** Organogenesis of legume root nodules. *Int Rev Cytol* . 234: 201-262.
- ✚ **Petit A.C, (2011).** Toxicité et utilisation de quelques Fabaceae alimentaires et médicinales. Thèse de Docteur d'Etat: Pharmacie. , Nancy 1 Université Henri Poincaré. 02-03-04 p.
- ✚ **Peirs C, (2005).** Contribution a l'étude phytochimique de *Galega officinalis* L. (Fabacées). Thèse d'état: Sciences des Agro ressources. 35 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex 4 – France: Faculté des Sciences Pharmaceutiques, 21-26 p)

- ✚ **Polhill R.M, Raven P.H et Stirton C.H, (1981).** Evolution and systematic of Leguminous. In: Advances in legume Systematics. Eds. Polhill, R.M, and Royal, P. P. Botanic Gardens, Kew, UK.

### Q

- ✚ **Quézel P et Santa S, (1962).** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome I. Paris : Centre National de la Recherche Scientifique. 462-558p.

### R

- ✚ **Razafindrambao R.S, (1973).** Etude d'une plantes médicinale malgache Buxus madagascariensis Bail et ses variétés, travaux et documents de L'ORSTOM, n° 25, paris.

### S

- ✚ **Sassi K, Abid G, Jemni L, Dridi-Al Mohandes B et Boubaker M, (2012).** Étude comparative de six variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) vis-à-vis du stress hydrique. Journal of Animal & Plant Sciences, Vol.15, Issue .2: 2160 -2163.
- ✚ **Sofowora E. A, (1994).** Medical plant and traditional Medicine in Africa.
- ✚ **Spichiger R.E, Savolainen V.V, Figiat M et Jean Monod D, (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. Lausanne : 3ème édition presses revue et corrigée polytechniques et universitaires romandes. 202-206 p.
- ✚ **Stacey G, Libault M, Brechenmacher L, Wan J et May G.D, (2006).** Genetics and functional genomics of legume nodulation. Curr Opin Plant Biol. 9: 110-121.
- ✚ **Stern J.L, Hagerman A.E, Steinberg P.D et Mason. P.K, (1996).** Phlorotannin-protein interactions. Journal of chemical ecology. 22 P 1887-1899.

### T

- ✚ **Tchiégang C et Aissatou A, (2004).** Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). Tropicultura. 22 :11-18,2-14-15-16.
- ✚ **Thompson H.J, Heimendinger J, Haegele A, Sedlacek SM, Gillette C et O'Neill C, (1999).** Effect of increase vegetable and fruit consumption on markers of oxidative cellular damage. Carcinogenesis. 20:2261-6.
- ✚ **Tripathi A.K et Tripathi S, (1999).** Changes in some physiological and biological characters in *Albizia lebeck* as bio-indicators of heavy metal toxicity. J. Environ. Biol.

20: 421–430.

- ✚ **Turley S.D et Dietschy J.M, (2003).** Sterol absorption by the small intestine. *Curr. Opin. Lipidol.* 14, 233-240

### U

- ✚ **Udvardi M.K, Tabata S, Parniske M et Stougaard J, (2005).** Lotus japonicus: legume research in the fast lane. *Trends Plant Sci.* 10: 222-228.

### V

- ✚ **Vercauteren J, Cheze C et Triau J, (1996).** Polyphenols 96. Edition : INRA, Paris : pp 31-43.
- ✚ **Vincken J.P, Heng L, DE Groot A, Gruppen H, (2007).** Saponins classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry* 68: 275-297.

### W

- ✚ **Wagner H, Blatt S et Zgainski E.M, (1984).** Plant drug analysis. Springer verlog Ed. Berlin.
- ✚ **Waterman P.G et Mole S, (1994).** Analysis of phenolics plant metabolite. Oxford Blackwell Scientific Publication. 83-91.

### Z

- ✚ **Zidani S, (2009).** Valorisation des pelures de tomates séchées en vue de leur incorporation dans la margarine. Diplôme Magister Technologie Alimentaire. Univ M'hamed Bougara-Boumerdes .P34, 47, 55-77.

### Site web:

- ✚ **Anonyme 1:** Botanique. Feuille des Fabaceae [en ligne]. (Page consultée le 30/05/2021).  
[http://www.botanique.org/feuille-composee-trifolium-sp-fabaceae\\_article24344/](http://www.botanique.org/feuille-composee-trifolium-sp-fabaceae_article24344/).
- ✚ **Anonyme 2:** Animateur-nature. L'Agence de Provence nous la loupe [en ligne]. (Page consulté le 02/06/2021)  
[http://www.animateurnature.com/a\\_la\\_loupe/argelas\\_a\\_la\\_loupe1](http://www.animateurnature.com/a_la_loupe/argelas_a_la_loupe1)
- ✚ **Anonyme 3 :** Tela botanica. *Anagyris foetida* [en ligne]. (Page consultée le 16/06/2021).  
[https://www.tela-botanica.org/eflore/?referentiel=bdtfx&module=fiche&action=fiche&num\\_nom=4412&onglet=synthese](https://www.tela-botanica.org/eflore/?referentiel=bdtfx&module=fiche&action=fiche&num_nom=4412&onglet=synthese)
- ✚ **Anonyme 4 :** Altheaprovence. Anagyre fetide [en ligne]. (Page consultée le 16/06/2021).  
<https://www.altheaprovence.com/cazin/anagyre-fetide-anagyris-foetida/>
- ✚ **Anonyme 5 :** Climate-data.org. Bougous [en ligne]. (Page consultée le 16/06/2021).  
<https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/el-tarf/bougous-566570/>
- ✚ **Anonyme 6 :** Climate-data.org. Messaoud Boudjriou [en ligne]. (Page consultée le 16/06/2021).  
<https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/constantine/messaoud-boudjriou-634162/>

# *Annexes*



## Annexe 01: Réactifs et produits chimiques

Réactifs et produits chimiques
Acide acétique : $C_2H_4O_2$
Acide sulfurique : $H_2SO_4$
Acide chloroformique : $HCl$
acide galique
acide trichloroacétique :TCA
Acide thiobarbiturique :TBA
acide dithio-bis2-nitrobenzoïque :DTNB
acide phosphorique : $H_3PO_4$
acide salicylique
Ammoniaque : $NH_4OH$
acétate de sodium
Carbonate de sodium : $Na_2CO_3$
Chlorure ferrique : $FeCl_3$
chlorure d'hydrogène : $HCl$
Chloroforme : $CHCl_3$
1-chloro-2,4-dinitrobenzène :CDNB
Ethanol : $C_2H_5OH$
Méthanol : $CH_3OH$
NaCl
$FeCl_3$
Folin-Ciocolteu
butylhydroxtoluene :BHT
eau oxygéné : $H_2O$
tampon phosphate: $KH_2PO_4$

## Annexe 02: les matériels utilisés

Matériels de laboratoire
Agitateurs magnétiques à plaque chauffante
Bain-marie de type MEMMERT
Balance analytique de type KERN ABJ/ABS

Balance électrique de type KERN EMB 2200-O  
 Centrifugeuse horizontale de type SIGMA  
 Évaporateur rotatif de type Büchi Rotavapor R-200  
 Micropipette  
 Spectrophotométrie à transmission moléculaire de type UV- VIS -1240  
 Bucher  
 Erlenmeyer  
 Eprouvette  
 tubes à essai  
 Pipette graduée  
 Cristallisoir

### Annexe 03 : Préparation des solutions

Solutions	Réactifs
Tampon A	11,4 ml Acide acétique (0,2 M) 9,86 g de NaCl (0,17 M) pH ajusté à 4,9 avec NaOH Ajusté jusqu'à 1L d'eau distillé.
Folin Ciocalteau 10%	10 mL de Folin ajusté à 100 mL avec l'eau distillé.
Chlorure ferrique (FeCl <sub>3</sub> ) 0,1%	0,1 g de chlorure ferrique dans 100 mL d'eau distillée.
Chlorure ferrique (FeCl <sub>3</sub> ) 0,01 M	1.62 g dans 1L d'eau distillée.
Solution de chlorure d'aluminium AlCl <sub>3</sub> (2%)	2 g d'AlCl <sub>3</sub> 100 mL d'eau distillée.
Solution de carbonate de sodium Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (7,5%)	7,5 g de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 100 mL d'eau distillée.
HCl 0,01 M	0,85 mL HCl 36% ajusté jusqu'à 1L d'eau distillé.
Tampon phosphate (0,1 M, pH = 6,6)	14,196 g de Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 11.92 g de NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> Ajouter 1L d'eau distillée.
NaCl 0,9%	0,9 g NaCl dans 100 mL d'eau distillé.