



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine 1

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Intitulé

Contribution à l'étude phytochimique et  
biologique de deux espèces des genres *Bunium*  
et *Cichorium*

Réalisée par : DJEBABLAH FATIMA

HENNI NOURELHOUDA

Devant le jury :

- Présidente du jury : Dr ZEGHAD Nadia MCB Université Constantine 1
- Rapporteur : Dr BOUZID Salha MCB Université Constantine 1
- Examineur : Dr BAALI Nacera MCB Université Constantine 1

L'année universitaire : 2018- 2019

*Remerciements*  
*et*  
*Dédicaces*

## Remerciement

On tient tout d'abord à remercier et en premier lieu ALLAH, le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour mener à bien ce travail.

Nos remerciements tout d'abord vont à notre encadreur, Mme BOUZID Salha, maître de Conférences, d'avoir accepté d'encadrer ce travail, ainsi que pour sa gentillesse, ses conseils constructifs, son attention, son dévouement et sa disponibilité tout au long de ces mois de travail.

Nos sincères remerciements et profonde reconnaissance vont à Mme Baali Nacera, maître de Conférences, d'avoir accepté d'examiner ce travail

Mes remerciements vont également à Mme Zeghad Nadia, d'avoir accepté de présider le jury.

Enfin, un grand merci à Ms Boudarsa Nabil, Bahri EL AID et Mm Tniou Soumia et tous ceux et toutes celles qui d'une manière ou d'une autre nous ont aidés et soutenus.



## Dédicace

Je dédie ce travail pour leurs sacrifices et leurs encouragements durant toutes nos études.

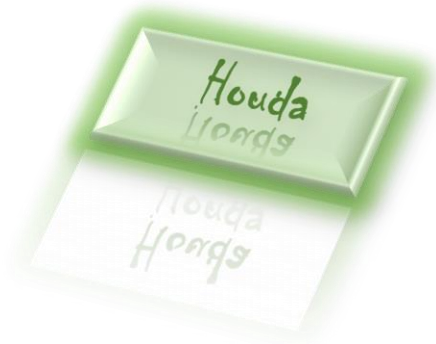
A mes parents : Zahia, Houcin

A mes frères: Imed, Saber, khaled, Fayçal, Abedl hak

A mes sœurs : Imen, Khadija

A mes familles : Affef, Rania, Oumaima

A mes amies et mes collègues : Fatima, Asma,  
Yousra, Hanene



## Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

**A** mes parents: Saïd & Hadda.

**A** mon frère et sa femme : Hicham & Sara.

**A** mes sœurs : Salima, Karima, Chaima, Yassmine, Rimes  
et la nouveau-née « Malak ».

**A** mon cousin : Imed et ses parents.

**Au** regrettés: Grand-père (Mahmoud) et Grand-  
Mère (Souani Rebiha), Manar « Paix à leurs âmes ».

**A** ma famille : Tous les gens qu'ils portent le nom  
Djebablah, Saker ou Ben naidji

**A** mes amies et mes collègues : Henni Nour El  
houda, Boubchira Amina, Benelmadjat Imen,  
Boulhadid Ramla Amina, Hamdane Imen,  
Rehamna Amina, Djebablah Nawel et  
Nour El houda.....

**A** tous ceux qui m'aiment et que  
j'aime



## Liste des abréviations

**[C]** : Concentration.

**A 0** : Absorbance du contrôle négatif.

**A T** : Absorbance du test.

**Abs** : Absorbance.

**ATCC** : American type culture collection.

**CAT** : La catalase.

**CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> / MeOH** : Dichlorométhane /méthanol.

**Cl<sup>-</sup>** : Ion de chlorure.

**CoA** : Coenzyme A.

**DO**: Densité optique.

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

**EDTA** : Éthylènediaminetétraacétique.

**EOR** : Espèces Réactives oxygénées.

**ERN** : Espèces réactives de l'azote.

**Fe<sup>+3</sup>**: Fer ferrique.

**GN** : Gélose nutritive.

**Hb** : Hémoglobine.

**HCl** : Chlorure d'hydrogène.

**K<sup>+</sup>** : Ion de potassium.

**K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]**: Ferricyanure de potassium.

**KCN**: Cyanure de potassium.

**KOH** : Hydroxyde de *potassium*.

**M-H** : Muller-Hinton

**N** : Nitrogène.

**NaF** : Fluorure de sodium.

**nm** : Nanomètre.

**PAL** : Phénylalanine ammonialyase.

**ppm** : partie par million (1 ppm = 1 mg/kg).

**ROS** : Reactive oxygen species.

**SOD**: Superoxyde dismutase

**T-** : Témoin négatif.

**T+** : Témoin positif.

**TS** : Témoin sain.



# *Sommaire*



## Sommaire

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Abréviations**

**Sommaire**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des photos**

Introduction.....1

### **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

I. L'utilisation des plantes en phytothérapie.....2

1. Définition de la phytothérapie .....2

2. Intérêt de la phytothérapie.....2

3. La phytothérapie en Algérie .....3

    3.1. L'histoire de la phytothérapie en Algérie.....3

    3.2. L'utilisation de la phytothérapie en Algérie.....3

4. Différents types de la Phytothérapie.....4

4.1. Aromathérapie.....4

4.2. Gemmothérapie.....4

4.3 Herboristerie.....4

4.4. Homéopathie.....4

4.5. Phytothérapie pharmaceutique.....4

5. Les plantes médicinales.....5

5.1. Importance des plantes médicinales.....5

5.2. Le pouvoir des plantes .....6

5.3. L'utilisation des plantes en pharmacologie .....6

6. Les méthodes de préparation des plantes médicinales.....7

6.1. Décoction .....7

6.2. Infusion.....7

6.3. Macération.....7

6.4. Poudre.....7

II. Métabolites secondaires.....8

1. Introduction.....	8
2. Les composés phénoliques.....	8
2.1. Généralités.....	8
2.2. Biosynthèse des composés phénoliques.....	9
2.1.1. Voie de shikimate.....	9
2.1.2. Voie d'acétate malonate.....	11
2.1.3. Voie mixte de biosynthèse des flavonoïdes.....	12
2.3. Principales classes des composés phénoliques.....	13
2.3.1. Acides phénoliques (C6-C1 ou C6-C3).....	13
2.3.2. Stilbènes (C6-C2-C6).....	14
2.3.3. Flavonoïdes (C6-C3-C6).....	15
2.3.4. Tanins.....	17
a. Tanins hydrolysables.....	17
b. Tanins condensés (C6-C3-C6) n.....	17
2.3.5. Lignanés (C6-C3) <sub>2</sub> et lignines (C6-C3) n.....	18
2.3.6. Les anthraquinones.....	19
2.4. Propriétés pharmacologiques des polyphénols.....	20
2.5. Propriétés biologiques des polyphénols.....	20
3. Alcaloïdes.....	21
4. Terpènes.....	21
III. Les plantes médicinales étudiées.....	22
1. La chicorée ( <i>Cichorium intibus</i> L.).....	22
1.1. La famille des Astéracées.....	22
1.2. Étymologie et caractéristiques de la famille Astéraceae.....	23
1.3. Le genre <i>Cichorium</i> .....	23
1.4. Description botanique de l'espèce <i>Cichorium intybus</i> .....	24
1.5. Classification.....	25
1.6. Répartition géographique.....	26
1.7. Utilisation de l'espèce en phytothérapie.....	26
1.8. Les principes actifs majeurs.....	29
2. <i>Bunium</i> sp.....	30
2.1. La famille des Apiaceae.....	30
2.2. Description botanique du genre <i>Bunium</i> .....	30
2.3. Classification botanique.....	32

2.4. Répartition géographique.....	32
2.5. Usage traditionnel et courant.....	33
2.6. Les principes actifs majeurs.....	34
IV. Les activités biologiques des plantes médicinales.....	36
1. Activité antioxydante.....	36
1.1. Radicaux libres.....	36
1.1. Antioxydant.....	37
1.2.1 Mode d'action.....	37
1.2.2. Classification.....	38
a. Antioxydant d'origine endogène.....	38
b. Antioxydants d'origine exogène.....	38
2. Activité antibactérienne.....	39
1.2. Agent bactérien.....	39
2.2. Agent antibactérien.....	39
2.2.1. Mode d'action des extraits des plantes contre les bactéries.....	39
3. Utilisation des rats en recherche scientifique.....	40

## **Chapitre II : Matériels et méthodes**

I. Matériels utilisés.....	41
1. Matériel végétal.....	41
2. Matériel animal.....	41
3. Matériel microbien.....	42
4. Appareillage.....	42
5. Produits chimiques réactifs.....	42
6. Autres.....	42
II. Méthodes.....	43
<b>Première partie : Etude phytochimique.....</b>	<b>43</b>
1. Criblage « Screening » phytochimique.....	43
1.1. Préparation des extraits.....	43
1.1.1. Extraits méthanolique (Extrait A).....	43

1.1.2. Extraits Chloroformique (Extrait B).....	44
1.2. Criblage des Flavonoïdes.....	44
1.3. Criblage des Tanins .....	45
1.4. Criblage des anthraquinones.....	46
2. Extraction.....	47
2.1. Préparation.....	47
2.2. Macération.....	47
2.3. Affrontement.....	49
<b>Deuxième partie : Etude biologique .....</b>	<b>52</b>
I. Activité biologique in vitro .....	52
1. Activité antibactérienne.....	52
1.1. Repiquage des espèces bactériennes.....	52
1.2. Préparation de l'inoculum.....	52
1.3. Test de l'activité antibactérienne.....	52
1.4. La lecture des résultats.....	54
2. Activité antioxydante.....	54
2.1. Principe.....	54
2.2. Protocole.....	54
II. Activité biologique in vivo.....	56
1. Les conditions de l'élevage.....	56
2. Traitement.....	56
3. Méthode de gavage.....	57
4. Dosage de l'hémoglobine.....	58
4.1 Principe.....	58
4.2. Mode opératoire.....	59
<b>Chapitre III : Résultats et discussions</b>	
<b>Première partie : Etude phytochimique.....</b>	<b>60</b>

1. Criblage « Screening » phytochimique.....	60
1.1 Criblage des Flavonoïdes.....	60
1.2. Criblage des tanins.....	61
1.3. Criblage des anthraquinones.....	62
<b>Deuxième partie : Etude biologique.....</b>	<b>65</b>
I. Activité biologique in vitro.....	65
1. Activité antibactérienne.....	65
2. Activité antioxydant.....	69
II. Activité biologique in vivo.....	72
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>75</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>77</b>
<b>Annexe</b>	
<b>Résumés</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Principaux dérivés d'acide benzoïque.....	13
<b>Tableau 02</b> : Principaux dérivés d'acide cinnamique.....	14
<b>Tableau 03</b> : Principaux dérivés de coumarines.....	14
<b>Tableau 04</b> : Principaux dérivés de Stilbènes.....	15
<b>Tableau 05</b> : Principales classes des flavonoïdes.....	16
<b>Tableau 06</b> : Les principales classes des composés phénoliques.....	19
<b>Tableau 07</b> : Les espèces d'Astéracées les plus fréquentes dans les jardins et les fermes maraichères.....	22
<b>Tableau 08</b> : Classification APG III (2009) de l'espèce <i>Cichorium intybus</i> .....	25
<b>Tableaux 09</b> : Utilisations médicinales traditionnelles de <i>Cichorium</i> d'après.....	27
<b>Tableau 10</b> : Classification botanique du <i>Bunium sp</i> .....	32
<b>Tableau 11</b> : Usages médicinales de certaines espèces du genre <i>Bunium</i> L.....	34
<b>Tableau 12</b> : Investiguassions phytochimiques menées sur le genre <i>Bunium</i> .....	35
<b>Tableau 13</b> : Récapitulation numérique de protocole suivi dans le test de l'activité antioxydante.....	55
<b>Tableau 14</b> : Dosage d'hémoglobine .....	59
<b>Tableaux 15</b> : Récapitulation des résultats du criblage chez les deux espèces.....	63
<b>Tableau 16</b> : Comparaison de nos résultats à ceux de Renu Verma et <i>al.</i> , (2013).....	68
<b>Tableau 17</b> : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait du <i>Bunium sp</i> et du <i>Cichorium intybus</i> .....	69

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Groupe phénol.....	8
<b>Figure 02</b> : Biosynthèse des composés phénoliques par la voie de shikimate.....	9
<b>Figure 03</b> : Représentation simplifiée du métabolisme des phénylpropanoïdes.....	10
<b>Figure 04</b> : Condensation de la voie d'acide shikimique et de malonate.....	11
<b>Figure 05</b> : Voie de biosynthèse des flavonoïdes.....	12
<b>Figure 06</b> : Structure de base des flavonoïdes.....	15
<b>Figure 07</b> : Structures de l'acide gallique et l'acide éllagique.....	17
<b>Figure 08</b> : Structure des tanins condensés (cas de tanins condensés à base de flavan-3 ols).....	18
<b>Figure 09</b> : Structure chimique d'une unité de phénylpropanoïde (C6-C3) (A) et d'un lignane (B).....	18
<b>Figure 10</b> : Aliments riches en polyphénols.....	20
<b>Figure 11</b> : Structure de l'unité isoprène.....	21
<b>Figure 12</b> : (a) Partie aérienne et (b) racine du <i>Cichorium intybus</i> .....	24
<b>Figure 13</b> : Fleur et la graine du <i>Cichorium intybus</i> .....	25
<b>Figure 14</b> : Partie aérienne et racine du <i>Bunium</i> .....	31
<b>Figure 15</b> : (a) Plante <i>Bunium</i> et (b) graine du <i>Bunium</i> .....	31
<b>Figure 16</b> : Distribution du genre <i>Bunium</i> . La zone de coexistence des espèces monocotylédones et dicotylédones est la plus sombre.....	33
<b>Figure 17</b> : Oxydation d'hémoglobine selon la méthode de Drabkin.....	59
<b>Figure 18</b> : Histogramme des diamètres des zones d'inhibition bactérienne concernant les deux extraits et le témoin négatif.....	67
<b>Figure 19</b> : Mécanisme réactionnel du test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH et un antioxydant (Molyneux, 2004).....	69
<b>Figure 20</b> : Histogramme de l'activité antioxydante du <i>Bunium sp</i> .....	70
<b>Figure 21</b> : Histogramme de l'activité antioxydante du <i>Cichorium intybus</i> . Chaque valeur représente la moyenne des trois essais.....	70
<b>Figure 22</b> : Evolution du taux d'Hb des rats traitées avec les extraits de <i>Bunium sp</i> et de <i>Cichorium intybus</i> et les témoins.....	72

## Liste des photos

<b>Photo 01</b> : Racine de <i>Bunium sp</i> (a) et partie aérienne de <i>Cichorium intybus</i> (b).....	41
<b>Photo 02</b> : Un lot des rats .....	41
<b>Photo 03</b> : Colonies bactériennes d' <i>E.coli</i> G <sup>-</sup> .....	42
<b>Photo 04</b> : Filtration des macérâts : (a) <i>Bunium sp</i> et (b) <i>Cichorium intybus</i> .....	44
<b>Photo 05</b> : Criblage de flavonoïdes : (a) <i>Bunium sp</i> et (b) <i>Cichorium intybus</i> .....	45
<b>Photo 06</b> : Criblage des Tanins : (a) <i>Bunium sp</i> et (b) <i>Cichorium intybus</i> .....	45
<b>Photo 07</b> : Criblage des Anthraquinones : (a) <i>Bunium sp</i> et (b) <i>Cichorium intybus</i> .....	46
<b>Photo 08</b> : Broyats (a) et (b) du <i>Bunium sp</i> et du <i>Cichorium intybus</i> obtenus par broyage électrique.....	47
<b>Photo 09</b> : Macération des broyats sous l'effet d'agitation : (a) <i>Bunium sp</i> et (b) <i>Cichorium intybus</i> .....	48
<b>Photo 10</b> : Filtration des macérâts des deux plantes par un papier filtre.....	48
<b>Photo 11</b> : Evaporation des extraits par l'évaporateur rotatif à 45 C°.....	49
<b>Photo 12</b> : Affrontement des extraits du <i>Bunium sp</i> et <i>Cichorium intybus</i> (a) et (b).....	49
<b>Photo 13</b> : (a) et (b) représente les résidus secs finals du <i>Bunium sp</i> et <i>Chicorium intybus</i> respectivement obtenus par évaporation rotative.....	50
<b>Photo 14</b> : Repiquage d' <i>E.coli</i> sur la GN par la méthode des stries.....	52
<b>Photo 15</b> : Imbibition des disques.....	53
<b>Photo 16</b> : Les préparations du test antibactérien des extraits du <i>Bunium sp</i> (a) et du <i>Chicorium intybus</i> (b) avec un témoin.....	53
<b>Photo 17</b> : Mesure de la densité optique des solutions par le spectrophotomètre.....	55
<b>Photo 18</b> : Rats dans des cages menés par de l'eau et de la nourriture.....	56
<b>Photo 19</b> : Gavage par la sonde.....	57
<b>Photo 20</b> : Dissection des rats (a) et prélèvement du sang (b).....	58
<b>Photo 21</b> : Préparation des échantillons pour la lecture au spectrophotomètre.....	59
<b>Photo 22</b> : Criblage des flavonoïdes de l'extrait des racines du <i>Bunium sp</i> .....	60
<b>Photo 23</b> : Criblage des flavonoïdes de l'extrait du <i>Cichorium intybus</i> .....	60
<b>Photo 24</b> : Criblage des tanins de l'extrait des racines du <i>Bunium sp</i> .....	61



<b>Photo 25</b> : Criblage des tanins de l'extrait des racines du <i>Cichorium intybus</i> .....	61
<b>Photo 26</b> : Criblage des anthraquinones des racines du <i>Bunium sp</i> .....	62
<b>Photo 27</b> : Criblage des anthraquinones du <i>Cichorium intybus</i> .....	62
<b>Photo 28</b> : Résultats du test antibactérien pour <i>Bunium sp</i> (a) et (b), le témoin (c) et <i>Cichorium intybus</i> (d) et (e).....	66



# *Introduction*

## Introduction

Depuis des milliers d'années l'humanité utilise diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter traditionnellement toutes sortes de maladies. Ces plantes représentent une source naturelle important de métabolites secondaires qui possèdent une très large activité biologique.

En se basant sur les usages traditionnels, de nombreux chercheurs ont tenté d'approfondir leurs connaissances sur les plantes médicinales et leur impact sur la santé humaine et animale.

L'Algérie est un pays riche en plantes médicinales dont l'exploitation est d'un grand intérêt pour une utilisation dans différents domaines tels que la thérapie.

La chicorée *Cichorium intybus* ainsi que la châtaigne de terre *Bunium sp* font partie de ces espèces connues pour leurs usages thérapeutiques et pharmacologiques dont peu d'informations et d'études concernant leur phytochimie sont disponibles.

C'est dans ce cadre, que s'inscrit notre travail qui consiste à détecter la présence de certains polyphénols sur des extraits de la partie aérienne de *Cichorium intybus* et la racine de *Bunium sp* ainsi que de tester différentes activités biologiques *in vivo* et *in vitro*.

Nous avons testé l'activité antimicrobienne contre la bactérie *E.coli* et l'activité antioxydante à la méthode de PDDH.

Pour l'activité *in vivo* nous avons testé les extraits contre le fluorure de sodium qui est un agent hématotoxique.

Le présent mémoire est scindé en trois chapitres :

Le premier, « synthèse bibliographique » est une étude bibliographique concernant des deux plantes, des notions sur métabolites secondaires et sur les activités biologiques étudiées.

Le deuxième, « matériels et méthodes » traite essentiellement les méthodes d'évaluation des activités biologiques *in vitro* et *in vivo* citées précédemment.

Le troisième, « résultats et discussions » représente les résultats obtenus et une discussion.

Et enfin conclusion et des perspectives.

# *Chapitre 1*

## *Synthèse bibliographique*

## **I. Utilisation des plantes en phytothérapie**

### **1. Définition de la phytothérapie**

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes ». Elle désigne la médecine basée sur les extraits des plantes et les principes actifs naturels (Fetayah, 2015) ou bien le traitement curatif ou préventif des maladies et des divers troubles par l'utilisation de préparations obtenues à partir des plantes entières ou d'organes de plantes : Feuilles, fleurs, racines, fruits et graines. Les plantes ainsi employées, sont communément appelées plantes médicinales. (Fintelmann et Weiss, 2004 ; Pribitkin, 2005)

En effet sur les 300 000 espèces végétales recensées sur la planète plus de 200 000 espèces vivent dans les pays tropicaux d'Afrique ont des vertus médicinales. (Millogo et *al.*, 2005)

### **2. Intérêt de la phytothérapie**

La phytothérapie se pratique sous différentes formes et uniquement dans le cas de maladies « bénignes ». Bien sûr, bon nombre de symptômes nécessitent des antibiotiques ou autres traitements lourds. Dans d'autres cas, se soigner par les plantes représente une alternative reconnue par la médecine et dénuée de tout effet toxique pour l'organisme (Berlencourt, 2008-2017).

Aujourd'hui, les traitements à base des plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît, les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus.

La phytothérapie qui repose sur des remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme, et souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques comme l'asthme ou l'arthrite. (Iserin et *al.*, 2001)

### **3. La phytothérapie en Algérie**

#### **3.1. L'histoire de la phytothérapie en Algérie**

Autrefois les plantes médicinales étaient l'une des seules sources de guérisons des maladies (Beloued, 2009). En Algérie l'usage des plantes médicinales est une tradition de mille ans. Les premiers écrits sur les plantes médicinales ont été faits au IX<sup>ème</sup> siècle par Isnâ-ben-Amar et Abdallah-ben-Lounés né à Oran, et qui décrit l'usage de beaucoup des plantes médicinales.

Durant des siècles et même des millénaires, nos ancêtres ont utilisé les plantes pour soulager leurs douleurs, guérir leurs maux et panser leurs blessures. De génération en génération, ils ont transmis leur savoir et leurs expériences simples en s'efforçant quand ils le pouvaient de les consigner par écrit.

Ainsi, même actuellement, malgré le progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement, il existe environ 500.000 espèces de plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicinales. (Benkhniq et *al.*, 2011)

#### **3.2. L'utilisation de la phytothérapie en Algérie**

Les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, qui, elle-même est largement employée dans divers domaines de la santé. Dans les dernières années, la phytothérapie est très répandue, des herboristes sont partout et sans aucune formation spécialisée ou connaissance scientifique sur la phytothérapie, ils prescrivent des plantes et des mélanges pour toutes les maladies : diabète, rhumatisme, minceur et même les maladies incurables. Des chiffres recueillis auprès du Centre national du registre de commerce, montrent qu'à la fin 2009, l'Algérie comptait 1926 vendeurs spécialisés dans la vente d'herbes médicinales, dont 1393 sédentaires et 533 ambulants. (Belguitar, 2015)

## **4. Différents types de la Phytothérapie**

### **4.1. Aromathérapie**

C'est une thérapeutique qui utilise les essences des plantes, ou huiles essentielles, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes, ces huiles sont des produits complexes à utiliser souvent à travers la peau.

### **4. 2.Gemmothérapie**

Elle se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules.

### **4.3 Herboristerie**

Elle correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie se sert de la plante fraîche ou séchée, elle utilise soit la plante entière, soit une partie de celle-ci (écorce, fruits, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche que le sujet avale.

### **4.4. Homéopathie**

Elle a recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive, les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale.

### **4.5. Phytothérapie pharmaceutique**

Elle utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats... (Strang, 2006)



## **5. Les plantes médicinales**

En fait il s'agit d'une plante qui est Utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. (Farnsworth et *al.*, 1986)

Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne. (Elqaj et al, 2007)

### **5.1. Importance des plantes médicinales**

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples dans l'industrie, en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi synthèse (Bahorun, 1997). Il y a eu donc un réveil vers un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme les pays en voie de développement, parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable. (Mohammedi, 2005)

Il est d'abord intéressant de remarquer que 30% environ des médicaments prescrits par le médecin sont d'origine naturelle, alors que cette proportion est de 50% pour les médicaments en vente libre. (Anthoula, 2003)

Cependant, les plantes médicinales, quelle que soit la forme d'utilisation, sont à considérer comme des médicaments à part entière, avec tous les bénéfices qu'elles peuvent apporter, mais aussi avec les risques liés à leur consommation. Citons par exemple le risque d'interactions médicamenteuses avec le millepertuis ou même avec le jus de pamplemousse matinal. (Belguitar, 2015)

## **5.2. Le pouvoir des plantes**

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend de la composition des plantes, depuis XVIII<sup>ème</sup> siècle, au cours duquel des savants ont commencé à extraire et à isoler les substances chimiques qu'elles contiennent. On considère les plantes et leurs effets en fonction de leurs principes actifs.

La recherche des principes actifs extraits des plantes est d'une importance capitale car elle a permis la mise au point de médicaments essentiels.

Aujourd'hui les plantes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine qui est employée contre la malaria ou sans la digoxine qui soigne le cœur, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes. (Iserin et *al.*, 2001)

## **5.3. L'utilisation des plantes en pharmacologie**

Certaines espèces possèdent des propriétés pharmacologiques qui leur confèrent un intérêt médicinal. Les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales ont été pendant longtemps le principal, voire l'unique recours de la tradition orale pour soigner les pathologies, en même temps que la matière première pour la médecine moderne. (Jean et jiri, 1983)

En effet, les plantes possèdent des milliers de substances actives (feuilles, fleurs, racines...) et peuvent, selon des techniques chimiques (extraction, distillation...), permettre l'isolation du principe actif pour l'utiliser en pharmacie. Ces remèdes naturels sont souvent très efficaces avec moins d'effets secondaires reconnus que beaucoup de médicaments de synthèse, mais peuvent néanmoins être mortels ou toxiques pour l'organisme lorsqu'ils sont mal utilisés (Duraffourd et *al.*, 1997).

## **6. Les méthodes de préparation des plantes médicinales**

Pour composer des tisanes, il faut avoir une connaissance des propriétés des plants et leurs utilisations médicales (phytothérapie de la plantes, les molécules actives, les maladies). (Thurzova., 1981)

### **6.1. Décoction**

Pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges et de baies, il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergétique qu'aux feuilles ou aux fleurs. Une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux ; puis à filtrer le liquide obtenu (le décocté). (Chevallier, 2001)

### **6.2. Infusion**

L'infusion est la méthode de préparation de tisanes la plus courante, on l'applique généralement aux organes délicats de la plante : fleurs, feuilles aromatiques et sommités, elle consiste à verser de l'eau bouillante sur une proportion d'organes végétaux, ce qui permet d'assurer une diffusion optimale des substances volatiles : essences, résines, huiles...etc. (Baba Aissa, 2000)

### **6.3. Macération**

La macération est une opération qui consiste à laisser tremper une certaine quantité de plantes sèches ou fraîches dans un liquide (eau, alcool, huile ou même du vin ) pendant 12 à 24 h, puis laisser à température ambiante. Avant de boire, il faut bien la filtrer. (Khetouta, 1987 ; Stary, 1992)

### **6.4. Poudre**

Les plantes préparées sous forme de poudre peuvent s'utiliser en soin tant interne (avalées ou absorbées par la muqueuse buccale) qu'externe (sert de base aux cataplasmes). (Chevallier, 2001)

## II. Métabolites secondaires

### 1. Introduction

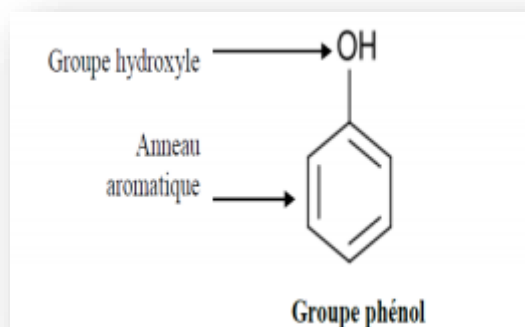
Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées à partir des métabolites primaires et résultent de réactions chimiques ultérieures effectuées par les plantes autotrophes (Raven et *al.*, 2000 et Fouche et *al.*, 2000). Ces molécules jouent un rôle dans l'adaptation des plantes à leur environnement et représente également une source important de produits pharmaceutiques. (Bourgau et *al.*, 2001)

Ils sont produits en très faible quantité, nous distinguons trois principales classes : les composés phénoliques, les alcaloïdes et les terpénoïdes. (Vermerris et Nicholson, 2006)

### 2. Les composés phénoliques

#### 2.1. Généralités

Les composés phénoliques sont une famille de molécules organiques, largement présente dans le règne végétale depuis les racines jusqu'aux fruits et caractérisés par la présence d'un ou de plusieurs cycles aromatiques liés avec un ou plusieurs groupements hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction ; éther, ester, hétéroside. (Bruneton., 1999 ; Bloor., 2001)



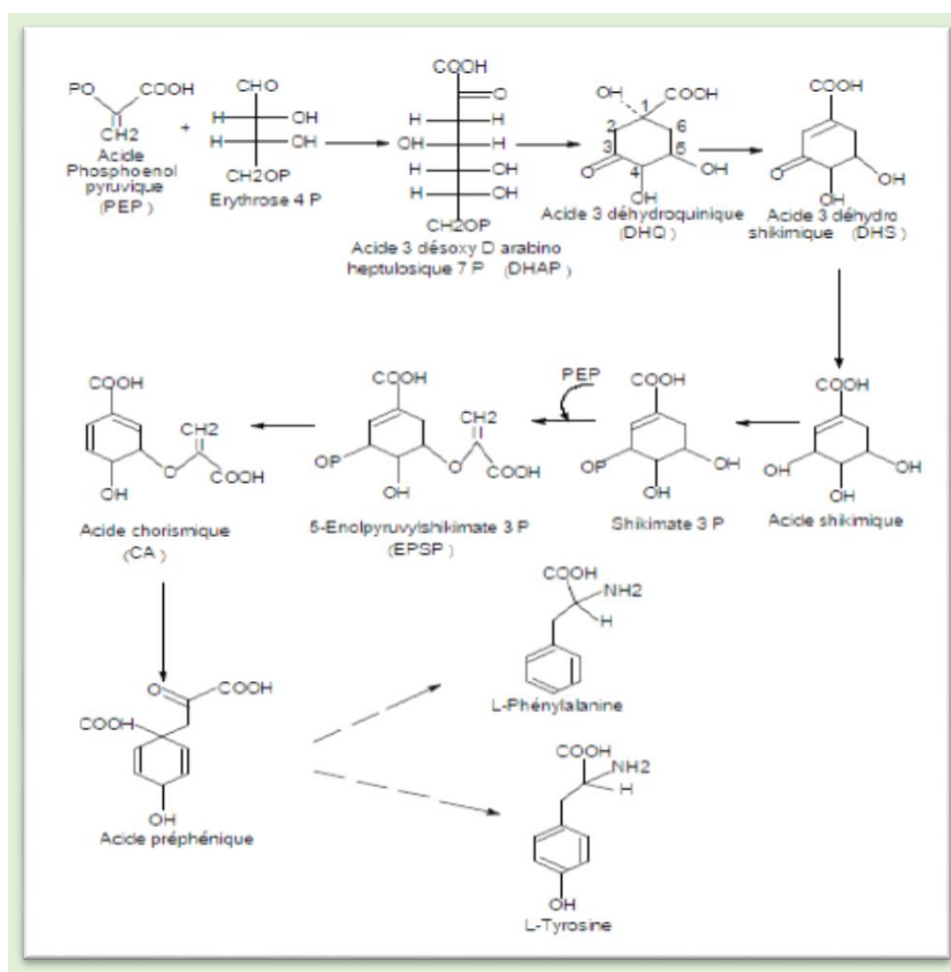
**Figure 01** : Groupe phénol (Aaref et Haded, 2015)

## 2.2. Biosynthèse des composés phénoliques

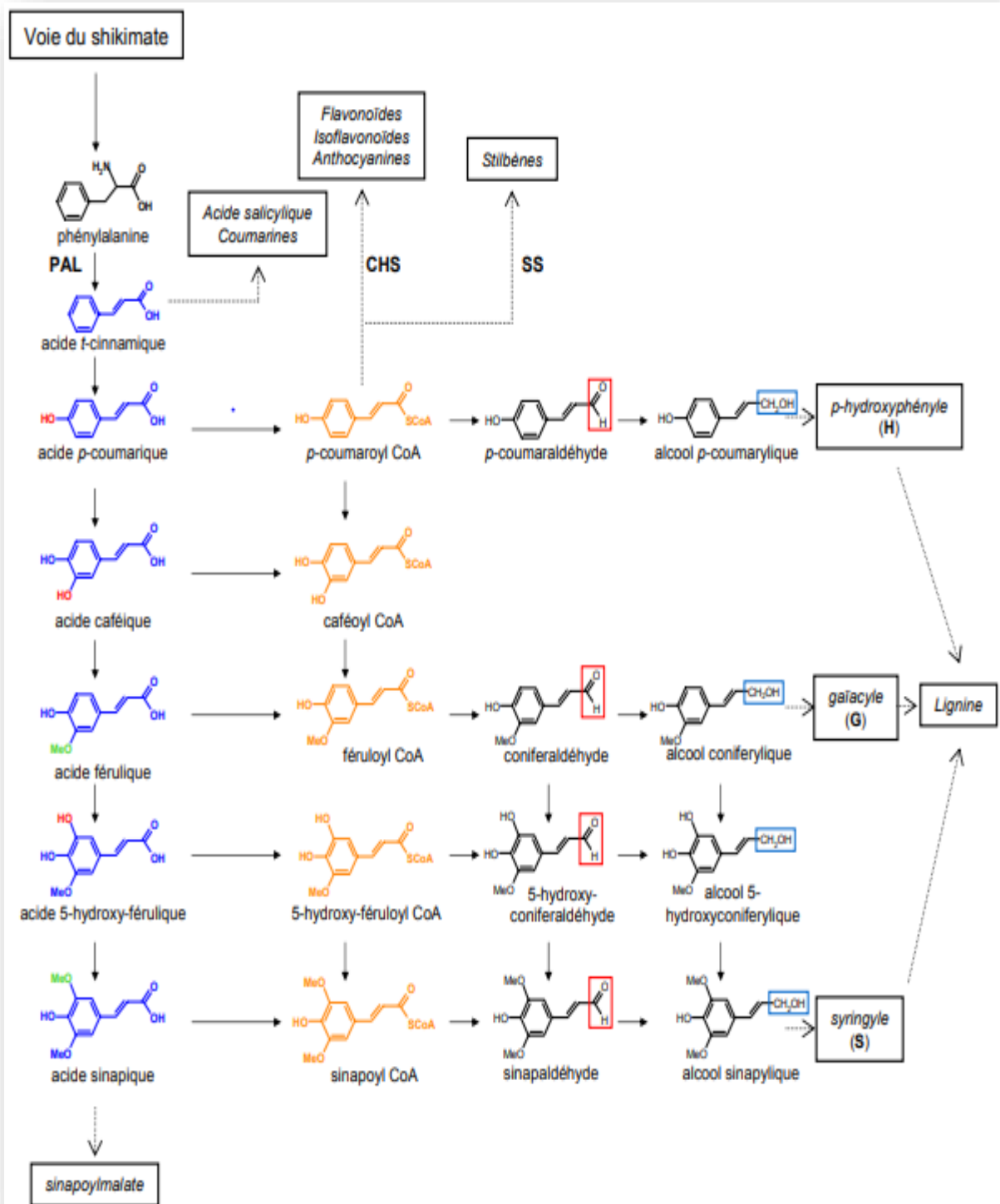
Les composés phénoliques sont principalement issus de deux grandes voies métaboliques de biosynthèse notamment la voie de l'acide shikimique, la voie d'acétate malonate ainsi qu'une voie mixte de biosynthèse des flavonoïdes.

### 2.1.1. Voie de shikimate

La voie de shikimate (Floss, 1997) (figure 02) appartient au métabolisme primaire ; C'est la voie de biosynthèse des composés aromatiques notamment les acides aminés aromatiques, parmi lesquels le précurseur du métabolisme des phénylpropanoïdes ; la phénylalanine. La voie de shikimate, appelée également la voie de phénylpropanoïde (Hoffman., 2003 ; Hoffman et *al.*, 2004) joue un rôle critique pour contrôler le métabolisme et conduit à la formation de nombreux composés phénoliques. (Kening et *al.*, 1995)



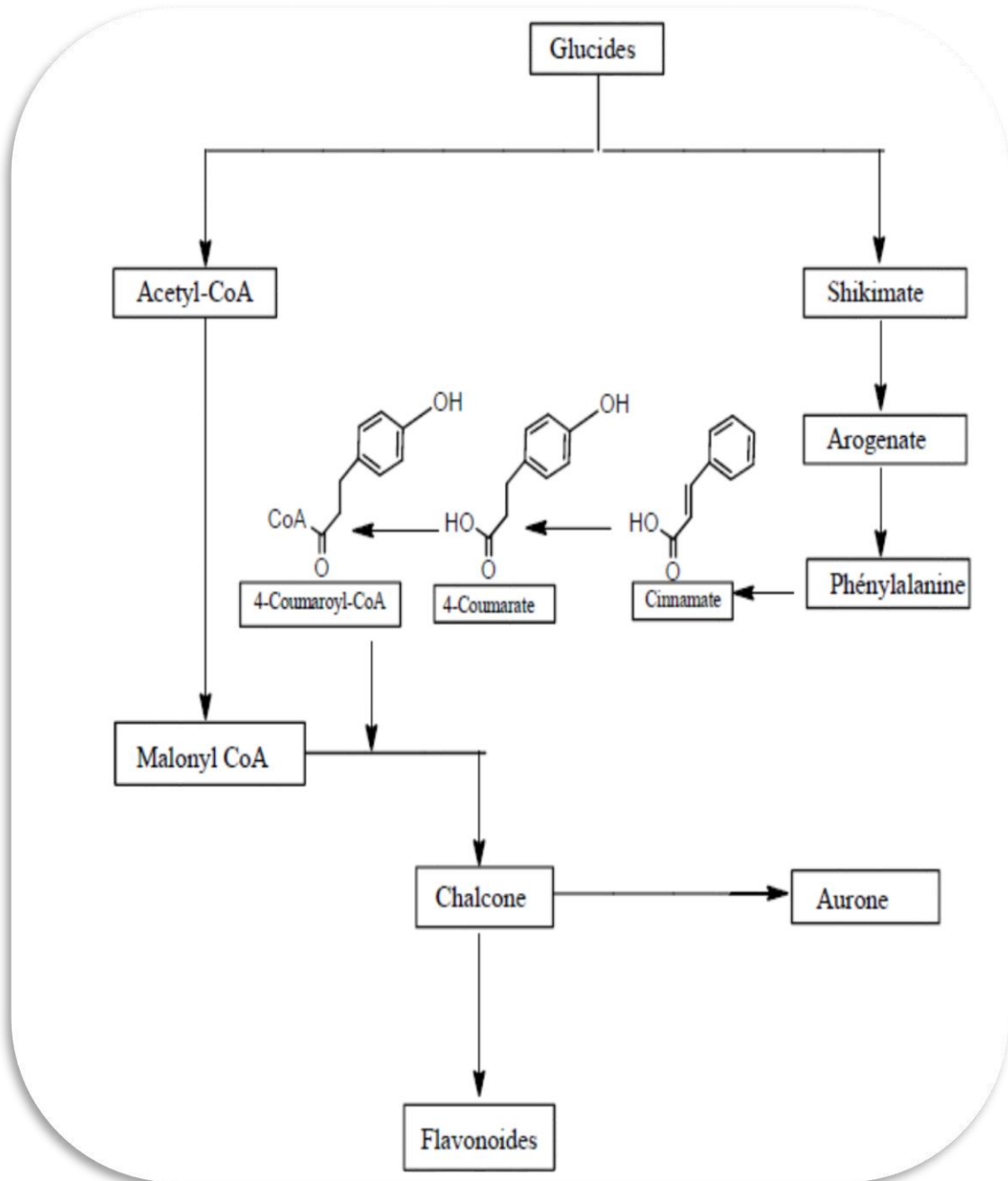
**Figure 02 :** Biosynthèse des composés phénoliques par la voie de shikimate (Floss, 1997)



**Figure 03 :** Représentation simplifiée du métabolisme des phénylpropanoïdes (Hoffman, 2003)

### 2.1.2. Voie d'acétate malonate

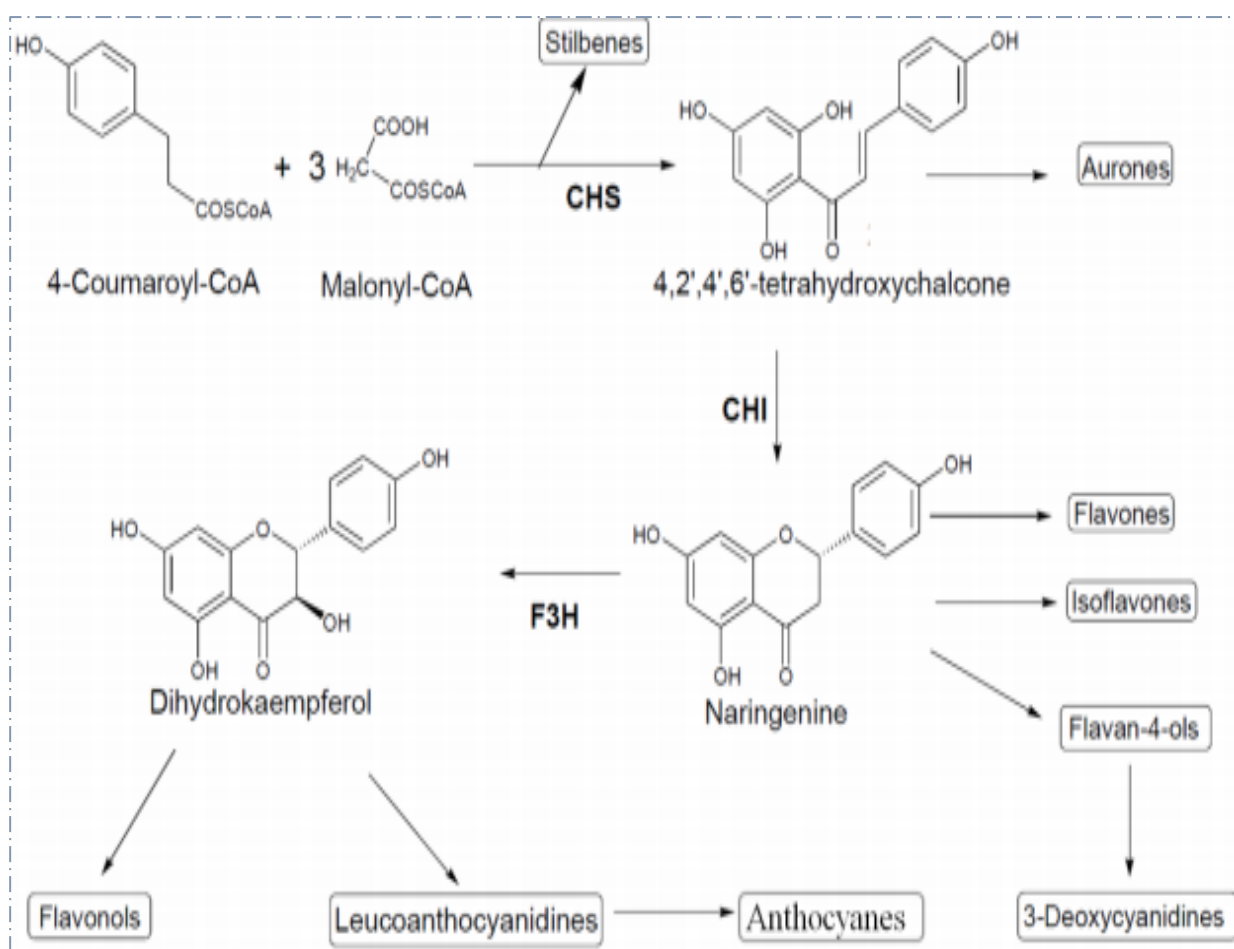
Une condensation de 2 malonyl CoA et une molécule d'acétyl CoA qui donne une chaîne latérale, cette dernière se cyclise pour donner naissance au noyau A (figure 04). La voie d'acide shikimique et celle d'acétate malonate se condensent pour donner naissance à une voie mixte responsable de la biosynthèse de différentes classes de flavonoïdes. (Zeghad, 2018)



**Figure 04 :** Condensation de la voie d'acide shikimique et de malonate (Hoffman et *al.*, 2004)

### 2.1.3. Voie mixte de biosynthèse des flavonoïdes

La phénylalanine ammonialyase (PAL) permet d'obtenir l'acide cinnamique qui deviendra acide p-coumarique après action de la cinnamate 4-hydroxylase. La réaction de condensation d'une unité de propanoïde avec trois unités de malonyl-CoA sous l'action de la chalconesynthase conduit à l'obtention de chalcone, cette dernière est par la suite considérée comme une intermédiaire caractéristique de la synthèse de différents flavonoïdes. (Bruneton, 1999)



**Figure 05 :** Voie de biosynthèse des flavonoïdes (Winkel-Shirley, 2001 ; Subsamanian et al., 2007)



### 2.3. Principales classes des composés phénoliques

Les composés phénoliques présentent une grande diversité de structure, dont Harborne (1993) a proposé une classification en se basant sur la détermination du nombre d'atomes constitutifs et la structure du squelette de base. Ces composés peuvent être divisés en plusieurs classes (Zeghad, 2018) :

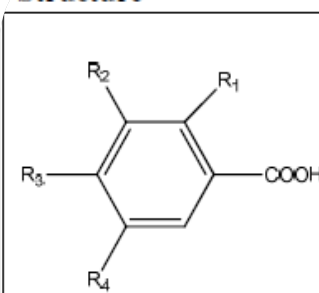
#### 2.3.1. Acides phénoliques (C6-C1 ou C6-C3)

Deux principales classes des acides phénoliques peuvent être distinguées (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006) :

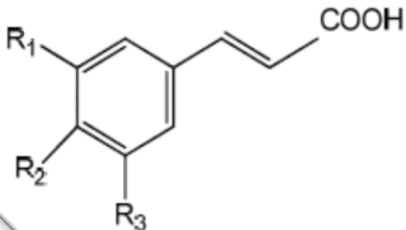
- Les dérivés de l'acide benzoïque (C6-C1).
- Les dérivés de l'acide cinnamique (C6-C3).

Les coumarines sont aussi considérées comme des composés phénoliques ayant une structure de base de type benzo-2-pyrone (C6-C3) suite à une cyclisation interne de la chaîne latérale. (Macheix et *al.*, 2005)

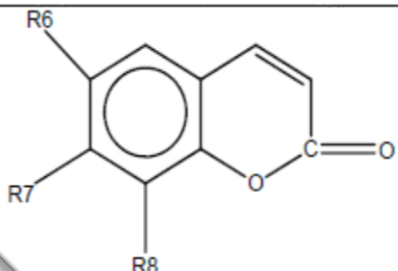
**Tableau 01** : Principaux dérivés d'acide benzoïque (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006)

Structure	R1	R2	R3	R4	Composé
	H	H	H	H	Acide benzoïque
	H	H	OH	H	Acide <i>p</i> hydroxy benzoïque
	H	OH	OH	H	Acide protocatechique
	H	OCH <sub>3</sub>	OH	H	Acide vanillique
	H	OH	OH	OH	Acide gallique
	H	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>	Acide syringique
	OH	H	H	H	Acide salicylique
	OH	H	H	OH	Acide gentisique

**Tableau 02 :** Principaux dérivés d'acide cinnamique (Sarni-Manchado et Cheynier., 2006)

Structure	R1	R2	R3	Composé
	H	H	H	Acide cinnamique
	H	OH	H	Acide <i>p</i> coumarique
	OH	OH	H	Acide caféique
	OCH <sub>3</sub>	OH	H	Acide férulique
	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>	Acide sinapique

**Tableau 03 :** Principaux dérivés de coumarines (Macheix et *al.*, 2005)

Structure	R6	R7	R8	Composé
	H	OH	H	Umbelliférol
	OH	OH	H	Aesculol
	OCH <sub>3</sub>	OH	H	Scopolétole
	OCH <sub>3</sub>	OH	OH	Fraxétole
	H	OH	OH	Daphnétole

### 2.3.2. Stilbènes (C6-C2-C6)

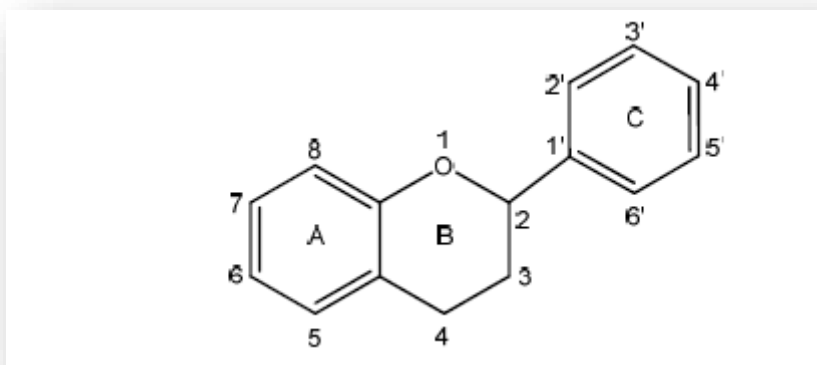
Les stilbènes présentent une structure de type C6-C2-C6 : deux cycles benzéniques reliés par un pontéthylène (Jean-Denis, 2005). Ces composés existent sous deux formes ; la forme Cis (obtenue sous action de la chaleur) et la forme Trans (forme stable et bioactive). (Mérillon et *al.*, 1997)

**Tableau 04** : Principaux dérivés de Stilbènes (Jean-Denis., 2005)

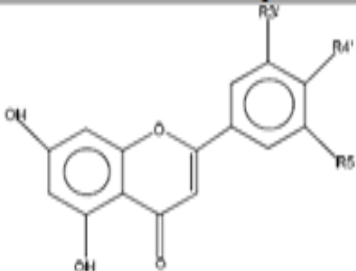
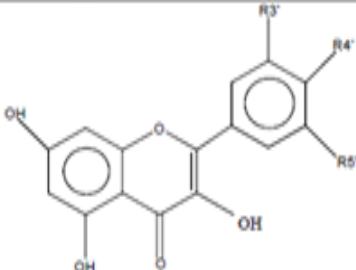
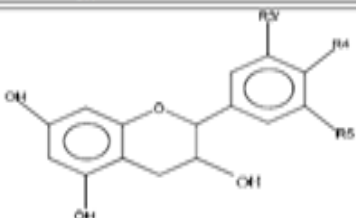
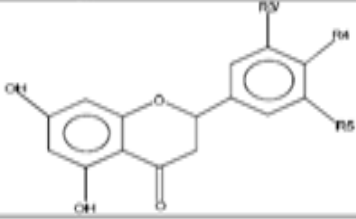
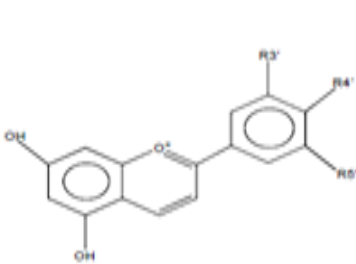
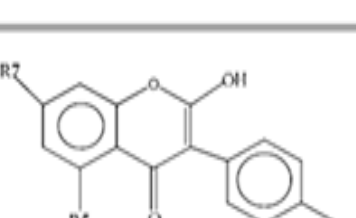
Structure	R1	R2	R3	Composé
	H	H	H	Pinosylvine
	H	H	OH	Resvératrol
	OH	H	OH	Hydroxyresvératrol
	H	OH	OH	Picéatannol
	H	OH	OCH <sub>3</sub>	Rhapontagénine

### 2.3.3. Flavonoïdes (C6-C3-C6)

Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, dont plus de 9000 structures naturelles ont été isolées et caractérisées (Harbone, 1993). Les flavonoïdes ayant tous en commun le même squelette de base à quinze atomes de carbones (C6-C3-C6) ; cycle A et cycle C (2 phényl-1-benzopyrane) reliés par un cycle pyranique central (cycle B) (figure 06).

**Figure 06** : Structure de base des flavonoïdes (Amić et *al.*, 2003)

**Tableau 05 :** Principales classes des flavonoïdes (Narayana et *al.*, 2001 ; W-Erdman et *al.*, 2007)

Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH <sub>3</sub>	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myricétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R <sub>5</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>4'</sub>	
		OH	OH	OH	Genistéine
		H	O-Glu	OH	Diadézine

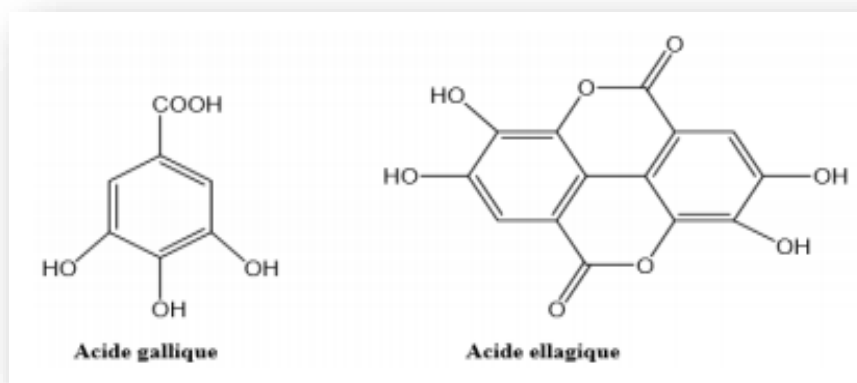
### **2.3.4. Tanins**

Les tanins sont un groupe de polyphénols, de haut poids moléculaire, généralement subdivisé en :

#### **a. Tanins hydrolysables**

Les tanins hydrolysables (THs) sont des oligo- ou poly-esters d'un sucre, en général le glucose, associés à des molécules d'acide-phénol (Mueller-Harvey et Mc Allan, 1992; Jean-Blain, 1998; Bruneton, 1999; Mueller-Harvey, 2001). Ils sont classés selon la nature de l'acide-phénol :

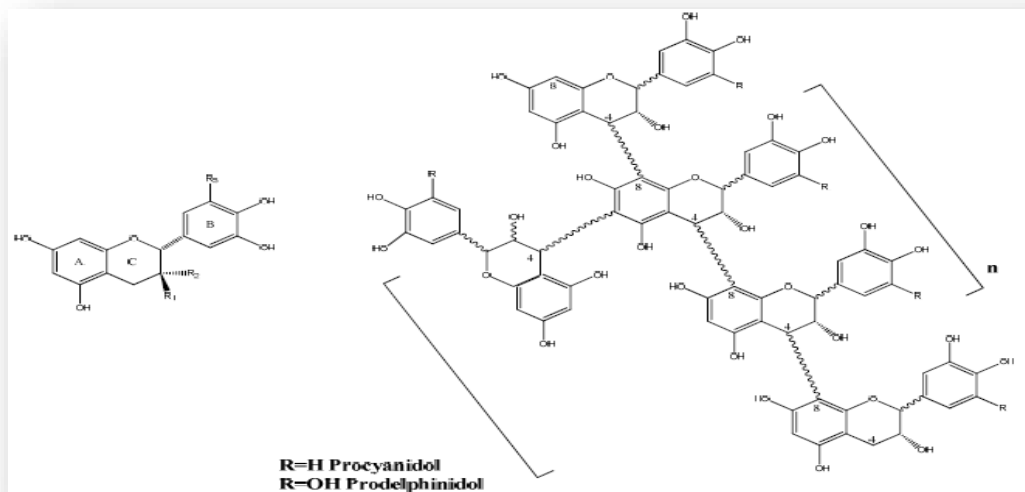
- Les tanins galliques possèdent un acide gallique (figure 07).
- Les tanins éllagiques ont un acide hexahydroxyphénique. (Hagerman, 2002)



**Figure 07 :** Structures de l'acide gallique et l'acide éllagique (Cowan, 1999)

#### **b. Tanins condensés (C6-C3-C6) n**

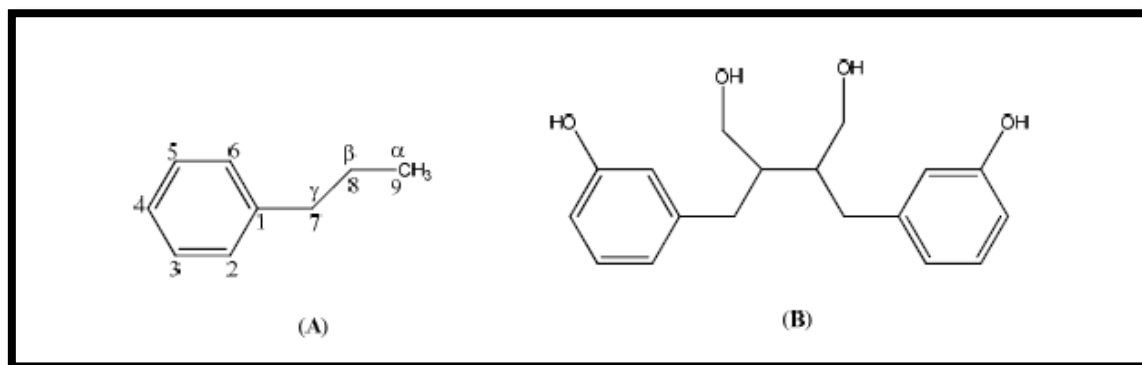
Ils ne sont pas hydrolysables et résultent d'une polymérisation de flavan-3-ols (tanins catéchiques) ou bien de flavan-3,4-diols (proanthocyanidines) liés entre eux souvent par des liaisons de type Carbone-Carbone ; C4-C8 ou bien en C4-C6 des unités adjacentes (proanthocyanidines de type B) (figure 08) mais lorsque la condensation s'effectue entre C2 et C7, dans ce cas les proanthocyanidines sont dits de type A. (Bruneton., 2009)



**Figure 08 :** Structure des tanins condensés (cas de tanins condensés à base de flavan-3-ols) (Bruneton, 2009)

### 2.3.5. Lignanes (C6-C3)<sub>2</sub> et lignines (C6-C3)<sub>n</sub>

Les lignanes répondent à une présentation structurale de type (C6-C3)<sub>2</sub>, résultant de la condensation de deux unités de phénylpropanes (C6-C3) liés par le carbone 8 (dimère de phénylpropanoïdes) (figure 09). (Sainvitu et *al.*, 2012)



**Figure 09 :** Structure chimique d'une unité de phénylpropanoïde (C6-C3) (A) et d'un lignane (B) (Sainvitu et *al.*, 2012)

La lignine est un polymère fortement ramifiée d'une structure de type (C6-C3)<sub>n</sub> formée par une polymérisation oxydative de trois alcools phénylpropéniques qui sont les alcools p-coumarique, coniférique et sinapique (Sakagami et *al.*, 2005). On peut récapituler la classification des composés phénoliques dans le tableau (06) :

### 2.3.6. Les anthraquinones

Les anthraquinones sont des composés phénoliques hétérosidiques dérivant de l'anthracène à degré d'oxydation variable (anthrone, anthranol et anthraquinone) doués de propriétés laxatives à faible dose et purgatives à dose élevée. (Sahraoui, 2015)

**Tableau 06** : Les principales classes des composés phénoliques (Crozier et *al.*, 2006)

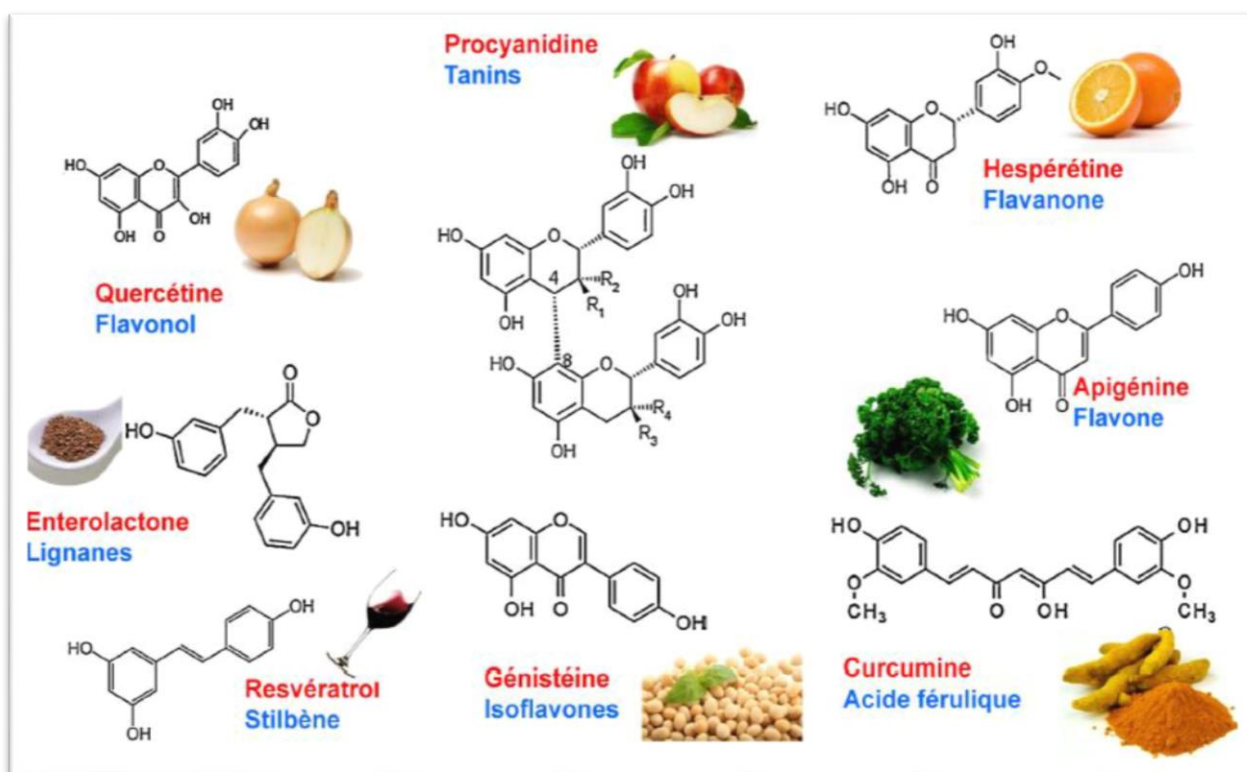
Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine (exemples)
C6	Phénols simples	Catéchol	Nombreuses espèces.
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques	p-hydroxybenzoïque	Epices, Fraise.
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acide caféïque, acide férulique	Pomme de terre, pomme.
	Coumarines	Scopolétine	Citrus.
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone	Noix.
C6-C2-C6	Stilbènes	Resvératrol	Vigne.
C6-C3-C6	Flavonoïdes <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flavonols</li> <li>▪ Anthocyanes</li> <li>▪ Flavanols</li> <li>▪ Flavanones</li> </ul>	Kaempférol, quercétine. Cyanidine, pèlargonidine. Cathéchine, épïcathéchine. Naringinine	Fruits, légumes, fleurs. Fleur, fruits rouges. Pomme, raisin. Citrus.
	Isoflavonoïdes	Daidzéine	Soja, pois.
(C6-C2) <sub>2</sub>	Lignanes	Pinorésinol	Pin.
(C6-C3)	Lignines		Bois, noyau des fruits.
(C15) n	Tanins		Raisin rouge.

## 2.4. Propriétés pharmacologiques des polyphénols

Plusieurs enquêtes épidémiologiques ont montré les effets bénéfiques de la consommation des fruits et des légumes ayant une forte concentration en composés phénoliques dans la prévention des maladies liées au stress oxydant telles que les maladies cardiovasculaires, les maladies cérébrovasculaires ou dégénératives, les maladies métaboliques, le cancer, l'ostéoporose et le vieillissement cellulaire, avec une activité antiallergique, anti-arthérogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective. (Hertog *et al.*, 1993 ; Muldoon et Kritchevsky, 1996 ; Macheix *et al.*, 2005)

## 2.5. Propriétés biologiques des polyphénols

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs divers propriétés physiologiques comme les activités antiallergique, anti-arthérogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, antimicrobienne, antivirale, antibactérienne, anti-carcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire. (Middleton *et al.*, 2000 ; Ksouri *et al.*, 2007)



**Figure 10 :** Aliments riches en polyphénols (Bennetau-Pelissero, 2014)

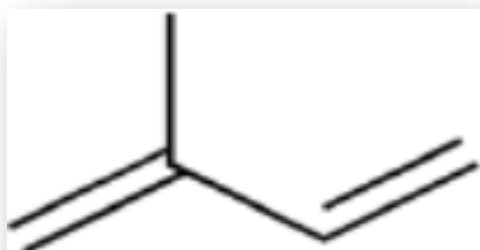


### 3. Alcaloïdes

Un alcaloïde est un composé organique naturel (le plus souvent d'origine végétale), hétérocyclique avec l'azote comme hétéroatome, de structure moléculaire complexe plus ou moins basique et doué de propriétés physiologiques prononcées même à faible dose (Zenk et Juenger, 2007), à propriétés basiques ou amers et ayant des propriétés thérapeutiques ou toxiques (Dellile, 2007). Ils ont des structures très diverses et dérivent de différents acides aminés ou de l'acide mévalonique en passant par différentes voies biosynthétiques. (Judd *et al.*, 2002)

### 4. Terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou de chaîne ouverte. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'unité isoprénique à cinq atomes de carbone ( $C_5H_8$ ) (figure 11) (Hernandez-Ochoa, 2005 ; Fillatre, 2011).



**Figure 11** : Structure de l'unité isoprène (Fillatre, 2011)

### III. Les plantes médicinales étudiées

#### 1. La chicorée (*Cichorium intibus* L.)

##### 1.1. La famille des Astéracées

La famille des Astéracées (anciennement nommées « composées ») est une importante famille de plantes dicotylédones (principalement herbacées) qui comprend près de 13000 espèces réparties en 1500 genres. Ces plantes ont la caractéristique commune d'avoir une inflorescence en capitule, c'est-à-dire une multitude de fleurs sans pédoncule regroupées sur un réceptacle et entourées de bractées florales. Ainsi, contrairement à l'opinion populaire, ce qu'on appelle une « fleur » de tournesol, de marguerite, de pissenlit, n'est en réalité pas une fleur mais un capitule de fleurs entouré de bractées blanches ou jaunes.

Les fruits sont des akènes, souvent couronnés d'une aigrette de soies appelée pappus qui favorise la dispersion des graines par le vent. (Anonyme 1)

**Tableau 07 :** Les espèces d'Astéracées les plus fréquentes dans les jardins et les fermes maraichères. (Anonyme 1)

Genre	Espèce	Nom commun
<i>Cichorium</i>	<i>endivia</i>	Chicorée (scarole et frisée)
<i>Cichorium</i>	<i>intybus</i>	Chicorée à café, chicorée Witloff (endive) et chicorées italiennes à feuilles rouges ou panachées (de Chioggia, de Vérone, de Trévise ou radicchio et Variegato di Castelfranco), chicorée « Pain de sucre »
<i>Cynara</i>	<i>cardunculus</i>	Cardon
<i>Cynara</i>	<i>scolymus</i>	Artichaut
<i>Helianthus</i>	<i>annuus</i>	Tournesol
<i>Helianthus</i>	<i>tuberosus</i>	Topinambour
<i>Lactuca</i>	<i>sativa</i>	Laitue
<i>Tragopogon</i>	<i>porrifolius</i>	Salsifis
<i>Scorzonera</i>	<i>hispanica</i>	Scorsonère

## **1.2 Etymologie et caractéristiques de la famille Astéraceae**

Le mot « Aster » du grec signifie étoile, en relation avec la forme de la fleur (Harkati, 2011 et Mezache, 2010). Les Astéracées (Asteraceae) sont une grande famille de plantes dicotylédones, appelées aussi Composées (Compositae) ou, plus rarement des Composacées.

En effet, ce que l'on prend à première vue pour des « fleurs » chez ces plantes est en réalité composé de fleurs minuscules, réunies en inflorescences appelées capitules.

La famille des Astéracées est une importante famille qui comprend près de 23000 espèces (Barreda et al., 2015) réparties en 1500 genres décrites dont 750 endémiques. (Harkati, 2011) Bien que tous les types biologiques se retrouvent chez les composées : arbres, lianes, arbustes, plantes succulentes, épiphytes, plantes aquatiques, etc. la plupart des espèces sont surtout des plantes herbacées vivaces ou annuelles. (Bremer et al., 1994)

## **1.3. Le genre *Cichorium***

*Cichorium* fait partie de la famille des Asteraceae (ou Composées), ce genre regroupe une dizaine d'espèces. On distingue couramment en Europe trois espèces diploïdes : *Cichorium endivia* L, *Cichorium intybus* L. et *Cichorium spinosum* L. Les deux premières espèces sont particulièrement intéressantes pour leurs caractères agronomiques.

Le genre *Cichorium*, regroupe six espèces réparties autour du globe, En Europe, trois d'entre elle sont présentes : *Cichorium spinosum* L, *Cichorium endivia*, L et *Cichorium intybus* L, cette dernière est de type vivace lorsqu'elle pousse dans les prés, les champs incultes ou encore au bord des chemins. (Kiers, 2000)

Les 6 espèces de *Chicorium* sont : *intybus* L, *endivia* L, *pumilum* Jacq, *calvum* Sch .Bip.Ex Asch, *spinosum* L, *bottae deflers*. A l'état sauvage, de *C. intybus*, *C.spinosum* et *C. bottae* sont des espèces pérennes, les 3 autres sont annuelles .les espèces *spinosum*, *endivia* et *intybus* sont présentes en Europe. Elles possèdent un mode pollinisation entomophile. *C. endivia* est préférentiellement autogame alors que les deux autres sont allogames. (Eenink, 1981 ; Gonthier et al., 2013)

#### **1.4. Description botanique de l'espèce *Cichorium intybus***

La chicorée est une plante herbacée à racine pivotante, la chicorée sauvage est originaire d'Europe, d'Afrique du Nord et d'Asie. Mesurant de 40 cm à 1 m, cette plante présente des feuilles basales, intermédiaires et supérieures de forme allongée sur une tige anguleuse.

Les fleurs de la chicorée se présentent en capitules et sont héliotropes, elles passent du bleu au bleu pâle et au rose en fonction des heures de la journée. De même, elles s'ouvrent sous le soleil et se ferment par temps couvert ou la nuit, ce qui revêt toute son importance pour la cueillette à des fins médicinales.

A l'état sauvage, la chicorée pousse facilement dans les prairies, les fossés ainsi qu'aux bords des champs. (Anonyme 2)

C'est une plante bisannuelle, avec besoin de vernalisation, cultivée de manière annuelle pour éviter les montaisons qui réduisent les rendements en racines et en inuline. La floraison s'étale sur environ deux mois et est globalement indéterminée mais chaque ramification à une croissance déterminée. (Rabau et *al.*, 1987)



(a)

(b)

**Figure 12 :** Partie aérienne (a) et racine (b) de *Cichorium intybus* (Anonyme 3)



**Figure 13** : Fleur de *Cichorium intybus* (Anonyme 4)

### **1.5. Classification**

Nom commun : chicorée sauvage.

Synonyme(s) du nom commun : chicorée amère, chicorée intybe, barbe de capucin. (Anonyme 5).

**Tableau 08** : Classification APG III (2009) de l'espèce *Cichorium intybus* (Bremer et al., 2009)

Règne	Plantae
Clade	Angiospermes
Clade	Dicotylédones vraies
Clade	Astéridées
Clade	Campanulidées
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Cichorium</i>
Nom binominal	<i>Cichorium intybus</i>

### **1.6. Répartition géographique**

*Cichorium intybus L.* (chicorée) est une plante méditerranéenne appartenant à la famille des Astéracées, les Cichorieae comprend environ une centaine de genres, des centaines d'espèces dont certains genres sont utilisés en salade. (Hazra et *al.*, 2002)

Cette espèce est largement cultivée dans les régions tempérées du monde, y compris l'Afrique du Sud mais a ses origines en Europe, en Russie centrale, en Asie occidentale, et qu'on trouve également en Égypte et en Amérique du Nord. (Koch et *al.*, 1990)

### **1.7. Utilisation de l'espèce en phytothérapie**

Cela fait 4 000 ans que la chicorée est utilisée comme plante médicinale, bien avant qu'on ne la consomme comme succédané de café. A la fois tonique, dépurative et légèrement laxative, elle aide notamment à combattre les troubles gastriques et autres indigestions. Elle a également une action positive sur le système biliaire, tout comme des propriétés prébiotiques au niveau de l'intestin. Enfin, l'un des composants de sa racine, l'inuline, intéresse particulièrement les chercheurs. (Anonyme 2)

La chicorée est une plante d'importance médicinale qui appartient à la famille des astéracées. Toutes les parties de cette plante sont utiles sur le plan pharmacologique en raison de la présence d'un certain nombre de composés importants en médecine, tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, l'inuline, les dérivés de l'acide caféique, les lactones sesquiterpéniques, les stéroïdes, les terpénoïdes, les composés volatils, les coumarines et les vitamines (Abbas et *al.*, 2015). Elle possède des antioxydantes (Kaur et *al.*, 2016), propriétés antibactériennes (Faiku et *al.*, 2016), anti-inflammatoires (Minaiyan et *al.*, 2012), antidiabétiques (Nishimura et *al.*, 2015) ainsi que d'autres effets pharmacologiques et thérapeutiques.

**Tableaux 09** : Utilisations médicinales traditionnelles de *Cichorium intybus* d'après (Street et al., 2013 )

Pays	Utilisation traditionnelle	Partie de la plante	Préparation
<b>Aphranistan</b>	Paludisme	Racine	Extraction aqueuse
<b>Bosnie – herzégovine</b>	Diarrhée, renforcement de la prostate et d'autres organes reproducteurs, cancer pulmonaire, veisalgie et purification des voies biliaires	Parties aérienne	décoction
	Troubles du foie, spasmolytique, cholestérol, antiseptique	Parties aérienne	décoction
<b>Inde</b>	Diabète	Plante entière	Non renseigné
	Jaunisse, hypertrophie du foie, goutte , et rhumatismes	Racine	décoction
	Soulagement de la toux	Non renseigné	
<b>Bulgarie</b>	Stimulation cholagogue pour la sécrétion gastrique, hypoglycémique	Racine, parties aériennes	décoction

	Trouble du foie	Graine	décoction
<b>Italie</b>	Purification du sang, artériosclérose, anti arthrite, anti arthrite, antispasmodique, digestive	Feuille, racine	décoction
	Dépurative	Verticilles	décoction
	Cholérétique, hépato protecteur, contre la jaunisse, laxatif doux, hypoglycémique	Feuilles	Décoction, feuilles fraîches écrasées
<b>Iran</b>	Digestive, stomachique, dépuratif cholérétique, laxatif, hypotension tonique et anti pyrétique	Plante entière	Non renseigné
	Purification du sang	Feuilles	décoction
	Hypertension	Feuilles	décoction
<b>Jordanie</b>	Hémorragie interne sédatif pour la thyroïde	Plante entière	Cuisiné



### **1.8. Les principes actifs majeurs**

Cette plante est une plante médicinale utilisée dans le traitement de la jaunisse, de l'insuffisance hépatique, de la fièvre intermittente et des maladies de la peau. La plante présente des activités antibactériennes, antipyrétiques, antidiabétiques, antihépatotoxiques, antioxydantes, anti-inflammatoires, anticancéreuses et antipaludiques. (Najib et *al.*, 2014 ; Rahman et *al.*, 2008 )

Des études récentes ont révélé certains des constituants importants tels que les dérivés de l'acide caféique, les esters de l'acide phénylacétique, les fructooligosaccharides, les flavonoïdes, les coumarines, le polyphénol, les cichoriosides, le sonchuside magnolialide, les eudesmanolides, les amidons. (El-Lakany et *al.*, 2004 ; Hussain et *al.*, 2011 ; Kumari, Ali et Aeri 2012 ; Kirillov et *al.*, 2017 ; Lulu et *al.*, 2016 ).

On retrouve chez la chicorée sauvage quatre acides hydroxycinnamiques majeurs : les acides caftarique, chicorique, chlorogénique et isochlorogénique, (Heiùler et *al.*, 2007). L'acide chicorique est le composé le plus abondant en général, il représente chez certaines variétés jusqu'à 75% de la quantité totale en composés phénoliques dans les feuilles (*C.ntybus* var *foliosum* 'Witloof'). (Innocenti et *al.*, 2005)

## **2. *Bunium* sp.**

### **2.1. La famille des Apiaceae**

Cette vaste famille des plantes a été créée par Antoine Laurent de Jussieu en 1789 sous le nom d'Umbelliferae en relation avec la structure en ombelles des inflorescences, puis nommée Apiacées par John Lindley en 1836 (Boldi, 2014). Elle appartient à la classe des Dicotylédones, cette famille renferme 3000-3700 espèces regroupées en 300-450 genres, (Constance, 1971 ; Pimenov et Kljuykov, 1987 ; Stephen et *al.*, 2000) s'étendent sur différentes parties du globe mais surtout dans les régions tempérées, et relativement rare en zone tropicale. (Heywood et *al.*, 1996)

Les Apiaceae sont des plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, parfois arbustives.

- Les feuilles : sont alternes, composées, rarement simples. Souvent, les pétioles sont élargis à leur base, engainant la tige. La tige est souvent creuse.
- Les fleurs : sont réunies en ombelles simples ou composées, munies de bractées appelées involucrelles à la base. Elles comptent 5 pétales et 5 étamines et un ovaire à deux loges.
- Les fruits : sont formés de 2 méricarpes accolés à un axe central (chaque méricarpe présente deux faces : commissurale (plane) et dorsale (convexe)). (Coste et Flahault, 1998)

Dans la flore Algérienne on peut inventorier 55 genres incluant de nombreuses espèces (Quezel et Santa 1963).

### **2.2. Description botanique du genre *Bunium***

Le genre *Bunium* regroupe des plantes médicinales aromatiques appartenant à la famille Apiaceae. Il est constitué de sept espèces de la flore algérienne dont quatre sont endémiques (Quezel et Santa, 1963). Ce sont des plantes vivaces de 40 à 60 cm caractérisées par :

- Une racine tuberculeuse grosse comme une noix, arrondie, noirâtre en dehors, très blanc en dedans, profondément enfoui dans la terre.
- Une tige dressée, raide, sillonnée-anguleuse au sommet, striée et à rameaux dressés.
- Des feuilles 2 à 3 ailées, à lanières linéaires, et partagés en découpures étroites et linéaires.
- Ombelles à 7-14 rayons inégaux, les fructifères rigides, épais, divariqués-ascendants.
- Calice à dents courtes et raides.

-Fruit linéaire-cylindrique, à méricarpes non contigus, à côtes carénées, aiguës.

-Des fleurs blanches (la floraison est en Mai-join-juillet).

(Delamarck et Decandolle, 1805 ; Chevalier, 1827)



**Figure 14** : Partie aérienne et racine du *Bunium* (Chentouh et *al.*, 2018)



(a)

(b)

**Figure 15** : (a) Plante *Bunium* (Lariushin, 2012) et (b) graine du *Bunium* (Mandegari et *al.*, 2012)

### 2.3. Classification botanique

**Tableau 10 :** Classification botanique du *Bunium sp* selon Cronquist (1981)

<b>Règne :</b>	Plantae
<b>Sous règne :</b>	Tracheobionta
<b>Division :</b>	Magnoliophyta
<b>Classe :</b>	Magnoliopsida
<b>Sous-classe :</b>	Dilleniidae
<b>Ordre :</b>	Apiales
<b>Famille :</b>	Apiaceae
<b>Genre :</b>	<i>Bunium</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Bunium sp</i>

### 2.4. Répartition géographique

Le genre *Bunium* compte environ 50 espèces, est réparti en Asie, en Europe et en Afrique du Nord. (Degtjareva et *al.*, 2009)

En Algérie, cette plante est très rependue dans l'est surtout dans la région d'Oum El Bouaghi (Chentouh et *al.*, 2018) et représentée par 7 espèces sont respectivement (Quezel et Santa *al.*, 1963) :

-*Bunium incrassatum* (Boiss.) Batt. et Trab.

-*Bunium fontanesii* (Pers.) Maire.

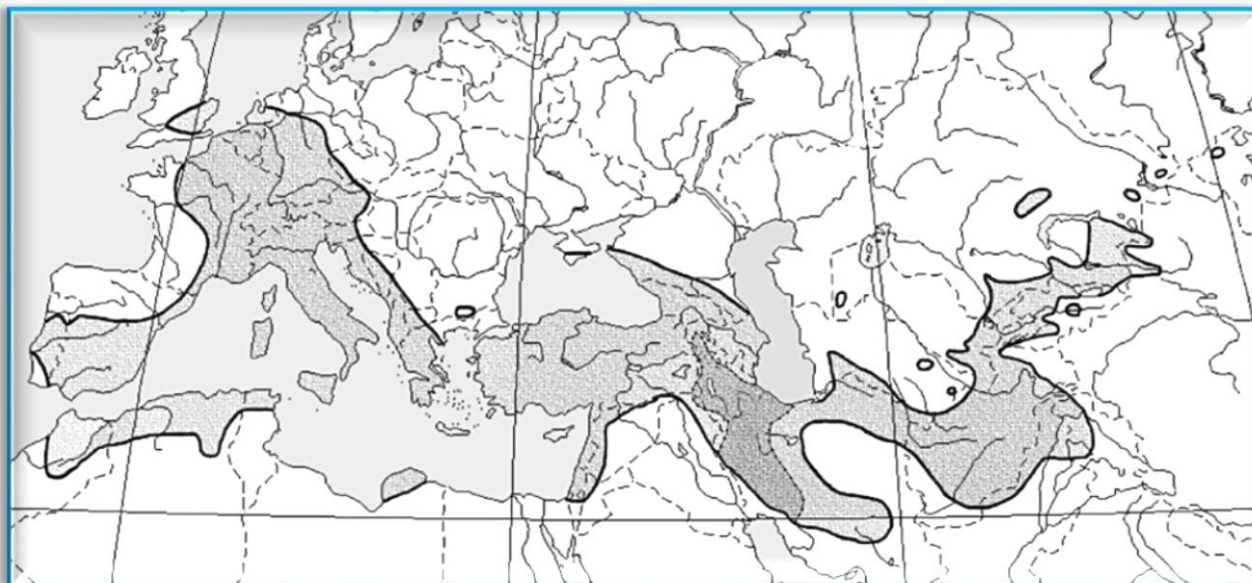
-*Bunium chaberti* Batt.

- *Bunium elatum* Batt.

-*Bunium crassifolium* Batt.

-*Bunium macuca* Boiss.

-*Bunium alpinum* Waldst et Kit.



**Figure 16 :** Distribution du genre *Bunium*. La zone de coexistence des espèces monocotylédones et dicotylédones est la plus sombre (Degtjareva et *al.*, 2009)

### **2.5. Usage traditionnel et courant**

Les plantes du genre *Bunium* évoque pour certains une source alimentaire remarquable mais pour d'autre, un symbole de misère qui rappelle la famine des années de disette en particulier durant la deuxième guerre mondiale et la période de révolution nationale. De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique dans le traitement du goitre et le dysfonctionnement de la thyroïde (Boumediou et Addoun, 2017).

Les racines de cette plante sont très nutritives et se mangent généralement comme des pommes de terre. Il existe quelques préparations au cas où il est utilisé comme astringent et diarrhéique pour ses vertus. Dans le système indigène de médicaments, les tubercules séchés et en poudre sont considérés comme astringents et anti diarrhéiques et s'avèrent utiles contre les hémorroïdes inflammatoires. De plus, cette plante est utilisée pour le traitement de la bronchite et de la toux. (Bousetla et *al.*, 2011)

Dans l'est algérien, elle est utilisée dans le but d'augmenter le poids et la sécrétion lactière de quelques animaux d'élevage. (Chentouh et *al.*, 2018)

Par ailleurs certaines espèces est connus pour leurs propriétés thérapeutiques comme il est indiqué dans le tableau (11) :

**Tableau 11** : Usages médicinales de certaines espèces du genre *Bunium* L.

Espèce	Usage médicinale
<i>Bunium persicum</i> (Boiss). B. Fedtsch	Carminative, antispasmodique (Mandegarya et al., 2012).  Antiépileptique, stimulant  diarrhée, dyspepsie (Shahsavari, 2008).  Anti-convulsion, anthelminthique, antiasthmatique, anti-dyspnée (Salehi et al., 2008).
<i>Bunium paucifolium</i> DC. Var.	Inflammations urinaires (Cakilcioglu, 2011).
<i>Bunium incrassatum</i> (Boiss.) Batt. et Trab	Astringent, diarrhée, (Bousetla et al., 2011)  Inflammations hémorroïdales, bronchite.

## **2.6. Les principes actifs majeurs**

L'étude de la composition chimique du genre *Bunium* L. a permis de mettre en évidence la présence de coumarines, de Beta-Sitostérol, de saccharose et d'acideoléique (Bousetla et al., 2011) et la présence de certains composés bioactifs (saccharose, acide oléique, scopolétine, scoparone et  $\beta$  sitostérol. (Chentouh et al., 2015)

D'autres études considèrent ce genre comme une bonne source de coumarines en plus de la scopolétine et la scoparone. (Bousetla et al., 2011) comme le présente le tableau (12) ci-dessous avec d'autres données phytochimiques :

**Tableau 12 :** Investiguassions phytochimiques menées sur le genre *Bunium* L. (Lefahal, 2014)

Type de composés	Espèce	Références
<b>Les coumarines</b>	<i>Bunium incrassatum</i>	Bousetla et al., (2011).
Scopoletine, Scoparone 5-Methoxy-6-geranyloxymellein Cis-2-Acetoxy-5-methoxy-6geranyloxymelleine	<i>Bunium paucifolium</i>	Appendino et al., (1994).
<b>Les sesquiterpènes</b>	<i>Bunium paucifolium</i>	Appendino et al., (1991).
Desacylmethylhallerine, Methylhallerine		
<b>Les huiles essentielles</b>	<i>Bunium persicum</i>	Shahsavari et al., (2008).
Caryophyllene, $\gamma$ -terpinene, p-cymene $\beta$ -pinene, cuminylacetate <sup>150</sup> , cuminaldehyde, pinocarvyl acetate, $\alpha$ -elemene, $\beta$ -elemene, $\gamma$ -elemene, $\beta$ - selinene, Elemol.	<i>Bunium cylindricum</i>	Agarwal, (1974).

## **IV. Les activités biologiques des plantes médicinales**

### **1. Activité antioxydante**

En condition physiologique, l'oxygène moléculaire est un élément crucial pour la vie des organismes aérobiques, toutefois il peut former des espèces partiellement réduites et fortement toxiques appelées les radicaux libres ou encore les espèces oxygénées réactives (EOR) (ou ROS, pour reactive oxygen species) et les espèces réactives de l'azote (ERN). (Halliwell, 1994)

Les EOR deviennent néfastes et toxiques pour l'organisme à des doses excessives. Cette surproduction des EOR au-delà des capacités antioxydantes des systèmes biologiques donne lieu au stress oxydant qui est impliqué dans l'apparition de plusieurs maladies allant de l'artériosclérose au cancer tout en passant par les maladies inflammatoires, les ischémies et le processus du vieillissement. (Koechlin-Ramonatxo, 2006)

#### **1.1. Radicaux libres**

Le terme « radicaux libres » est défini comme les espèces moléculaires réactives qui contiennent des électrons non appariés dans leur orbitale la plus externe (Halliwell, 2009). Cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (Martinez-Cayela, 1995). Ces radicaux libres, en général, très actifs. Ils déclenchent des réactions en chaîne capables d'endommager les différents constituants de l'organisme. (Sahnoun et *al.*, 1997)

Parmi les espèces radicalaires les plus intéressantes se trouvent les espèces réactives de l'oxygène (ERO) qui sont des radicaux libres qui dérivent de la molécule d'oxygène, par addition d'un électron.



Les principales espèces réactives de l'oxygène sont :

- Le radical superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ).
- Le radical hydroxyle ( $\cdot OH$ ).
- Le monoxyde d'azote ( $NO^{\cdot}$ ).

Et aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tels que :

- Le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ).
- Le peroxy-nitrite ( $ONOO^-$ ). (Gutteridge, 1993 ; Borg et Reeber, 2004)

## **1.2. Antioxydant**

Un antioxydant est défini comme une substance qui, ajoutée à faible dose à un produit naturellement oxydable à l'air, est capable de ralentir ou d'inhiber le phénomène d'oxydation. Cette définition peut être élargie et le terme "antioxydant" englobe ainsi toutes les substances qui protègent les systèmes biologiques contre les effets délétères potentiels des processus ou réactions qui engendrent une oxydation excessive. (Shimizu, 2004)

### **1.2.1 Mode d'action**

Ils agissent en formant des produits finis non radicalaires, d'autres en interrompant la réaction en chaîne de peroxydation, en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puisse réagir avec un nouvel acide gras, tandis que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singlet pour la transformer en chaleur. En même temps, les antioxydants arrêtent la réaction, la plupart du temps parce que la structure des antioxydants est relativement stable. (Haton, 2005)

### **1.2.2. Classification**

#### **a. Antioxydant d'origine endogène**

Les défenses antioxydantes de notre organisme peuvent se diviser en systèmes enzymatiques et systèmes non enzymatiques. (Goudable et Favier, 1997)

##### **❖ Systèmes enzymatiques**

Selon Lehucher-Michel *et al.*, (2001), il s'agit principalement de trois enzymes :

- Le superoxyde dismutase (SOD).
- La catalase (CAT).
- La glutathion peroxydase (GPx).

##### **❖ Systèmes non enzymatiques**

Il regroupe de nombreuses substances endogènes parmi lesquelles le glutathion, l'acide urique, la bilirubine, les hormones sexuelles (oestrogènes), la mélanine, la mélatonine, l'acide lipoïque et le coenzyme Q. (Favier, 2003 ; Durand et Beaudoux, 2011)

#### **b. Antioxydants d'origine exogène**

Ils sont apportés par l'alimentation, y compris les plantes qui constituent des sources très importantes d'antioxydants. Les antioxydants naturels dont l'efficacité est la plus reconnue aussi bien dans l'industrie agroalimentaire que pour la santé humaine sont : les tocophérols, les caroténoïdes et les polyphénols. (Bouhadjra, 2011)

De nombreux polyphénols sont des antioxydants naturels disponibles : vitamine E, flavonoïdes et flavones, caroténoïdes et vitamine C (les agrumes, les fruits rouges, les pommes). (Marc *et al.*, 2004)

## **2. Activité antibactérienne**

### **1.3.Agent bactérien**

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classés parmi les procaryotes, car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Ce caractère les distingue des autres organismes unicellulaires classés parmi les eucaryotes (champignons, algues, protozoaires).elles sont divisées en bactéries proprement dites (Bacteria) et bactéries primitives (Archaea). Toutes les bactéries rencontrées en pathologie appartiennent aux Bacteria. (Boudjouref, 2011)

### **2.2 Agent antibactérien**

Le terme "agent antimicrobien" désigne toute substance utilisée pour détruire les micro-organismes ou empêcher leur croissance, y compris, agents antibactériens. Les agents antimicrobiens sont utilisés depuis des décennies pour traiter les maladies transmissibles et prévenir les infections. Le mode d'action de ces agents sur les bactéries, peuvent être : Bactériostatique, lorsque la substance inhibe la multiplication des bactéries ou bactéricides : lorsque la substance détruit totalement les bactéries.

Les recherches actuelles sur les molécules antimicrobiennes d'origine naturelle se concentrent principalement sur les plantes, car ils peuvent être achetés plus facilement et seront sélectionnés sur la base de leur utilisation en médecine traditionnelle. (Yano et *al.*, 2006)

#### **2.2.1 Mode d'action des extraits des plantes contre les bactéries**

Les extraits des plantes possèdent plusieurs modes d'action sur les différentes souches bactériennes, elles sont efficaces contre un large spectre de microorganisme pathogène et non pathogène mais d'une manière générale leur action se déroule en trois phase : (Dorman, 2000)

- ✓ Attaque de la paroi bactérienne par l'extrait végétal, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- ✓ Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- ✓ Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

### **3. Utilisation des rats en recherche scientifique**

Le rat et la souris représentent à eux deux plus de 90% des mammifères utilisés dans la recherche biomédicale, et par ordre d'importance le rat se place en deuxième position juste derrière la souris.

L'importance du rat en recherche biomédicale est due à plusieurs qualités intéressantes que l'on retrouve également chez la souris : faible durée de vie, grande prolificité associée à une courte durée de gestation, grande diversité génétique des souches, faible coût d'achat et d'entretien.

La faible durée de vie permet des études de toxicité aiguë ou chronique à long terme pendant la durée de vie d'un animal, ou même de plusieurs générations, sur une période de quelques années seulement.

Toutefois, comme le rat a un gabarit plus important que celui de la souris, puisqu'il est huit à dix fois plus gros, sa taille facilite un grand nombre de procédures et par exemple les prélèvements sanguins qui permettent le recueil de quantités plus conséquentes.

(Hrapkiewicz *et al.*, 1998 ; Laroche et Rousselet, 1990 ; Mutai, 2000 ; Wolfensohn et Lloyd, 1998).

# *Chapitre 2*

## *Matériel et méthodes*

## I. Matériels utilisés

### 1. Matériel végétal

Notre matériel végétal est constitué des parties aériennes (tiges, feuilles et fleurs) de la chicorée (*Cichorium intybus*) et des racines du *Bunium sp* sèches qui ont été achetées à partir d'un herboriste à Ferdjioua de la Wilaya de Mila de l'est algérien au mois de Février 2019 et identifiées selon la flore de Quezel et Santa (1963).



**Photo 01 :** Racines de *Bunium sp* (a) et partie aérienne de *Cichorium intybus* (b)

### 2. Matériel animal

Notre étude a été réalisée sur 25 rats albinos adultes de souche *Wistar* pesant entre 150 et 250g. Les animaux sont issus par élevage au niveau de l'animalerie de l'Université des frères Mentouri de Constantine 1. Les rats sont maintenus dans les conditions standards et ont libre accès à l'eau et à la nourriture. Les rats sont répartis en 5 lots expérimentaux à raison de 5 rats par lot.



**Photo 02 :** Un lot des rats

### **3. Matériel microbien**

Des colonies de bactéries *Escherichia coli* ATCC 387 (American type culture collection) (Gram<sup>-</sup>) fournies par le laboratoire d'analyses de l'hôpital d'Abderrezak Bouhara à Wilaya de Skikda ont été utilisées.



**Photo 03 :** Colonies bactériennes d'*E.coli* G<sup>-</sup>

### **4. Appareillage**

Broyeur électrique, balance à précise, agitateur magnétique, plaque chauffante, évaporateur rotatif, spectrophotomètre, autoclave, bain marie, incubateur.

### **5. Produits chimiques et réactifs**

Eau distillée, Méthanol, éther de pétrole, GN, gélose M-H, eau physiologique, Acide ascorbique, DPPH, chloroforme, magnésium, HCl, gélatine aqueuse 1%, gélatine aqueuse 1%, KOH.

### **6. Autres**

Anse de platine, pincettes, portoirs, pipettes, pipettes Pasteur, tubes sec, tubes à essai stériles, boîtes de Pétri, Bicher, Fioles jaugées, ampoules à décanter, cuves en quartz, sonde, matériel de dissection, seringues.

## **II. Méthodes**

### **Première partie : Etude phytochimique**

#### **1. Criblage « Screening » phytochimique**

Le screening phytochimique est un ensemble des méthodes et techniques de préparation et l'analyse des substances organiques naturelles de la plante.

Ces techniques permettent de détecter, dans la plante, la présence des produits appartenant à des classes de composés ordinairement physiologiquement actifs.

Les tests de caractérisation sont basés en partie sur l'analyse qualitative, soit sur la formation de complexes insolubles en utilisant les réactions de précipitation, soit sur la formation de complexes colorés, en utilisant des réactions de coloration. (Badiaga, 2011)

Le criblage phytochimique est une analyse qualitative basée sur des réactions de colorations et / ou de précipitations par des réactifs spécifiques. C'est l'un des outils indispensables qui permet de déceler la présence des différents groupes des phytocomposés dans une plante donnée. C'est ainsi que ces plantes investiguées sont passées au screening phytochimique en se référant aux techniques décrites dans les travaux de Bruneton (2009).

#### **1.1. Préparation des extraits**

Toutes les réactions de détection ont été effectuées à partir de la poudre de la partie aérienne pour la chicorée et de la racine pour la châtaigne de terre. Différents extraits sont utilisés pour les tests de détection des diverses substances. Nous avons réalisé 3 répétitions de chaque extrait (A et B) chez les deux plantes étudiées.

##### **1.1.1. Extrait méthanolique (Extrait A)**

On mélange 15 g de poudre du végétal avec 200 ml extrait hydro-alcooliques (8:2) dans un flacon, on laisse le mélange macérer 24 h, puis on le filtre, ainsi on obtient la solution méthanolique. (Gerbino, 2006)



### **1.1.2. Extrait chloroformique (Extrait B)**

On met en suspension 05g de poudre du végétal dans 100 ml de chloroforme. La suspension est laissée macérer pendant une nuit (24 h), puis on filtre après agitation. Le filtrat constitue la solution Chloroformique. (Gerbino, 2006)



(a)



(b)

**Photo 04** : Filtration des macérâts : (a) *Bunium* sp et (b) *Cichorium intybus*

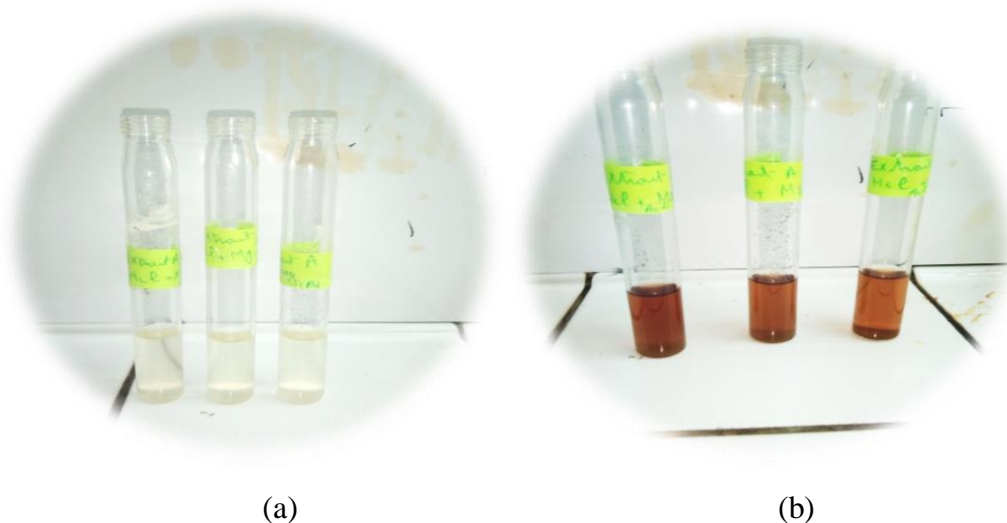
### **1.2. Criblage des Flavonoïdes**

Le Criblage des flavonoïdes se réalise à partir de l'extrait hydro-méthanolique. Trois tubes sont nécessaires :

#### **Test de Wilstater**

On ajoute 0,5 ml de HCl pure et quatre tournures de magnésium dans 05 ml d'extrait A. Après 10 min, on note le changement de coloration.

Le virage au rouge révèle la présence de flavones ; au rouge pourpre, celle des flavonols et au rouge violacé, celle des flavonones et des flavonols, se développe après 3 min. (Bruneton, 1993)



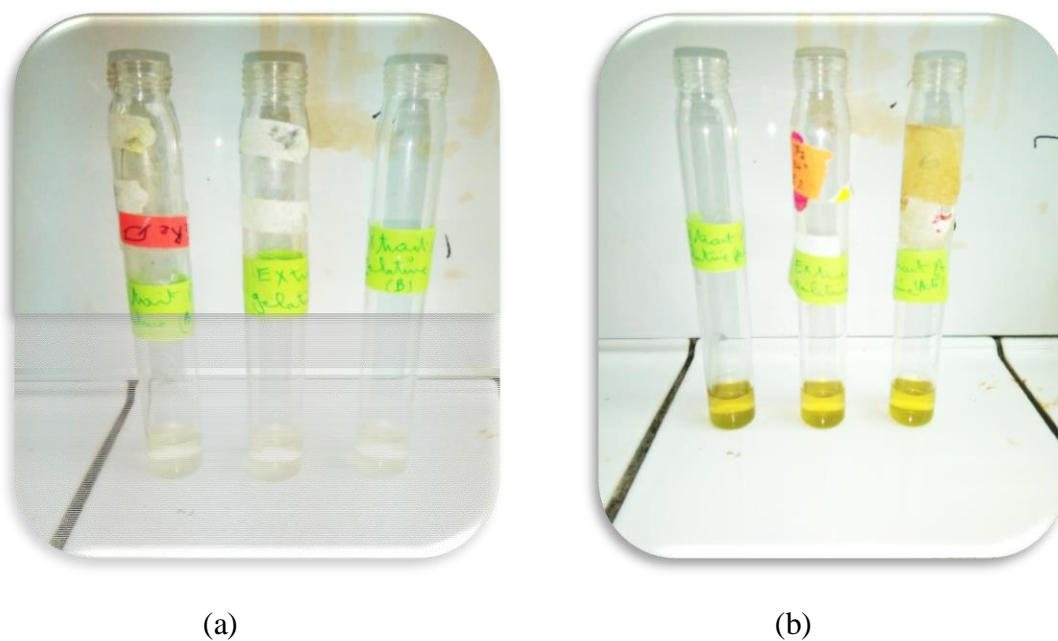
**Photo 05 :** Criblage de flavonoïdes : (a) *Bunium sp* et (b) *Cichorium intybus*

### 1.3. Criblage des Tanins

On réalise le criblage des tanins à partir de l'extrait A. Les tanins se précipitent de leurs solutions aqueuses par la gélatine.

On utilise l'extrait A pour le test suivant :

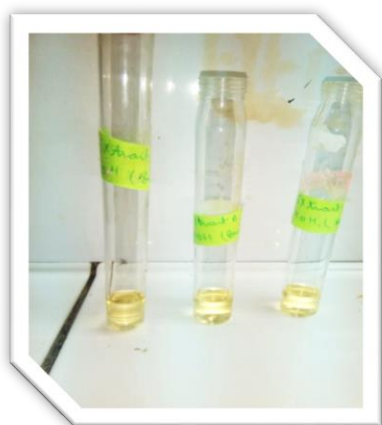
L'apparition de précipité dans le tube contenant 2.5 ml d'extrait A, après ajout de quatre à cinq gouttes de gélatine aqueuse 1%, traduit la présence de tanins. (Debray et *al.*, 1971)



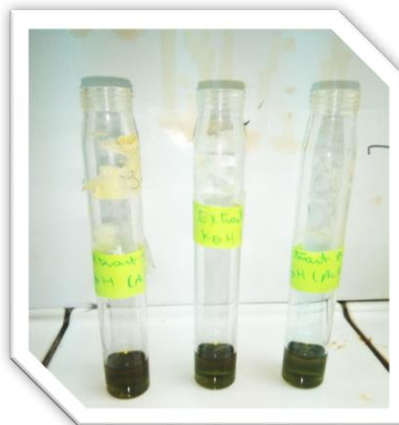
**Photo 06 :** Criblage des Tanins : (a) *Bunium sp* et (b) *Cichorium intybus*

### 1.4. Criblage des anthraquinones

On réalise le criblage des anthraquinones à partir de l'extrait B en ajoutant 1g de KOH aqueuse concentré 10%. La présence des anthraquinones est confirmée par un virage de la phase aqueuse au rouge après l'agitation. (Rizk, 1982)



(a)



(b)

**Photo 07 :** Criblage des anthraquinones : (a) *Bunium sp* et (b) *Cichorium intybus*

## 2. Extraction

Le protocole suivi dans l'extraction est le même pour les deux plantes étudiées et il est décrit par Merghem et *al* (1995).

### 2.1. Préparation

Notre matériel végétal est constitué de :

1. La partie aérienne (tiges, feuilles, fleurs) de *Cichorium intybus*.
2. Les racines de *Bunium sp.*

- On lave bien les deux parties concernées puis on les laisse sécher à l'ombre, à température ambiante, à l'abri des poussières et dans un endroit aéré pendant une période suffisante.

- Ensuite, on réalise un broyage électrique jusqu'à l'obtention du broyat (une poudre fine). Ce dernier on le conserve dans un endroit sec et à l'obscurité jusqu'à son utilisation.



(a)

(b)

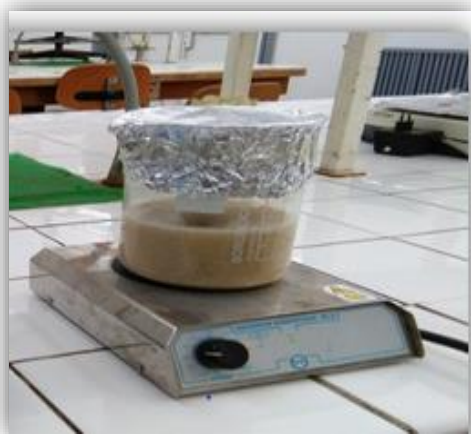
**Photo 08 :** Broyats (a) et (b) du *Bunium sp* et du *Cichorium intybus*

### 2.2. Macération

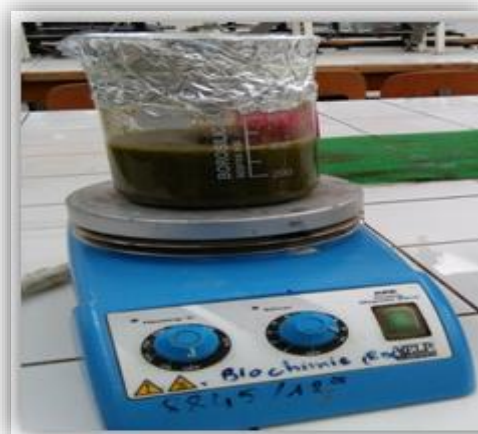
Elle sert à extraire les composés polaires de la plante tels que les composés phénoliques :

-On pèse de 100 g du broyat à l'aide d'une balance à précision.

-On effectue une extraction par une macération du broyat par un mélange (méthanol/eau) (70/30 : v/v) pendant 72 h (3 jours) avec un renouvellement du solvant chaque 24 h et sous l'effet d'une agitation par un agitateur magnétique.



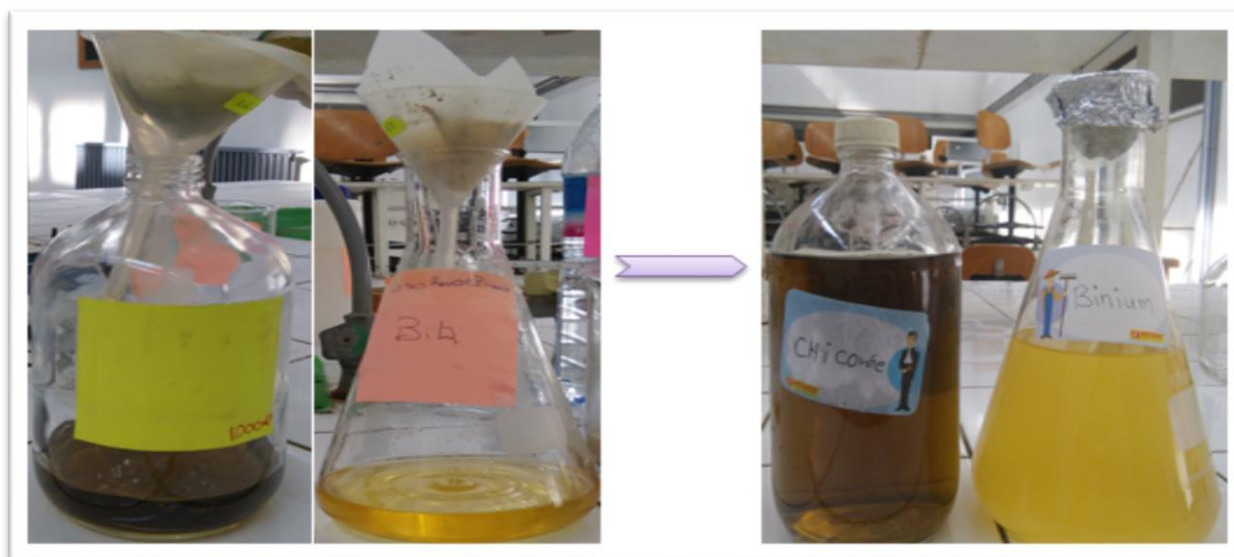
(a)



(b)

**Photo 09** : Macération des broyats : (a) *Bunium sp* et (b) *Cichorium intybus*

-On réunit les macérâts dans une fiole puis on les filtre sur un papier filtre.



**Photo 10** : Filtration des macérâts des deux plantes par un papier filtre

-Le jour après la filtration, on évapore les filtrats à sec sous pression réduite dans un évaporateur rotatif à 45 C° jusqu' à l'obtention d'un résidu sec en bas du ballon.



**Photo 11 :** Evaporation des extraits par l'évaporateur rotatif à 45 C°

### **2.3. Affrontement**

L'éther de pétrole sert à éliminer la chlorophylle et les substances lipophiles :

- On reprend le résidu sec par 100 ml d'eau distillée bouillante puis on l'introduit dans une ampoule à décanter en rajoutant 100 ml d'éther de pétrole (solvant apolaire).



(a)

(b)

**Photo 12 :** Affrontement des extraits du *Bunium sp* et *Cichorium intybus* (a) et (b)

-Après 30 mn, on récupère la phase la phase aqueuse en bas dans un bécher.

-On évapore la phase aqueuse à sec par un évaporateur rotatif à 45 C°.



(a)



(b)

**Photo 13 :** Résidu sec final de *Chicorium intybus* (a) et *Bunium sp* et (b)

- Finalement, on récupère les résidus dans :

- 10 ml de méthanol pour le *Bunium sp*.
- 25 ml de méthanol pour la *Cichorium intybus*.

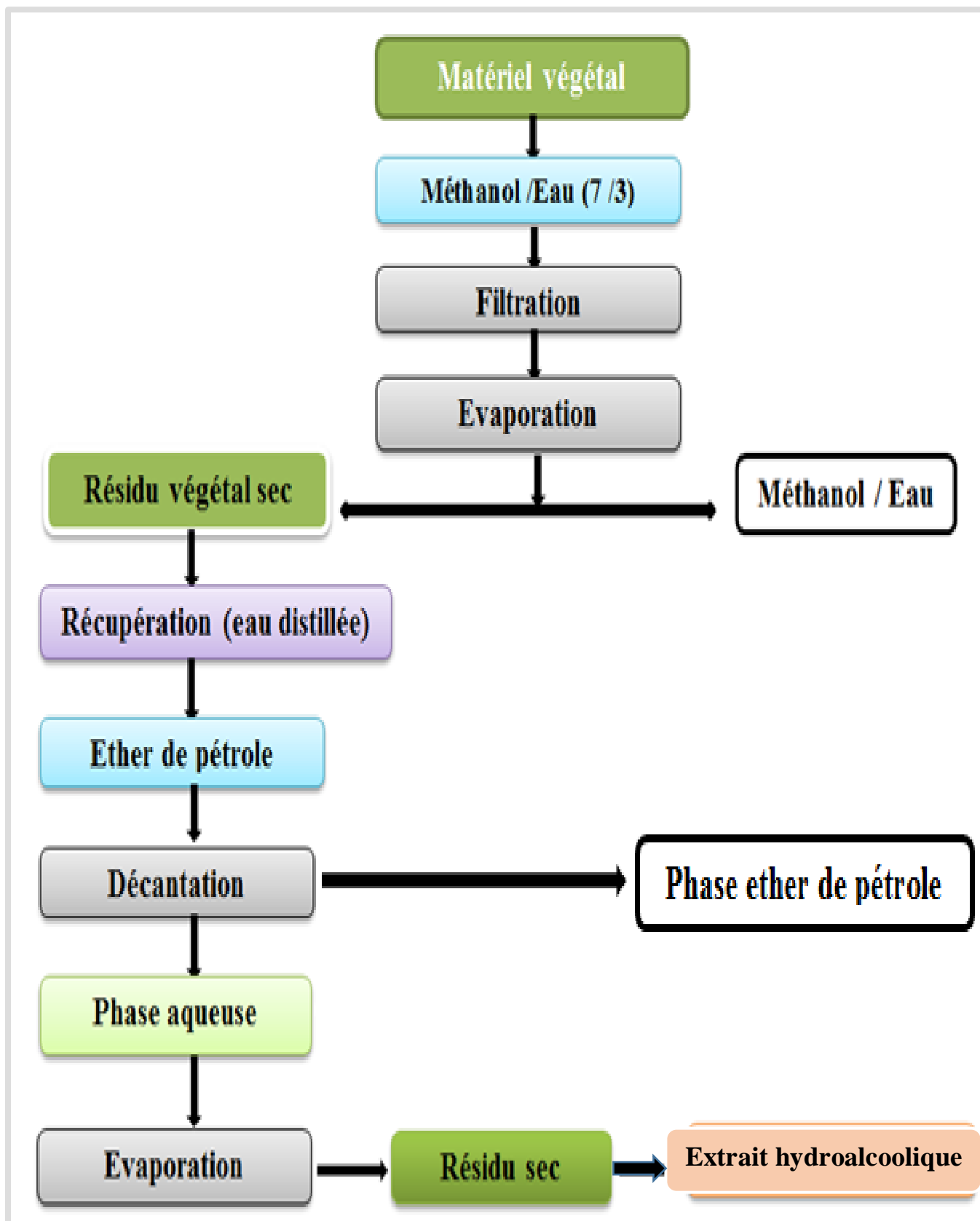


Schéma 1 : les différentes étapes de l'extraction



## **Deuxième partie : Etude biologique**

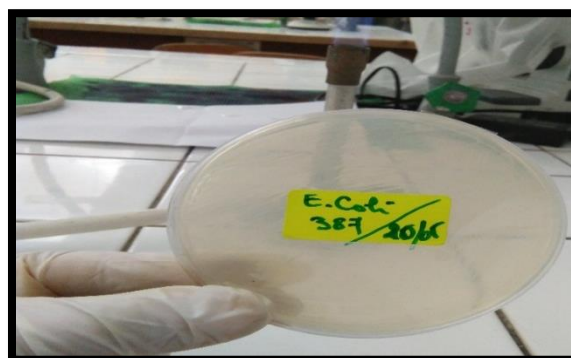
### **I. Activité biologique *in vitro***

#### **1. Activité antibactérienne**

La sensibilité de la souche bactérienne (*E.coli*) Gram - aux extraits des plantes a été réalisée par la technique de diffusion en milieu gélosé :

##### **1.1. Repiquage des espèces bactériennes**

On repique des colonies de la bactérie par la méthode des stries appliquée sur la gélose nutritive (GN), puis on l'incube à 37 °C pendant 24 h afin d'obtenir des colonies isolées jeunes qui vont servir à la préparation de l'inoculum (Bammou et *al.*, 2015).



**Photo 14 :** Repiquage d'*E.coli* sur la GN par la méthode des stries

##### **1.2. Préparation de l'inoculum**

Grâce à une anse de platine on gratte des colonies et les mettre en suspension dans l'eau physiologique stérile (0.9%). (Bammou et *al.*, 2015)

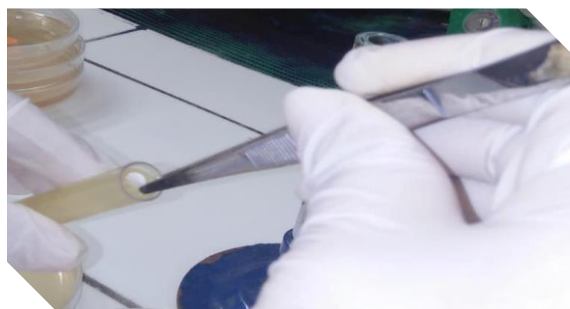
##### **1.3. Test de l'activité antibactérienne**

On utilise :

1. Deux boîtes de Pétri pour chaque extrait végétal (les deux extraits sont en solution aqueuse de concentration de 0.03 g/ml.
2. Une boîte de contrôle, réalisée pour chaque expérience, est une boîteensemencée dont le disque déposé à la gélose est imbibé de l'eau distillée.

Puis, on suit la méthode décrite par (Carson et *al.*, 1995 et Cvallo et *al.*, 2006) :

1. On coule la gélose M-H, préalablement fondue au bain marie en boîte de pétri de 9 mm à une épaisseur de 4 mm, et après refroidissement on inocule (par inondation) de 1ml d'inoculum de façon à recouvrir toute la surface gélosée.
2. On imbibe les disques stériles de 6 mm de diamètre d'une quantité suffisante de chaque extrait (10 $\mu$ l).



**Photo 15 :** Imbibition des disques

3. On dépose les disques sur la gélose puis on ferme les boîtes. (sachant qu'on utilise 3 disques dans chaque boîte imbibés par la même concentration).



(a)



(b)

**Photo 16 :** Les préparations du test antibactérien des extraits du *Bunium sp* (a) et du *Chicorium intybus* (b) avec un témoin

Finalement, on laisse incuber à température ambiante pendant 20 min, ensuite dans une étuve à 37 °C /24 h.

### **1.4. La lecture des résultats**

Elle se fait par la mesure des zones d'inhibition par une règle, qui sont représentés par une zone claire formé autour de chaque disque. Les résultats sont exprimés selon quatre niveaux d'activité (Ponce et *al.*, 2003)

- (-) souche résistante ( $D < 8$  mm).
- (+) souche sensible ( $9 \text{ mm} \leq D \leq 14$  mm).
- (++) souche très sensible ( $15 \text{ mm} \leq D \leq 19$  mm).
- (+++) souche extrêmement sensible ( $D > 20$  mm).

## **2. Activité antioxydante**

Le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est une méthode largement utilisée dans l'analyse de l'activité antioxydante des différents extraits en raison de sa capacité à produire des radicaux libres stables et la simplicité de l'analyse. (Benhammou et *al.*, 2007)

### **2.1. Principe**

La présence des radicaux libres DPPH dans la solution donne lieu à une coloration violette foncée à la longueur d'onde de 515 à 520 nm (Benhammou et *al.*, 2007). Les antioxydants réduisent le DPPH, par conséquent la couleur vire du violet vers le jaune (Thomas, 2011). Ainsi, l'intensité de la couleur violette est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu.

### **2.2. Protocole**

Pour réaliser cette expérience il faut d'abord préparer :

- Le DPPH (0.004%) (L'agent oxydant) en solubilisant 4 g de DPPH dans 1000 ml d'éthanol.
- On dilue les extraits par éthanol.
- On mesure l'effet de chaque extrait par la procédure décrite par (Talukder et *al.*, 2013). Un V de différentes concentrations ( $25\mu\text{l}$ - $1000\mu\text{l/ml}$ ) sont ajoutés à un V d'une solution éthanolique de DPPH (0,004%).

**Tableau 13 :** Récapitulation numérique de protocole suivi dans le test de l'activité antioxydante

Extrait à tester	Volume (ml)	Concentration (mg/ml)			DPPH (ml)	n de répétition du test
		[C1]	[C2]	[C3]		
Extrait du <i>Bunium sp</i>	1	1	0.5	0.1	1	3
Extrait du <i>Cichorium intybus</i>						

1. Puis, on laisse le mélange à l'obscurité à une température ambiante pendant 30 minutes et on commence la lecture de l'absorbance de différentes solutions à 517 nm.



**Photo 17 :** Mesure de la densité optique des solutions par le spectrophotomètre

Le pourcentage d'inhibition de l'extrait est calculé par l'équation suivante (Talukder et *al.*, 2013):

$$\text{Pourcentage d'inhibition DPPH (I \%)} = [(A_0 - A_T) / A_0] * 100$$

A<sub>0</sub> : Absorbance du contrôle négatif (solution de DPPH• en absence de l'extrait)

A<sub>T</sub> : Absorbance du test (solution du DPPH en présence de l'extrait).

## **II. Activité biologique *in vivo***

### **1. Conditions d'élevage**

Dès le début, on regroupe les rats dans des cages en polyéthylène tapissées d'une litière (copeaux de bois) en leur fournissant de l'eau et de l'alimentation des rongeurs et les soumis à un cycle de lumière/obscurité de 12/24 h et à température ambiante (25 C°) pour une période d'acclimatation (15 jours) avant d'être utilisées dans les différentes expériences.



**Photo 18 :** Rats dans des cages avec l'eau et la nourriture

### **2. Traitement**

Le fluorure de sodium (NaF) est un polluant environnemental qui peut causer de nombreux troubles métaboliques. Le niveau élevé de fluorure agit comme un polluant potentiel avec une très haute toxicité, associée aux dommages hématologiques (Abbas, 2017).

Dans cette étude, on va étudier l'effet du NaF administré par voie orale (par gavage) sur l'un des paramètres hématologiques nécessaire essentiellement au transport d'oxygène chez l'organisme animal ; l'hémoglobine.

D'abord, les rats sont regroupés comme suit :

**Groupe témoin (T)** : Ces rats ne reçoivent aucun traitement et ont un libre accès à l'eau et à la nourriture.

**Groupe témoin négatif (T-)** : Ces rats sont traités par le fluorure de sodium (NaF) (600 ppm)

**Groupe témoin positif (T+)** : Ces rats sont traités par la vitamine C (100 mg/kg ; par voie intrapéritonéale) et ont reçu NaF pendant 2 semaines. (Bashandy *et al.*, 2011)

**Groupe (*Bunium sp*)** ces rats sont traités quotidiennement par voie de gavage de l'extrait de *Bunium sp* (300 mg/kg) en plus ils ont reçu NaF.

**Groupe (*C.intybus*)** : ces rats sont traités quotidiennement par voie de gavage de l'extrait de *Cichorium intybus* (300 mg/kg) en plus ils ont reçu NaF.

## 2. Méthode de gavage

1. D'abord, on fixe le rat entre les mains et on prend une dose appropriée de la solution à injecter par une seringue selon le poids du rat cible.
2. On fait retenir le rat verticalement en étendant leur cou.
3. On place la pointe de la sonde est placée dans la bouche puis on le fait glisser vers le bas arrière de la bouche afin de faciliter le passage de la solution à l'estomac.

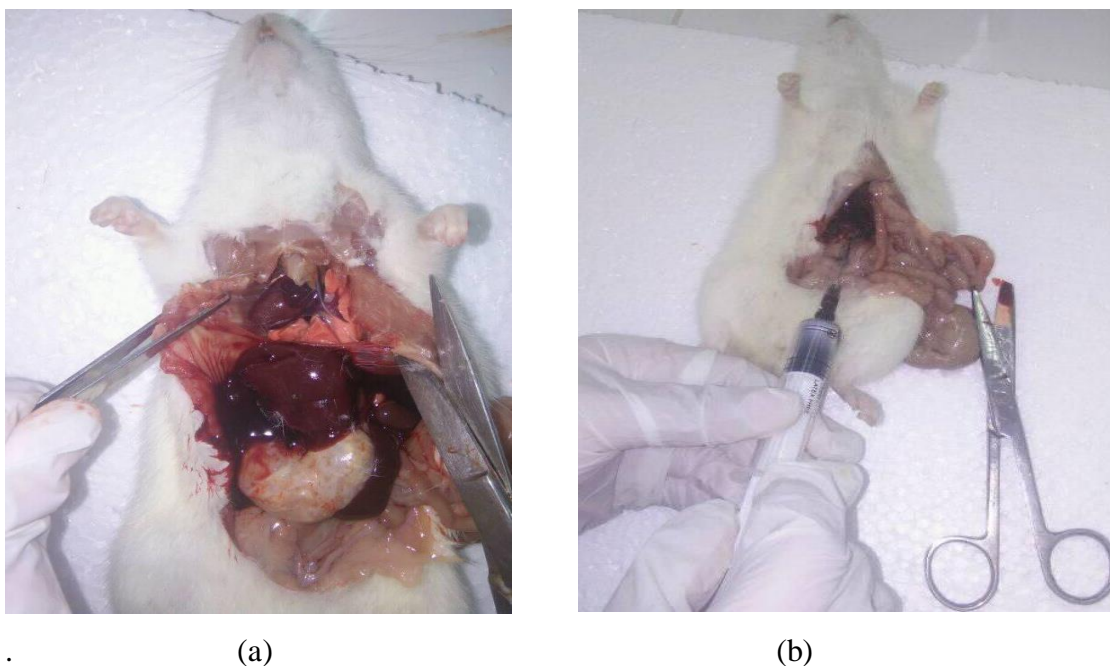


**Photo 19** : Gavage par la sonde

Durant la 2<sup>ème</sup> semaine, les rats des groupes 2, 3,4 et 5 reçoivent un traitement supplémentaire constitué de la NaF (600 ppm) dans l'eau de robinet. (Omóbòwálé *et al.*, 2018)

La vitamine C et les extraits sont préparés dans le sérum physiologique et de l'eau distillée respectivement. A la fin du traitement et après un jeûne de 12 heures, un prélèvement sanguin est réalisé au niveau de la veine porte de l'animal anesthésié à l'aide de seringues stériles.

Le sang est récolté sur des tubes EDTA pour le dosage de l'hémoglobine.

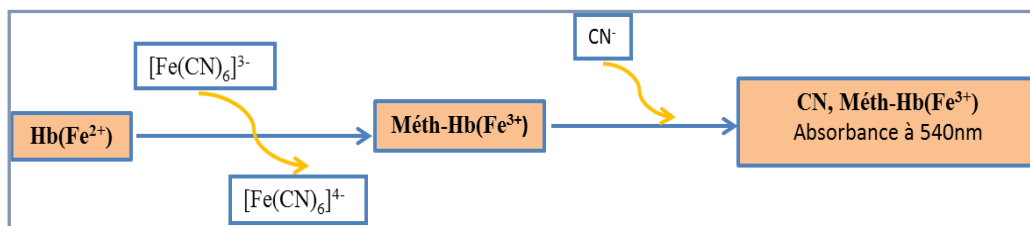


**Photo 20** : Dissection des rats (a) et le prélèvement du sang (b)

### **3. Dosage de l'hémoglobine**

#### **3.1 Principe**

L'hémoglobine (Hb) se transforme en cyanméthémoglobine sous l'action de cyanures. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en hémoglobine. C'est la méthode de Drabkin. L'ajout de réactif de Drabkin au sang induit une hémolyse des globules rouges libérant l'hémoglobine. L'oxydation de l'hémoglobine en méthémoglobine ( $\text{Fe}^{+3}$ ) par les ions ferricyanure de potassium ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ). Le résultat de cette réaction est la formation d'un complexe : cyano-méthémoglobine grâce aux ions cyanure (KCN) selon la (figure 17). (Gomina *et al.*, 2011)



**Figure 17 :** Oxydation d'hémoglobine selon la méthode de Drabkin (Gomina *et al.*, 2011)

### 3.2. Mode opératoire

Le dosage se fait en selon le tableau ci-dessous et en accord avec la méthode de (Gomina *et al.* 2011):

**Tableau 14 :** Dosage d'hémoglobine (Gomina *et al.*, 2011)

	Blanc	Echantillon
<b>R. Drabkin (1/50<sup>émé</sup>)</b>	5ml	5ml
<b>Echantillon</b>	/	20μl

1. On bouche les tubes, les agite bien par retournement puis on les laisse reposer 10 min.
2. On lit et on note les valeurs densité optique de chaque échantillon à 540 nm.



**Photo 21 :** Préparation des échantillons pour la lecture au spectrophotomètre

3. Calculs de la concentration de l'hémoglobinémie (avec le facteur 36,77) :

$$\text{Concentration Hb (g/dL)} = \text{Abs Echantillon} \times 36,77$$





# *Chapitre 3*

## *Résultats et Discussion*

## Première partie : Etude phytochimique

### 1. Criblage « Screening » phytochimique

La mise en évidence de la présence des métabolites secondaires au niveau de la partie aérienne du *Cichorium intybus* et des racines du *Bunium sp* a été faite par un screening phytochimique en se basant sur des réactions de précipitation et d'autres de changement de couleur spécifique. Ces réactions nous ont donné les résultats représentés dans les photos et le tableau (15).

#### 1.1 Criblage des Flavonoïdes



**Photo 22 :** Criblage des flavonoïdes de l'extrait des racines du *Bunium sp*

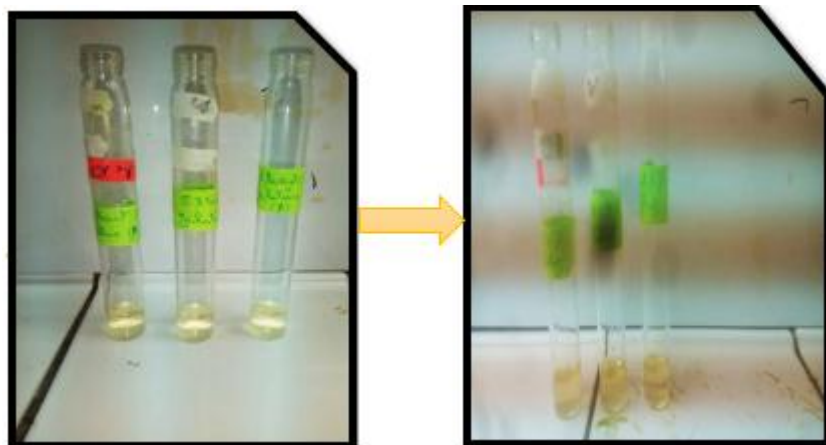
Aucune coloration vers le rouge n'est marquée mais on observe un peu de changement de couleur ce qui peut indiquer que notre extrait est dilué ce qui marque l'absence des flavonoïdes.



**Photo 23 :** Criblage des flavonoïdes de l'extrait du *Cichorium intybus*

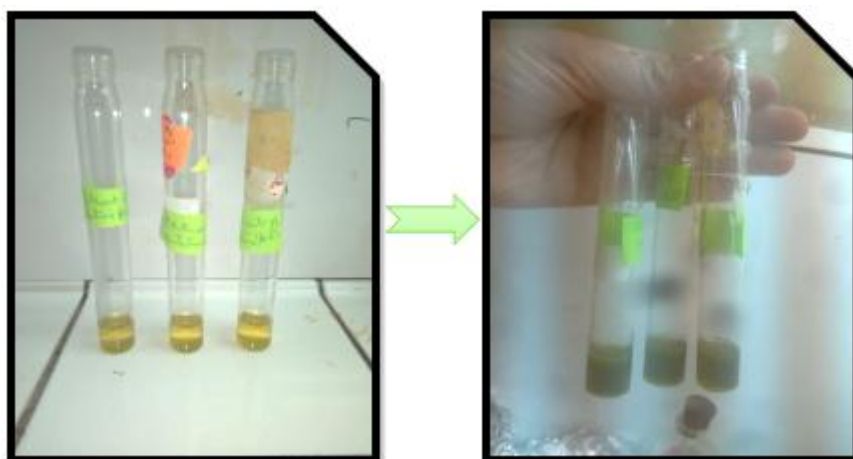
Le rouge pourpre et très remarquable donc l'extrait du *Cichorium intybus* est riche en flavonoïdes.

### 1.2. Criblage des tanins



**Photo 24 :** Criblage des tanins de l'extrait des racines du *Bunium sp*

On remarque qu'il y a une précipitation ce qui indique la présence des tanins.



**Photo 25 :** Criblage des tanins de l'extrait des racines du *Cichorium intybus*

On remarque qu'il y a une précipitation ce qui indique la présence des tanins.

### 1.3. Criblage des anthraquinones



**Photo 26 :** Criblage des anthraquinones du *Bunium sp*

Aucun changement de couleur vers le rouge ce qui prouve l'absence des anthraquinones.



**Photo 27 :** Criblage des anthraquinones du *Cichorium intybus*

Aucun virage du couleur vers le rouge donc l'extrait pourrait être dépourvu d'anthraquinones.

**Tableaux 15** : Récapitulation des résultats du criblage chez les deux espèces

Espèce	Flavonoïdes	Tanins	Anthraquinones
<i>Bunium sp</i>	-	++	-
<i>Cichorium intybus</i>	+++	+++	-

- (-) : absence. (++) : présence moyenne. (+++) : présence fort.

L'étude de criblage montre que l'extrait méthanolique du *Cichorium intybus* contient des tanins et des flavonoïdes et celui du *Bunium sp* contient que des tanins.

Les anthraquinones peuvent être absentes dans les deux extraits ainsi que pour les flavonoïdes chez l'espèce *Bunium sp* où nous n'avons remarqué aucun changement, cela pourrait être expliqué par la faible concentration de l'extrait et on devrait utiliser une concentration plus élevée pour mettre en évidence ces deux métabolites, surtout que des études sur la composition chimique du genre *Bunium* ont permis de mettre en évidence la présence de coumarines, de scopolétine, de scoparone de Beta-Sitostérol, de saccharose et d'acide oléique. (Bousetla et al., 2011 ; Chentouh et al., 2015)

Une autre investigation phytochimique réalisée par Lefahal et al., (2017) sur les parties aériennes du *Bunium sp* a révélé la présence des flavonoïdes.

A notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur le criblage des tanins et des anthraquinones sur le genre *Bunium*. Pour cela il est difficile de comparer nos résultats avec d'autres travaux.

On constate globalement que *Cichorium intybus* pourrait être plus riche en composés phénoliques criblés comparativement avec *Bunium sp* ; cela peut être expliqué par le phénomène de photosynthèse qui est largement plus répondu dans les parties aériennes des plantes et contribue à la synthèse des flavonoïdes et des autres composés phénoliques, contrairement au *Bunium sp* où nous avons utilisé seulement ses racines. Ce qui est confirmé par (Teugwa et al., 2013), que le teneur des composés phénoliques diffèrents considérablement selon l'espèce végétale, la partie de la plante utilisées (tiges, racines, feuilles ou fruit), la richesse en métabolite secondaire et du type de solvant utilisé pour l'extraction.

Pour *Cichorium intybus*, une analyse des constituants phytochimiques des graines de *C. intybus* a révélé la présence de produits chimiques importants comme les alcaloïdes, les flavonoïdes, tanins, saponines, anthraquinones, stéroïdes et stéroïdes. des terpénoïdes. (Mehmood et *al.*, 2011)

D'autres études récentes sur la chicorée ont révélé certains des constituants importants tels que les flavonoïdes, les polyphénols, les dérivés de l'acide caféique, les esters de l'acide phénylacétique, les fructooligosaccharides, les coumarines, les cichoriosides, le sonchuside magnolialide, les eudesmanolides, les amidons, les (El-Lakany et *al.*, 2004 ; Hussain et *al.*, 2011 ; Kumari et Aeri, 2012 ; Kirillov et *al.*, 2017 ; Lulu et *al.*, 2016 ).

## **Deuxième partie : Etude biologique**

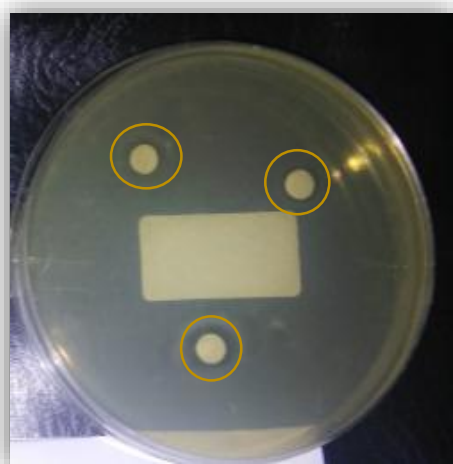
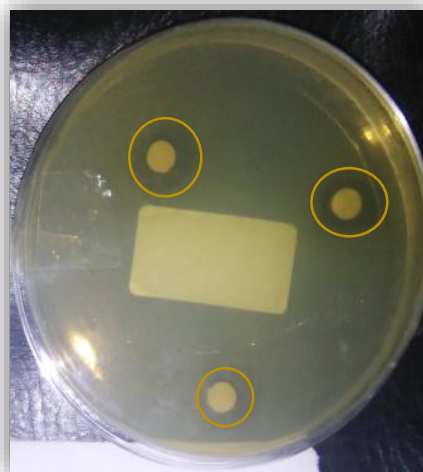
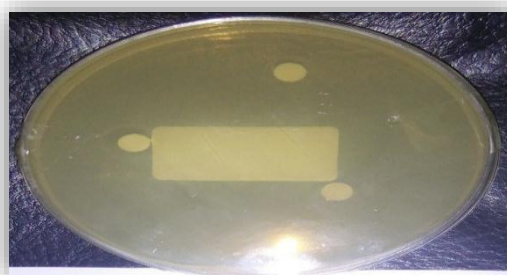
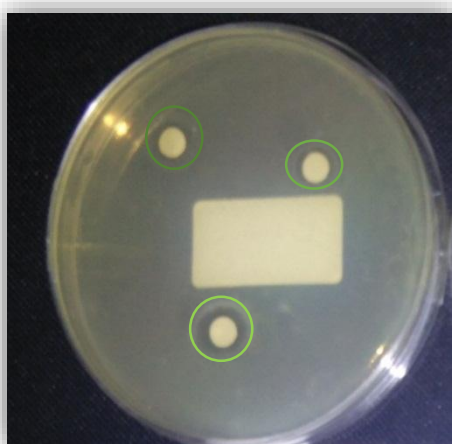
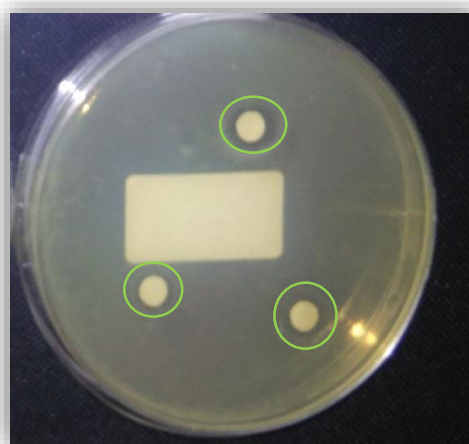
### **I. Activité biologique *in vitro***

#### **1. Activité antibactérienne**

L'activité antimicrobienne et l'efficacité antioxydante des extraits des végétaux sont les caractéristiques les plus étudiées pour leurs importances à préserver les aliments ainsi que pour le control des maladies d'origine bactériennes qui touchent l'homme et de l'animal. (Bozin et *al.*, 2007)

C'est dans cette optique que, nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antibactérien de nos extraits par la méthode de diffusion sur la gélose contre la souche bactérienne (*E.coli*). Les résultats obtenus sont présentés dans la photo (28).

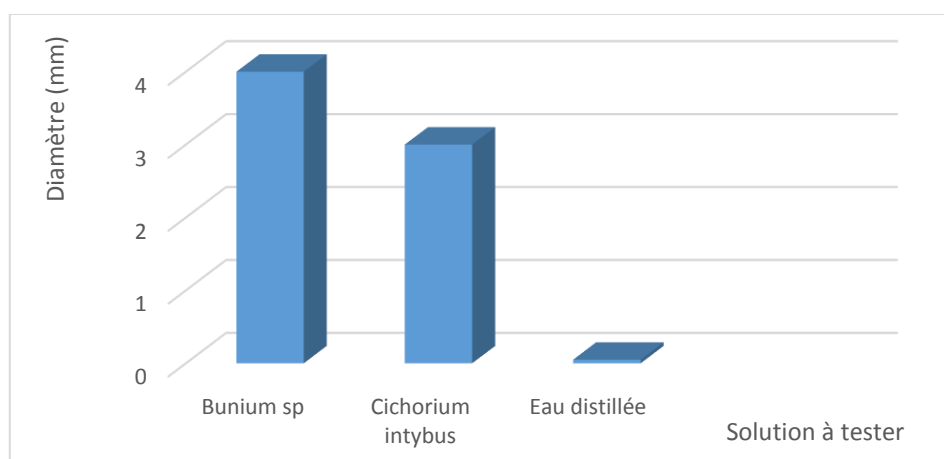


**(a)****(b)****(c)****(d)****(e)**

**Photo 28 :** Résultats du test antibactérien pour *Bunium sp* (a) et (b), le témoin (c) et *Cichorium intybus* (d) et (e)

[C] du *Bunium sp* et du *Cichorium intybus* : 30 mg/ml.

Les observations visuelles des boîtes de Pétri révèlent l'apparition d'une zone claire autour des disques imbibés par nos extraits des deux plantes étudiés (*Bunium sp* et *Cichorium intybus*) contrairement à la boîte de témoin (eau distillée) qu'elle ne présente aucune zone d'inhibition. Les diamètres obtenus par la mesure des zones d'inhibition ont nous permis de tracer l'histogramme représenté dans la figure (18).



**Figure 18 :** Histogramme des diamètres des zones d'inhibition bactérienne concernant les deux extraits et le témoin négatif

On remarque que l'extrait des racines du *Bunium sp* et du *Cichorium intybus* sont tous les deux dotés d'une activité antibactérienne contrairement au témoin négatif (eau distillée) qu'il n'a pas pu inhiber la croissance de la bactérie *E.coli*.

Selon (Ponce *et al.*, 2003), la souche *E.coli* ATCC est résistante vis-à-vis des deux espèces car  $D < 8$  mm.

L'effet antibactérien marqué est grâce aux composés phénoliques présents dans les extraits aqueux sachant que les polyphénols, tels que les tannins et les flavonoïdes sont des substances antibactériennes importantes. (Shan *et al.*, 2007)

Pour l'espèce *Bunium sp* un essai sur l'extrait brut ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2 / \text{MeOH}$ : 1/1) (dichlorométhane méthanol) à partir de ses racines montre que l'extrait déclenche un effet antibactérien à un diamètre de (8 mm) contre *E.coli*. (Bousetla *et al.*, 2011)

D'autres études réalisées sur des plantes de la même famille des Apiacées indiquent que l'extrait aqueux du *Cuminum cyminum* n'a aucun effet antibactérien contre *E.coli* (Athamena et al., 2010), Shanmugapriya et Ushadevi, (2014) ont trouvé des résultats assez proches de nos résultats (5 mm) de zone d'inhibition qui est marqué par l'extrait aqueux de l'espèce *Apium graveolens*.

Un rapport sur la chicorée montre que les racines et les feuilles de cette plante possèdent un effet antibactérien important. (Farrukh et Iqbal ; 2003)

On comparant une expérimentation qui a été faite par Renu Verma et al., (2013) sur des extraits de *Cichorium intybus* de différentes concentrations ( 200, 100,50) mg /ml avec nos travaux sur la même espèce avec la concentration de seulement 30 mg/ml, nous avons pu rédiger ce tableau (16), qui montre le diamètre de zone d'inhibition autour de chaque disque.

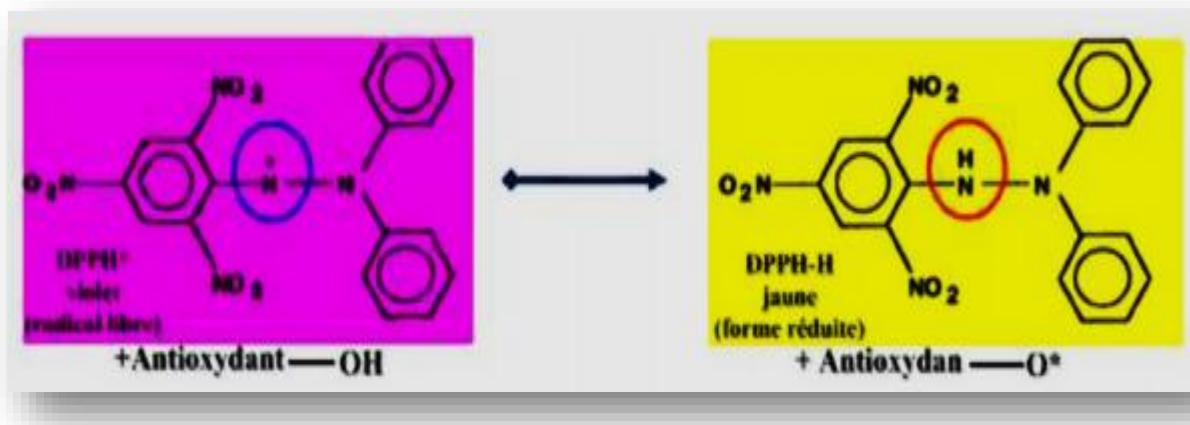
**Tableau 16 :** Comparaison de nos résultats à ceux de Renu Verma et al., (2013)

Solvants	[C] (mg/ml)		Zone d'inhibition (mm)
Aqueux	Standard	200	7
		100	-
		50	-
	Notre extrait	30	3

L'activité montrée par l'extrait *Cichorium intybus* peut être dû à la présence de nombreux des composés puissants .telle que : les polyphénols les flavonoïdes .... Etc.

## 2. Activité antioxydante

Le stress oxydatif causé par les radicaux libres est retardé ou même empêché par une classe spéciale de substances appelées antioxydants. Ces composés possèdent des capacités de donneur d'hydrogène et exercent ainsi leur effet antioxydant en brisant la chaîne des radicaux libres. (Ferrari 2000 ; Lobo et *al.*, 2010)



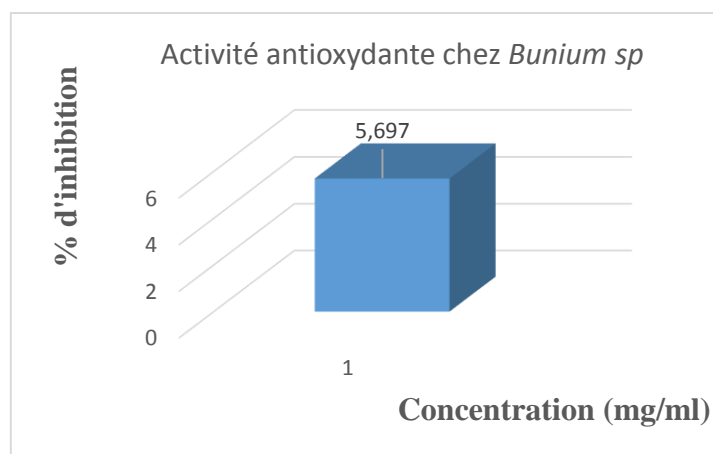
**Figure 19 :** Mécanisme réactionnel du test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH et un antioxydant (Molyneux, 2004)

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits (du *Bunium sp* et du *Cichorium intybus*) a été réalisée par la méthode de piégeage de DPPH, les densités optiques sont mesurées à 517 nm après 30 mn d'incubation à l'obscurité à l'aide d'un spectrophotomètre.

Les valeurs obtenues nous ont permis de calculer le pourcentage du pouvoir antioxydant et de tracer le tableau (17) et les histogrammes représentés dans les figures (20 et 21) :

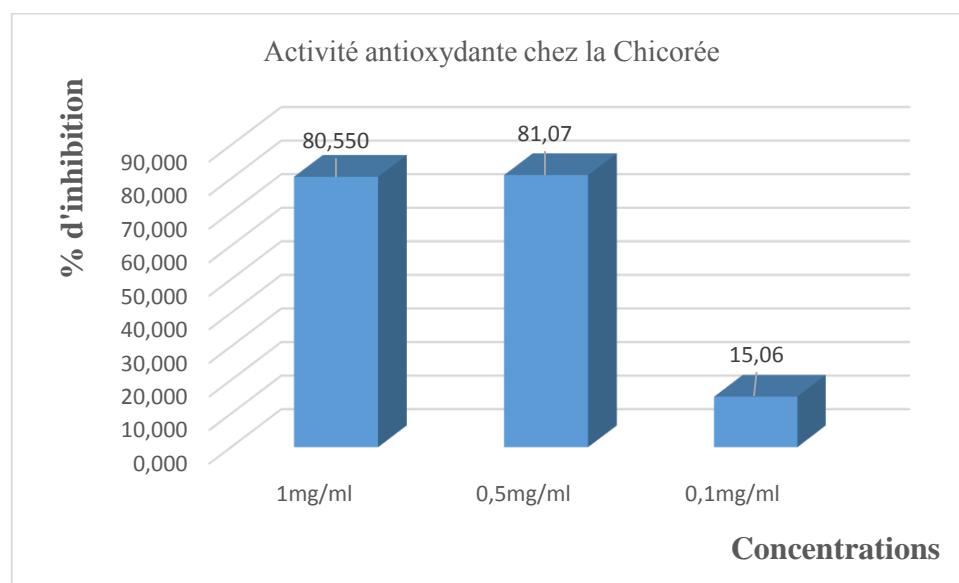
**Tableau 17 :** Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait du *Bunium sp* et du *Cichorium intybus*

	1mg/ml	0,5mg/ml	0,1mg/ml
<i>Bunium sp</i>	5,697 ± 0,03 %	0	0
<i>Cichorium intybus</i>	80,55 ± 2,18 %	81,07 ± 1,77 %	15,06 ± 7,71 %



**Figure 20** : Histogramme de l'activité antioxydante du *Bunium sp*

On remarque que l'espèce *Bunium sp* avec la concentration de 1 mg/ ml possède un pouvoir antioxydant assez faible, et pratiquement nulle avec les autres concentrations inférieures.



**Figure 21** : Histogramme de l'activité antioxydante du *Cichorium intybus*. Chaque valeur représente la moyenne des trois essais

L'histogramme montre que *Cichorium intybus* possède un pouvoir antioxydant avec les trois concentrations mais l'effet efficace est donné par une concentration de 0.5 mg/ml, ce qui pourrait indiquer que son pouvoir antioxydant commence à cette concentration.

On constate que la partie aérienne du *Cichorium intybus* possède un pouvoir antioxydant dans les trois concentrations (1, 0.5 et 0.1 mg/ml) contrairement à l'extrait de *Bunium sp* car il est probablement trop dilué.

On peut expliquer l'efficacité du *Cichorium intybus* contre les radicaux libres et selon les résultats du criblage par sa richesse en flavonoïdes. Ces derniers sont connus pour posséder des activités antioxydantes en raison de la présence des groupes hydroxyles dans leurs structures et leur apport au système de défense contre les dommages oxydatifs dus aux radicaux libres endogènes. (Miranda et Buhler, 2002 ; Boskou, 2006)

Un travail précédant qui correspond à nos résultats de la chicorée réalisé par Shad et *al.*, (2013) qui ont pu évaluer une puissante capacité de piégeage des radicaux libres.

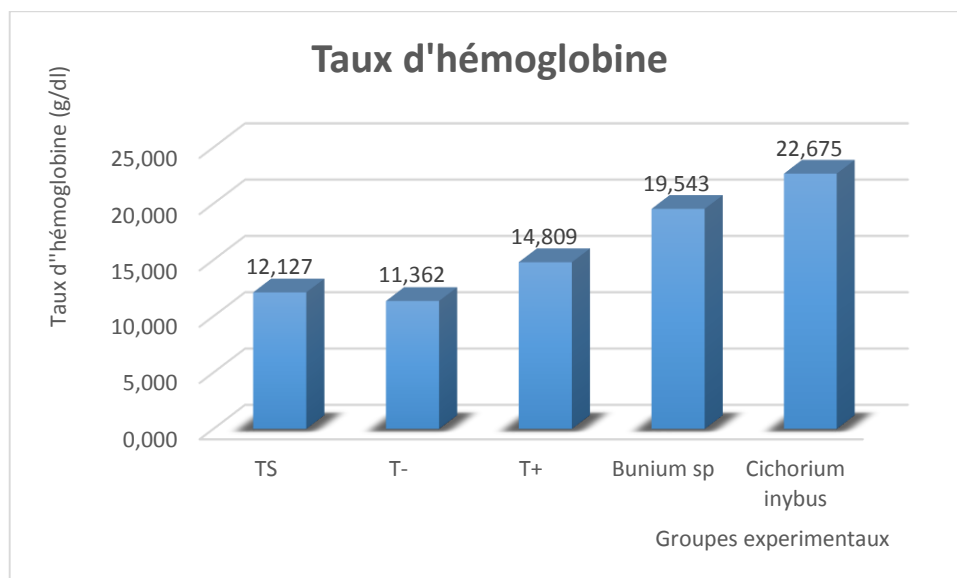
D'après nos résultats du criblage phytochimique pour *Bunium sp*, on a remarqué la présence des tanins seulement parmi les trois métabolites recherchés, donc on peut dire que sont ceux responsables du faible effet antioxydant apparu au niveau de la concentration 1 (mg/ml).

Dans le cadre de la même famille des Apiacées, une étude sur l'extrait des graines de *Apium graveolens* présentée par Shanmugapriya et Ushadevi, (2014) en suivant le même DPPH, a révélé la présence d'une activité antioxydante de la valeur de 52,97%, ce qui est une valeur plus élevée que ce que nous avons trouvé chez *Bunium sp*.

## II. Activité biologique *in vivo*

### Evaluation du taux d'hémoglobine :

Le fluorure étant le polluant environnemental le plus dommageable, perturbe les voies métaboliques normales d'un organisme à des niveaux élevés (Masoud *et al.*, 2006 ; Azmat *et al.*, 2007). A la base de cette donnée nous avons réalisé un essai *in vivo* sur 25 rats (*Wistar albinos*) pendant 2 semaines en testant l'effet hémotoxique du NaF chez les groupes expérimentaux mentionnés dans l'histogramme (figure 22).



**Figure 22 :** Evolution du taux d'Hb des rats traitées avec les extraits de *Bunium sp* et de *Cichorium intybus* et les témoins

On remarque que le taux d'hémoglobine diffère d'un groupe à l'autre.

La plus faible valeur (11.362 g/dl) est enregistrée chez le groupe témoin négatif, celui qui a reçu un traitement par le fluorure de sodium (NaF) seulement, suivi par le groupe témoin sain avec la valeur de 12.127 g/dl, ensuite par le groupe témoin positif (14.809 g/dl)

Le groupe traité par l'extrait de *Cichorium intybus* montre la valeur la plus élevée de 22.675g/dl Par rapport à celle enregistré chez le groupe traité par l'extrait de *Bunium sp* (19.543 g/dl).

Le lot traité par le NaF seulement (témoin négatif) présente une valeur basse à la normal si on la compare avec celle du témoin sain ce qui correspond à une étude précédente de Abbas et *al.*, (2017) qui ont prouvé une diminution d'Hb après le traitement des lapins (*Oryctolagus cuniculus*) par le NaF. Cette confirme l'effet hémotoxique du NaF et que la concentration d'Hb dans le sang diminue avec le temps et avec l'augmentation de la dose administrée par voie orale.

Mehdi et *al.*, (1978) ont aussi prouvé la diminution du taux d'Hb avec chaque augmentation de la dose administrée après 4 semaines de traitement. En effet la concentration de 500 ppm a causé une diminution importante du taux Hb.

D'autre étude chez les rats a également montré une diminution du pourcentage d'Hb après le traitement par le NaF. (Kahl et *al.*, 1973)

L'explication possible de cette diminution est que le fluorure affecte la formation de cellules hématopoïétiques, à savoir les cellules hématopoïétiques dans les cavités de la moelle osseuse, et inhibe le transport des ions  $K^+ / Cl^-$  (Choubisa, et *al.*, 1996 ; Santoyo-Sanchez, et *al.*, 2013) et donc provoque la lyse et la baisse de la production de globules rouges en raison de la diminution de la production de moelle osseuse, qui entraîne une anémie et une faible production d'hémoglobine. (Sayyed et Khan, 2010)

Le lot des rats qui ont reçus la vitamine C (T+) expriment un taux d'Hb sanguin élevé malgré le traitement avec le NaF avec la valeur de 14.80 ce qui reste faible par rapport aux taux hg donnés par les rats traités avec les extraits de nos deux plantes étudiées, ce qui prouve que ces deux espèces ont bien contrer l'effet négatif du NaF et ont protégé ces rats contre son action néfaste sur l'hémoglobine.

Un travail a été fait par Finkelstein et *al.*, (2011) a prouvé que le taux élevé d'Hb est relié au taux élevé de la vitamine C. Cela est expliqué par le rôle de la vitamine C dans la stimulation et la libération de fer stocké dans les dépôts de ferritine situés dans les cellules réticuloendothéliales ce qui permet d'utiliser le fer pour l'érythropoïèse (Boyer et *al.*, 1988) et donc la production d'Hb.



Dans une étude similaire sur une espèce du genre *Bunium*, (Chentouh et *al.*, 2018) ont constaté que l'extrait de cette plante augmente le taux d'Hb dans le sang des lapins ce qui est en accord avec notre résultat.

En outre, l'utilisation de composés phénoliques capables de séquestrer les radicaux libres semble être bénéfique pour les patients atteints de drépanocytose (anémie). (Aslan et *al.*, 2000) À travers ce contenu nous revenons à l'impact des flavonoïdes considérés des substances phytochimique de bonne source d'antioxydants, et de là on peut voir l'effet de la plante *Cichorium intybus* sur le taux l'hémoglobine, puisque puisqu'elle semble être plus riche en flavonoïdes d'après nos criblage par rapport à l'espèce *Bunium sp.*

# *Conclusion*

### Conclusion et Perspectives

La phytothérapie est très ancienne et toujours maintenue sous forme de pratiques populaire. Les découvertes récentes sur les substances contenues dans les plantes et leurs vertus thérapeutiques sont revalorisées pour une meilleure utilisation, cette utilisation est principalement fondée sur l'idée que les plantes sont un moyen naturel de traitement pauvre de tout risque.

L'intérêt de notre travail s'est porté sur l'étude phytochimique et biologique *in vivo* et *in vitro* de l'efficacité des extraits méthanolique des parties aériennes de la plante *Cichorium intybus* et les racines de la plante *Bunium* sp.

Pour réaliser cet objectif, nous avons procédé à un screening phytochimique de flavonoïdes, tanins, anthraquinones, et un test des activités biologiques.

L'activité antioxydante par la méthode de DPPH.

L'activité antimicrobienne, contre la bactérie *Escherichia coli*, en utilisant la méthode de diffusion en milieu gélosé.

L'activité biologique *in vivo* des extraits de nos deux plantes étudiée contre un agent hématotoxique, le fluorure de sodium, sur des rats de laboratoire de lignée *Wistar*.

❖ Pour le criblage, la chicorée, *Cichorium intybus* montre une forte présence pour les flavonoïdes et les tanins et une absence pour les anthraquinones.

Pour la châtaigne de terre *Bunium* sp, nous avons noté l'absence pour les flavonoïdes et les anthraquinones et présence moyenne de tanins.

❖ L'étude de l'activité antioxydante par la méthode du DPPH a révélé chez la plante *Cichorium intybus* les pourcentages d'inhibition de 81,07 % à partir de la concentration de 0,5 mg /ml, alors que chez la plante *Bunium* sp le pourcentage d'inhibition dans la concentration est seulement de 5,69 % pour la concentration de 1mg/ml.

❖ L'étude de l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion a révélé chez l'extrait aqueux de la plante *Cichorium intybus* une efficacité montrée par la zone d'inhibition de 3 mm, alors que chez l'extrait aqueux de la plante *Bunium* sp une efficacité montrée par la zone d'inhibition de 4 mm, malgré sa faible concentration.

❖ L'expérience *in vivo* des rats adultes de souche *Wistar*. a permis la confirmation de l'ensemble de nos résultats obtenus sur le criblage sur la richesse incontournable de nos deux plantes étudiées, puisque leurs extraits ont montré des taux élevés d'hémoglobine par rapport aux témoins positifs, négatifs et sains.

❖ En effet, l'extrait aqueux de l'espèce *Cichorium intybus* administré aux rats traité par le NaF, a donné un taux d'hémoglobine de 22,675g/dl et celui de *Bunium* sp a donné la valeur de 19,543g/dl, ces deux valeur sont nettement supérieurs à celle donnée par l'administration de la vitamine C en tant que témoin positif qui est de 14,809 g/dl, et celles données par le témoin négatif et le témoin sain, 11,362 g/dl et 12.127 g/dl respectivement.

Donc en final on peut dire que nos deux espèces étudiées sont riches en polyphénols qui leurs confèrent un pouvoir antioxydant et antimicrobien importants. Les extraits aqueux de ces deux espèces ont bien contré l'effet négatif d'un agent hématotoxique qui est le fluorure de sodium et ont provoqué une augmentation dans le taux d'hémoglobine.

En perspective, on peut dire que ces deux espèces peuvent être utilisée contre l'anémie même si nos résultats restent préliminaires et pour cela d'autres études plus approfondies doivent être réalisées telles que

Tester la présence d'autres molécules bioactives et avec d'autre méthodes ou avec d'autres solvants ou même dans d'autres parties des plantes utilisées.

Evaluer d'autres activités comme : antiviral, antiinflammatoire, antidiabétique, antifongique...

# *Références Bibliographiques*

## A

- ✚ **Aaref M et Haded M, (2015).** Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L (région d'Oued Souf). Mémoire du Master. Université El Chahid Hamma Lakhder. Oued Souf. Algérie. P : 3-19.
- ✚ **Abbas M, Siddiqia M- H , Khana K, Zahrab K, (2017).** Haematological evaluation of sodium fluoride toxicity in *oryctolagus cuniculus*. *Toxicology Reports*, 4: 450–454.
- ✚ **Abbas Z.K., Saggi S., Sakeran M.I., Zidan N et al., (2015).** Phytochemical, antioxidant and mineral composition of hydroalcoholic extract of chicory (*Cichorium intybus* L.) leaves. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 22(3):322–326.
- ✚ **Agarwal S. G., Vashist V. N., Atal C. K., (1974).** Terpenes and other components from *Bunium cylindricum* seeds. *Phytochemistry*, 13: 2024-2025.
- ✚ **Amić D., Davidović-Amić D., Bešlo D et Trinajstić N, (2003).** Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica Chemica Acta ccaaa*.76 (1): 55-61.
- ✚ **Anthoula A, (2003).** The significance of quality for efficacy and safety of herbal medicinal, *Drug Information Journal*, 34, 15-23.
- ✚ **Appendino G., Ozent H. C., Jakupovic J, (1994).** Prenylated iso-coumarins from *Bunium paucifolium*. *Phytochemistry*. 36: 531–532.
- ✚ **Appendino G., Ozent H. C., Lusso P., Cisero M, (1991).** Sesquiterpeneketal from *Bunium paucifolium*. *Phytochemistry* 30: 3467–3468.
- ✚ **Aslan M, Thornley-Brown D, Freeman BA, (2000).** Reactive species in sicklecell disease. *Ann N Y Acad Sci*. 899:375-91.
- ✚ **Athamena S, Chalghem I, Kassah-Laouar A, Laroui S et Khebri S, (2010).** Activite anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*, Vol. 11, No 1.
- ✚ **Azmat R, Talat R, Ahmed K, (2007).** The length-weight relationship: condition factor and impact of fluoride concentration in *Johnius belangerii* of Arabian Sea, *Res. J. Environ. Toxicol.* 1 (3) 138–143.

## B

- ✚ **Baba Aissa F, (2000).** Les plantes médicinales en Algérie Edit. Bouchéne et AD. Diwan, Alger, p 368. Bellakhdar J., 1997. La pharmacopée traditionnelle marocaine: Médecine arabe ancienne et savoir-faire. ISBN 2- 910728-03-X. Ibis Press.

- # **Badiaga M, (2011).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Thèse de doctorat, P 74.
- # **Bahorun T, (1997).** Substances Naturelles Actives: La Flore Mauricienne, Une Source d'approvisionnement potentielle. Food and Agricultural Research, 83-94.
- # **Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., et al., (2015).** Valorisation du lentisque « *Pistacia lentiscus* L. » : Etude ethnobotanique, screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of applied biosciences*. 86 : 7966 – 7975.
- # **Barreda., Luis P., Maria CT., Eduardo B.O et al., (2015).** Early evolution of the angiosperm clade Asteraceae in the Cretaceous of Antarctica. 112(35), 10989–10994.
- # **Bashandy SA and Al Wasel SH, (2011).** Carbon Tetrachloride-induced Hepatotoxicity and Nephrotoxicity in Rats: Protective Role of Vitamin C. *J. Pharm. Tox.*, 6: 283-292.
- # **Belguitar M, (2015).** Les plantes médicinales de la région de Ksar Chellala, Tiaret. Mem. Master. Université de Tiaret. Université de M'sila. 60p.
- # **Beloued A, (2009).** Plantes médicinales d'algérie. 5<sup>ème</sup> édition : office des publications universitaires, 284p.
- # **Benhammou N., Atik Bekkara F and Panovska K.T, (2007).** Antiradical capacity of the phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* Desf. *Advanced in food science*. 29(3): 155-167.
- # **Benkhiguel O., Zidane L., Fadli M., Elyacoubi H et al., (2011).** Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc). *Acta Bot. Barc.* 53: 191-216p.
- # **Bennetau-Pelissero C, (2014).** Polyphénols et voies de signalisation, données récentes. *Cahiers de nutrition et de diététique*, Vol 49, Issue 4, P 151-159.
- # **Berlencourt Aude, (2008-2013).** Huiles essentielles – *Aromathérapie Historical review of medicinal plants* 10.4103/0973-7847.95849) .D
- # **Bloor S.J, (2001).** Overview of methods for analysis and identification of flavonoïds. In: flavonoïdes and other polyphenols (*Methods in enzymology*, 335). (Edition Packer L). San Diego. California. USA. Academic press. P-P 3-14.
- # **Boldi A.M, (2004).** Current Opinion in Chemical Biology, Libraries from natural product-like scaffolds, 8, 2004, 281.
- # **Borg J et Reeber A, (2004).** Biochimie métabolique Ed ellipses .Paris. pp: 217-219-220-223-225.

- ✚ **Boskou D, (2006).** Sources of natural phenolic antioxydants. trends in food science and technology, 17:505-512.
- ✚ **Boudjoref M, (2011).** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Mémoire de Magister. Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.
- ✚ **Bouhadjra K, (2011).** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge, thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
- ✚ **Boumediou A et Addoun S, (2017).** Etude ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie). Diplôme de Docteur en Pharmacie, Faculté de Médecine, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 118 p.
- ✚ **Bourgaud F., Gravot A., Milesi S., Gontier E, (2001).** Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Review Plant Science* 161: 839–851.
- ✚ **Bousetla A, Zellagui A, Derouiche K, Rhouati S, (2011).** Chemical constituents of the roots of Algerian *Bunium incrassatum* and evaluation of its antimicrobial activity. *Arabian Journal of Chemistry*. Vol 8. Issue 3. P 313-316.
- ✚ **Boyer RF, Grabill TW, Petrovich RM, (1988).** Reductive release of ferritin iron: a kinetic assay. *Anal Biochem.* 1988; 174:17–22.
- ✚ **Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik and Jovin E, (2007).** Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. 55(19):7879-85.
- ✚ **Bremer K. (1994).** Asteraceae cladistics and classification. Portland, Oregon: Timber Press, Portland.
- ✚ **Bremer B., Bremer K., Chase M.W., Fay M.F et al., (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161 (2), 105-121.
- ✚ **Bruneton J, (1993).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Tech & Doc Lavoisier, 915p.
- ✚ **Bruneton J, (1999).** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Edition Technique et documentation Lavoisier, Paris, pp. 418-419.
- ✚ **Bruneton J, (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4<sup>ème</sup> édition Paris: Tec & Doc Lavoisier. Bioflavonoïdes classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology.* 33: 2-16.



## C

- ✚ **Cakilcioglu U., Khatunb S., Turkoglu I., Haytad S, (2011).** Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazig-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*. 137: 469–486.
- ✚ **Carson C.F., Hammer K.A. et Riley T.V, (1995).** Broth microdilution method for determining the susceptibility of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Microbios*, 82: 181.
- ✚ **Chentouh S, Boulahbel S, Adjaj F, Tolba M et al., (2018).** Effets des extraits organiques de *Bunium Incrassatum* sur quelques paramètres hématologiques chez les lapines de population la race locale. *Revue des bioressources*. Vol 8 N° 2. P 34-42.
- ✚ **Chevalier F.F, (1827).** Flore générale des environs de Paris. Ferra jeune. Paris. 627.
- ✚ **Chevallier, (2001).** Encyclopedia des plantes médicinales. Edit.La rousse, Paris, pp16, 293, 295.
- ✚ **Choubisa S, and al., (1996).** Prevalence of fluorosis in some villages of Dungarpur district of Rajasthan, Indian J. Environ. Health 38 (2) 119–126.
- ✚ **Constance L, (1971).** History of the classification of Umbelliferae (Apiaceae). In V. H. Heywood [ed.], the biology and chemistry of the Umbelliferae, 1–8. Academic Press, London, UK.
- ✚ **Coste H., Flahault CH, (1998).** Flore Description et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. Tombe II (Librairie scientifique et technique, Paris) Flore Description et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. Tombe II (Librairie scientifique et technique, Paris).
- ✚ **Cowan M.M, (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical. Microbiological research* .12(4):564- 582.
- ✚ **Cronquist A, (1981).** An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Ed. Columbia University Press, 1262 p.
- ✚ **Crozier A., Clifford M.N., Ashihara H, (2006).** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Ed. Blackwell Publishing Ltd.
- ✚ **Cvallo J. D., Chardon H., Chidiac., Choutet P., et al., (2006).** Communiqué du comité française de l'antibiogramme. Société Française de Microbiologie. Ed : de janvier.

## D

- ✚ **Debray, M., H. Jacquemin & R. Razafindrambao, (1971).** Contribution à l'inventaire des plantes médicinales de Madagascar. Travaux et Documents de l'ORSTOM, 8 : 1-150.
- ✚ **Degtjareva G.V, Kljuykow.E.V, Samigullin T.H, Valiejo-Roman C.V et al., (2009).** Molecular appraisal of *Bunium* and some related arid and subarid geophilic Apiaceae–Apioideae taxa of the Ancient Mediterranean. *Botanical Journal of the Linnean Society*, Vol 160, Issue 2: 149–170.
- ✚ **Delamarck et Decandolle, (1805).** Flor française ou succinctness de toutes les plantes qui croissent naturellement en France. 3ème édition, p 94-100.
- ✚ **Dellile L, (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie.
- ✚ **Dorman H.J.D et Deans S.G, (2000).** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*. 88 (2) 308–316.
- ✚ **Duraffourd C, Lapraz J-C, Chemli R, (1997).** La plante médicinale de la tradition à la science. 1er congrès Intercontinental. Tunis. Ed. Granche. Paris.
- ✚ **Durand G., Beaudoux J.-L, (2011).** Biochimie médicale : Marqueurs actuels et perspectives. 2ème édition, Lavoisier, Paris, 607p.

## F

- ✚ **Eenink ,a.H, (1981).** Compatibility and incompatibility in witloof-chicory (*Cichorium intybus* L.).2. The incompatibility system. *Euphytica*, 30, 77-85.
- ✚ **Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D, (2007).** La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.
- ✚ **El-Lakany AM, Aboul-Ela MA, Abdul-Ghani MM, Mekky H, (2004).** Chemical constituents and biological activities of *Cichorium intybus* L. *Natural Product Science*. 10:69–73.

## F

- ✚ **Faiku F., Haziri A., Mehmeti I., Bajrami D., Haziri I, (2016).** Evaluation of antibacterial activity of different solvent extracts of *Cichorium intybus* (L.) growing wild in east part of Kosovo. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 26 (5):1486–1491.

- ✚ **Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D. et Guo Z. (1986).** Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé., 64(2) : 159-164.
- ✚ **Farrukh A et Iqbal A, (2003).** Broadspectrum antibacterial and antifungal properties of certain traditionally used Indian medicinal plants. World J Microbiol Biotechnol.; 19: 653- 657.
- ✚ **Favier A, (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, **14**, 108-115p.
- ✚ **Ferrari C.K.B, (2000).** Free radicals, lipid peroxidation and antioxidants in apoptosis: implications in cancer, cardiovascular and neurological diseases. *Biologia*. 55: 581-590.
- ✚ **Fetayah. H, (2015).** Étude ethnobotanique des plantes médicinales à effets cardiovasculaires de la daïra de M'sila. Mémoire de master académique : Gestion d'environnement. Université de M'sila. 79 p. Etudes des plantes phytothérapeutique des nomades en Algérie Steppique « M'sila, Djelfa » (Mémoire de Master Académique).
- ✚ **Fillatre Y, 2011,** Produits phytosanitaires : Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Thèse de doctorat. Université d'Angers. France, 288p.
- ✚ **Finkelstein FO, Juergensen P, Wang S, Santacroce S et al., (2011).** Hemoglobin and Plasma Vitamin C Levels in Patients on Peritoneal Dialysis. 31 (1): 74–79.
- ✚ **Fintelmann V et Weiss R.F, (2004).** Manuel pratique de phytothérapie. Edition Vigot. Paris. P:204.
- ✚ **Floss H.G, (1997).** Natural products derived from unusual variants of the shikimate pathway. *Natural product reports*. 14: 433-434.
- ✚ **Fouche JG ; Marquet A ; Hambuckers A, (2000).** Les plantes médicinales, de la plante au médicament. Observatoire du monde des plantes Sart-Tilman.

## G

- ✚ **Gerbino Philip, (2006).** The Science and Practice of Pharmacy. *American journal of pharmaceutical education*, p 70-71.
- ✚ **Gomina Assoumanou M , Akpona SA., (2011).** Dosage de l'hémoglobine urinaire par un réactif au 3,3'-diméthylbenzidine : mise au point technique. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(2): 479-489.
- ✚ **Gonthier L, Bellec A, Blassiau C, Prat E et al., (2010).** Construction and characterization of two BAC libraries representing a deep –coverage of the genome of chicory (*Cichorium intybus* L. Asteraceae). *BMC Resents*, 11; 3:225.

- # **Goudable J., Favier A, (1997).** Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, **11**, 115-120p.
- # **Gutteridge J.M, (1993).** Free radicals in disease processes: a complication of cause and consequence. *Free Radic. Res. Commun.* 19: 141-158.

## H

- # **Hagerman A.E, (2002).** Tannin Chemistry ([www.users.muohio.edu/hagermae](http://www.users.muohio.edu/hagermae)). Institute of Animal Nutrition, University of Hohenheim (Germany).
- # **Halliwell B, (1994).** Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutrition Reviews*, 52: 253-265.
- # **Harbone J.B, (1993).** The flavonoïds: advances in research since 1986. Chapman and Hall London. Pp 676.
- # **Harkati B, (2011).** Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille Asteraceae : *Scorzonera undulata*. Thèse doctorat : Chimie organique : Constantine : Université de Mentouri Constantine. Algérie.
- # **Haton C, (2005).** Effets des rayonnements ionisants sur la structure de la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat de l'université de Paris VI, France, pp : 43-58.
- # **Hazra B., Sarkar R., Bhattacharyya S., Roy P, (2002).** Tumour inhibitory activity of chicory root extract against Ehrlich ascites carcinoma in mice. *Fitoterapia.* 73(7-8):730-733
- # **Heiüler D, Isolani L, Vignolini O, Tombelli S, Romani A, (2007).** Polyphenol content and antioxidative activity in some species of freshly consumed salads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:1724-1729.
- # **Hernandez-Ochoa L.R, (2005).** Substitution de solvants et matières actives de synthèse par combiné «Solvant/Actif». D'origine végétale. Thèse de doctorat. Institut National Polytechniques de Toulouse. France.
- # **Hertog, M.G.L., Feskens, E.J.M., Hollman, P.C.H, (1993).** Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study. *Lancet* 342: 1007-11.
- # **Heywood V. H., Moore D. M., Richardson I. B. K. et Stearn W. T., (1996).** Les plantes à fleurs 306 Familles de la flore mondiale P. 218- 219.
- # **Hoffman L, (2003).** Etude du métabolisme des phénylpropanoïdes ; analyse de l'interaction de la caféol-coenzyme A-3-O-méthyltransférase (CCoAOMT) avec son substrat et caractérisation fonctionnelle d'une nouvelle acyltransférase, l'Hydroxycinnamoyl-CoA : shikimate/quinate hydroxycinnamoyl Trnsférase (HCT). Thèse de doctorat en Biologie moléculaire et cellulaire. Université Louis Pasteur-Strasbourg I. France.

- # **Hoffman L., Besseau S., Geoffroy P., Ritzenthaler C et al., (2004).** Silencing of hydroxycinnamoyl coenzyme A shikimate/quinate hydroxycinnamoyl transferase affects phenylpropanoid biosynthesis. *Plant cell.* 6(6): 1446-1465.
- # **Hrapkiewicz,K., Medina,L., Holmes,D.D, (1998).** Clinical medicine of small mammals and primates-2nd Edition- Chap 2, Rats, 31-39.
- # **Hussain H, Hussain J, Saleem M, Miana GA, Riaz M, Krohn K, Anwar S. (2011).** Cichorin A: a new benzo-isochromene from *Cichorium intybus*. *Journal of Asian Natural Product Research*; 13:566–569.

## I

- # **Innoncenti , M.,Gallori ,S., Giaccherini,c.,Ieri,F.,Vincieri ,F.F.and Mulinacci,N, (2005).** Evaluation of the phenolic content in the aerial parts of different varieties of *Cichorium intybus* L. *Journal of agricultural food and Chemistry*; 53, 6497-6502.
- # **Iserin P., Masson M, Restellini J. P., Ybert E et al., (2001).** larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins. ed larousse. p10-12.

## J

- # **Jean-Blain, C, (1998).** Aspects nutritionnels et toxicologiques des tanins. *Revue de Médecine Vétérinaire* p149, 911 920.
- # **Jean-Denis J.B, (2005).** Caractérisation de polyphénols stilbéniques et de dérivés induits ou constitutifs de la vigne impliqué dans sa défense contre l'agent pathogène du mildiou de la vigne, *Plasmopara viticola* (Berk and Curt). Thèse de doctorat en Biochimie. Université de Neuchâtel.
- # **Jean V et Jiri S, (1983).** Plantes médicinales. 250 illustrations en couleurs. Ed. Larousse, Paris, 319 p.
- # **Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Steven P, (2002).** Botanique systématique : Une perspective phylogénétique. 1ere Ed. Paris et Bruxelles. pp. 369-384.

## K

- # **Kahl S, Wojcik K, Ewy Z, (1973).** Effect of fluoride on some hematological indices and <sup>59</sup>Fe distribution in the blood and iron-storing tissues in rats, *Bulletin Serie des sciences biologiques*
- # **Kaur H. P., Singh I., Singh N, (2016).** Phytochemical, antioxidant and antibacterial potential of extracts of *Cichorium intybus* (chicory) *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*; .3(12):320–326.

- # **Kening Y., Vincenzo D.L et Normand B, (1995).** Creation of a metabolic sink of tryptophan alters the phenylpropanoid pathway and the susceptibility of potato to *Phytophthora infestans*. *The plant cell*. 7: 1787-1799.
- # **Khetouta M.L., (1987).** Comment se soigner par les plantes médicinales. Marocaines et internationales, Tanger. P 311.
- # **Kiers A. M, (2000).** Endive, chicory, and their wild relation .A systematic and phylogenetic study of *Cichorium* (Asteraceae). *Gorteria Suppl*, 5, 1-78.
- # **Kirillov V, Stikhareva T, Suleimen Y, Serafimovich M et al., (2017) .**Chemical composition of the essential oil from carnation coniferous (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb) growing wild in Northern Kazakhstan. *Natural Product Research*. 31:117–123.
- # **Koch K, Anderson R, Rydberg I, Aman P. (1999).** Influence of harvest date on inulin chain length distribution and sugar profile for six chicory (*Cichorium intybus* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.79:1503-6.
- # **Koechlin-Ramonatxo C, (2006).** Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition Clinique et Métabolisme* ; 20(4) : 165–77.
- # **Ksouri R., Megdiche W., Debez A., Falleh H et al, (2007).** Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant. Journal of Physiology and Biochemistry*. 45, 244-249.
- # **Kumari R, Ali M, Aeri V, (2012) .**Two new triterpenoids from *Cichorium intybus* L. roots. *Journal of Asian Natural Products Research*. 14:7–13.

## L

- # **Lariushin B, (2012).** Apiaceae Family: vol.2. pp. 127,132.
- # **Laroche M.J et Rousselet F, (1990).** Les animaux de laboratoire. Ethique et Bonnes Pratiques. Masson, Paris.
- # **Laroche,M.J., Rousselet,F, (1990).-** Les animaux de laboratoire. Ethique et bonnespratiques-Masson- Chap 7,167-187.
- # **Lefahal M., (2014).** Etude phytochimique, biologique et activité anticorrosion de trois plantes médicinales Algériennes appartenant aux familles Plumbaginaceae, Tamaricaceae et Apiaceae, Thèse de Doctorat. Université De Constantine 1, Algérie.
- # **Lefahal M., Zaabat N., Djarri L., Benahmed M et al., (2017).** Evaluation of the antioxidant activity of extracts and flavonoids obtained from *Bunium alpinum* Waldst. & Kit. (Apiaceae) and *Tamarix gallica* L. (Tamaricaceae). *Pharmacy and Medical Sciences* 30 : 5-9.

- ✚ **Lehucher-Michel M.P., Lesgards J.F., Delubac O., Stocker P et al., (2001).** Stress oxydant et pathologies humaines : Bilan et perspectives préventives. *La Presse Médicale*, 30 (21), 1076-1081p.
- ✚ **Lobo V.A, Patil A, Phatak et Chandra N, (2010).** Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*. 4(8): 118-126.
- ✚ **Lulu SS, Thabitha A, Vino S, Priya AM, Rout M, (2016)** .Naringenin and quercetin – potential anti-HCV agents for NS2 protease targets. *Natural Product Research*. 30:464–468.

## M

- ✚ **Macheix J.J., Fleuriet A et Jay-Allemand C, (2005).** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed Presses polytechnologiques et universitaires romandes. pp 4-5.
- ✚ **Mandegary A, Arab-Nozari M, Ramiar H, Sharififar F, (2012).** Anticonvulsant activity of the essential oil and methanolic extract of *Bunium persicum* (Boiss). B. Fedtsch. *Journal of Ethnopharmacologie*; 140(2): 447-451.
- ✚ **Marc F., Davin A., Deglène.B.L., Ferrand C et al., (2004).** Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Médecine Sciences* ; 20 (4) : 458-63.
- ✚ **Martinez-Cayela M, (1995).** Oxygen free radicals and human disease. *Biochemistry*. 77:147-161.
- ✚ **Masoud, M et al., (2006).** The effect of fluoride and other ions on algae and fish of coastal water of Mediterranean Sea, Egypt.
- ✚ **Mehdi A.W. R, Ridha M. T, AL-Kafawi A. A et Injidi M. H, (1978).** Effect of high fluoride intake on haematological aspects of the mouse. *Quarterly journal of experimental physiology* 63, 83-88.
- ✚ **Mehmood N, Zubaira M, Rizwana K, Rasool N, Shahid M , and Ahmad V U, (2011).** Antioxidant, Antimicrobial and Phytochemical Analysis of *Cichorium intybus* Seeds Extract and Various Organic Fractions. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11 (4): 1145-1151.
- ✚ **Merghem R., Jay M., Viricel M. R., Bayet C. et Voirin B, (1995).** Five 8-C benzylated flavonoids from *Thymus hirtus* (Labiatae). *Phytochemistry*. 38 (3): 637-640.
- ✚ **Mérillon J.M., Fauconneau B., Waffo Teguo P., Barrier L., Vercauteren J et Huguet F, (1997).** Antioxidant activity of the stilbene Astringin, newly extracted from *Vitis vinifera* cell cultures. *Clinical chemistry*. 43: 1092-1093.

- # **Mezache N, (2010).** Détermination structurale et évaluation biologique de substances naturelles de quelques espèces de la famille Asteraceae : *Senecio giganteus* Desf. et *Chrysanthemum myconis* L. Thèse Doctorat: Phytochimie: Constantine : Université Mentouri Constantine. Algerie.
- # **Middleton, E., Kandaswami, C., Theoharides, T.C, (2000).** The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacological Review*, 52, 673-839.
- # **Millogo H., Guisson I. P., Nacoulma O. et Traore A. S, (2005).** Savoir traditionnel et médicaments traditionnels améliorés. Colloque du 9 décembre. Centre européen de santé humanitaire –Lyon.
- # **Minaiyan M., Ghannadi A., Mahzouni P., Abed A, (2012).** Preventive effect of *Cichorium intybus* L. two extracts on cerulein-induced acute pancreatitis in mice. *International Journal of Preventive Medicine*. 3(5):351–357.
- # **Miranda, A. and R.D. Buhler (2002).** Antioxidant activities of flavonoids. Department of Environmental and Molecular Toxicology, Linus Pauling Institute, Oregon State University.
- # **Mohammedi M, (2005).** Antioxidants from the bark of *Burkea africana*, an African medicinal plant. *Phytotherapy research*.16: 148-150.
- # **Molyneux P, (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technoogy*, 26(2): 211-219.
- # **Mueller-Harvey I, (2001).** Analysis of hydrolysable tannins. *Animal Feed Science and Technology journal*, p91, 3-20.
- # **Mueller-Harvey I and Mc Allan A.B, (1992).** Tannins: their biochemistry and nutritional properties. *Adv. Plant Cell Biochem. Biotechnol.* p1, 151-217.
- # **Muldoon M.F., Kritchevsky S.B, (1996).** Flavonoids and heart disease. *British Medical Journal*, 312: 458-9.
- # **Mutai M, (2000).** National and international guidelines for the conduct of chemical safety studies: choice of strain- In: Krinke,G.J.- *The laboratory Rat*, Academic press San Diego CA, PP 17-27.

## N

- # **Najib S, Ahamad J, Ali M, Mir SR, (2014).** Isolation and characterization of fatty acid esters from the seeds of *Cichorium intybus*. *AJPCT*. 2:469–473.



- ✚ **Narayana K.R., Reddy M.S., Chaluvadi M.R and Krishna D.R, (2001).** Bioflavonoides classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*. 33: 2-16.
- ✚ **Nishimura M., Ohkawara T., Kanayama T., Kitagawa K., Nishimura H et al., (2015).** Effects of the extract from roasted chicory (*Cichorium intybus* L.) root containing inulin-type fructans on blood glucose, lipid metabolism, and fecal properties. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 5(3):161–167.

## O

- ✚ **Omóbòwálé TO, Oyagbemi AA, Alaba BA, Ola-Davies OE et al., (2018).** Ameliorative effect of *Azadirachta indica* on sodium fluoride-induced hypertension through improvement of antioxidant defence system and upregulation of extracellular signal regulated kinase 1/2 signaling. *Journal of Basic and Clinical Physiologie and Pharmacologie*, 29(2):155-164.

## P

- ✚ **Pimenov M.G., Kljuykov E.V, (1987).** *Neoconopodium* a newgenus of the Umbelliferae from the Himalaya. *Feddes Repetorium* 98: 373–378.
- ✚ **Ponce A.G., Fritz R, Del Valle C et Roura S.I., (2003).** Antimicrobial activity of oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Society of Food Science and Technology (Elsevier)*.36: 679-684.
- ✚ **Pribitkin E.D, (2005).** Herbal medicine and surgery. *Semin Integr Med* 3:17–23.

## Q

- ✚ **Quezel P., Santa S, (1963).** Nouvelle flore de l'Algerie et des regions desrtiques méridionales.CNRS, Paris.

## R

- ✚ **Rabau, T., Detry, J.F., Bockholtz, C, (1987).** Généralités. In: Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA) (1987). Mécanismes de la reproduction de la chicorée de Bruxelles : fondements et applications à la sélection.
- ✚ **Rahman A, Zareen S, Choudhary MI, Akhtar MN, Khan SN, (2008).**  $\alpha$ -Glucosidase inhibitory activity of triterpenoids from *Cichorium intybus*. *J Nat Prod*. 71:910–913.
- ✚ **Raven, H., Evert, R.F., Eichhon, S.E, (2000).** Biologie végétale. 6ème. traduit par Jules Bouharmont avec la collaboration scientifique de Charles-Marie Evrard. De Boeck Université-Paris. pp.944.

- ✚ **Renu Verma, Ashish Rawat, Showkat Ahmad Ganie, Rajneesh K Agnihotri et al., (2013).** In vitro Antibacterial Activity of *Cichorium intybus* against some Pathogenic Bacteria *British Journal of Pharmaceutical Research*, 3(4): 767-775.
- ✚ **Rizk AM, (1982).** Constituents of Plants Growing in Qatar I.A. Chemical Survey of Sixty Plants. *Fitotrapia.* ; 52:35.

## S

- ✚ **Sahnoun Z., Jamoussi K., Zeghal KM, (1997).** [Radicaux libres et antioxydants: physiologie humaine, pathologie et aspects thérapeutiques]. *Thérapie* ; 52 (4) : 251-270.
- ✚ **Sahraoui, (2015).** Les dérivés hydroxyanthracéniques laxatifs. Laboratoire de pharmacognosie. 9 p.
- ✚ **Sainvitu P., Nott K., Richard G., Blecker C., Jérôme C., Wathelet J.P., Paquot M and Deleu M, (2012).** Structure, properties and obtention routes of flaxseed lignin secoisolariciresinol. *Biotechnology Agronomy Society and Environment review*. 16 (1): 115-124.
- ✚ **Sakagami H., Hashimoto K., Suzuki F., Ogiwara T., Satoh K., Ito H., Hatano T., Takashi Y and Fujisawa S, (2005).** Molecular requirements of lignin-carbohydrate complexes for expression of unique biological activities. *Phytochemistry*. 66: 2108-2120.
- ✚ **Salehi P, Mohammadi F, Asghari B, (2008).** Seed essential oil analysis of *Bunium persicum* by hydrodistillation-headspace solventmicroextraction., *Chemistry of Natural Compounds*, 44(1): 111-113.
- ✚ **Santoyo-Sanchez M.P et al., (2013).** Effects of acute sodium fluoride exposure on kidney function: water homeostasis, and renal handling of calcium and inorganic phosphate, *Biol. Trace Elem. Res.* 152 (3) 367–372.
- ✚ **Sarni-Manchado P et Cheynier V, (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Lavoisier. pp 2-10.
- ✚ **Sayyed M.A et Khan S.A, (2010).** Effect of acute fluoride intoxication on some hematological changes in chicken (*Gallus domesticus*), *Biol (PAKISTAN)* 56 (1 & 2) 123–127.
- ✚ **Shad M. A, Nawaz H, Rehman T and Ikram N, (2013).** Determination of some biochemicals, phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Cichorium intybus* L.: a comparative study. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(4): 2013, Page: 1060-1066.
- ✚ **Shahsavari N., Barzegar M., Sahari M. A., Naghdibadi H, (2008).** Antioxidant Activity and Chemical Characterization of Essential Oil of *Bunium persicum*. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63:183–188.

- # **Shan B., Cai Y.Z., Brooks J.D., Corke H, (2007).**The *in vitro* antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*. 117: 112-119.
- # **Shanmugapriya R and Ushadevi T, (2014).** In vitro Antibacterial and Antioxidant Activities of *Apium graveolens*. *International Journal of Drug Development and Research*.
- # **Shimizu H., Kiyohara Y., Kato I., Kitazono T et al., (2004).** Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population: the Hisayama study. *Stroke* 35, 2072–2077.
- # **Sofowora A, (2010).** Plantes médicinales et médecine traditionnelle d’Afrique, 1er édition, Nigeria : 99.
- # **Stephen R. D., Deborah S. K., Krzysztof S., (2000).** A Phylogeny of Apiaceae tribe Scanadiceae evidenced from nuclear ribosomal internal transcribed spacer sequences. *American Journal of Botany* 87(1): 76–95.
- # **Strang C, (2006).** Larousse medical. Ed Larousse.
- # **Street R.A, Sidana J et Prinsloo G, (2013).** *Cichorium intybus*: traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-13.
- # **Subsamanian S., Stacey G et Yu O, (2007).** Distinct crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends in plant science*. 12 (7): 282-283.

## T

- # **Talukder M.E.U. Jannatul A., Talka B.E., Sayedul I et al., (2013).** *In vitro* antioxidant potential of *Momordica charantia* fruit extracts. *British journal of pharmaceutical research*. 3(4): 936-971.
- # **Teugwa M., Sonfack D., Fokom R., Penlap B., Amvam Z, (2013).** Antifungal and antioxidant activity of crude extracts of three medicinal plants from *Cameroon pharmacopeia*. *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 7(21), pp. 1537-1542.
- # **Thomas M, (2011).** Nouvelles méthodologie d’extraction, de fractionnement et d’identification : application aux molécules bioactives de l’argousier (*Hippophaë rhamnoides*). Thèse de doctorat en chimie analytique-Phytochimie l’université d’Orléans.
- # **Thurzova L., (1981).** Les plantes santé qui poussent autour de nous, Edition de Elsevier Séquoia, Bruxelles, 266p.

## V

- ✚ **Vermerius W., Nicholson R, (2006).** Phenolic Compound Biochemistry. Springer, Dordrecht. ISBN, 101, 4020-5163.

## W

- ✚ **W-Erdman J., Balentine J.D., Arab L., Beecher G., et al., (2007).** Flavonoïds and health: proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop. *Journal of Nutrition*. 137: 718-737.
- ✚ **Winkel-Shirley B, (2001).** Flavonoïd biosynthesis. A colorful model for genetics biochemistry, cell biology and biotechnology. *Plant physiology*. 126: 285-493.
- ✚ **Wolfensohn S., Lloyd M, (1998).** Handbook of laboratory animal: Management and Welfare -2nd Edition, section 2, 179-184.

## Y

- ✚ **Yano Y., Satomi M., Oikawa H, (2006).** Antimicrobial effect of spices and herbs on *Vibrio parahaemolyticus*. *International Journal of Food Microbiology*, 111: 6-11.

## Z

- ✚ **Zeghad N, (2018).** Evaluation des propriétés biopharmacologiques, standardisation chimique et valorisation des agroressources fonctionnelles cas de *granatum*, *Citrus aurantium* et *Opuntia ficus-indica*, Thèse Doctorat, Université Des Frères Mentouri-Constantine 1, Algérie.
- ✚ **Zenk M.H et Juenger M, (2007).** Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. *Phytochemistry Review*, 68, 2757 – 2772.

## Webographie

**Anonyme 1:** <http://www.agrobioperigord.fr/upload/biodiv/fiche-asteracees.pdf>)

**Anonyme 2:** (Dr Jesus Cardenas, Directeur médical de Doctissimo, 27 janvier 2017 , Chicorée;  
<http://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/chicoree.htm>).

**Anonyme 3:**

[http://www.missouriplants.com/Bluealt/Cichorium\\_intybus\\_page.html?fbclid=IwAR1aBRFdKyrfcj--v-gj3j-QaIw9FcZm9QOWViXoNISL97jXbNyefdnGtW8](http://www.missouriplants.com/Bluealt/Cichorium_intybus_page.html?fbclid=IwAR1aBRFdKyrfcj--v-gj3j-QaIw9FcZm9QOWViXoNISL97jXbNyefdnGtW8)

**Anonyme 4:** <https://french.alibaba.com/product-detail/chicory-cichorium-intybus-linn-flower-seeds-60227029411.html>.

**Anonyme 5:** [https://www2.dijon.inra.fr/hyppa/hyppa-f/cicin\\_fh.htm](https://www2.dijon.inra.fr/hyppa/hyppa-f/cicin_fh.htm).

# *Résumés*

**Abstract**

The interest of our work was focused on the phytochemical and biological study *in vivo* and *in vitro* of the efficacy of methanolic extracts of the aerial parts of the plant *Cichorium intybus* and the roots of the plant *Bunium sp.*

For screening, chicory, *Cichorium intybus* shows a strong presence for flavonoids and tannins and an absence for anthraquinones, but for earth chestnut (*Bunium sp.*), we noted the absence for flavonoids and anthraquinones and average presence of tannins.

The study of antioxidant activity by the DPPH radical trapping method revealed the antioxidant power of both plants with considerable efficacy in *Cichorium intybus*.

The study of antimicrobial activity by the diffusion method revealed an antibacterial property in both species against the pathogen *E.coli*.

The aqueous extract of *Cichorium intybus* and *Bunium sp* administered to rats treated with NaF gave a higher hemoglobin level than that given by vitamin C as a positive control and that given by the negative control and the healthy control.

So in the end we can say that our two species studied are rich in polyphenols which give them important antioxidant and antimicrobial properties. The aqueous extracts of these two species have successfully countered the negative effect of a hemotoxic agent called sodium fluoride and have caused an increase in hemoglobin levels.

**Keywords:** Phytochemical screening - *Cichorium intybus*- *Bunium sp*- antioxidant potency- antibacterial activity- hemoglobin- sodium fluoride.

ملخص

يرتكز عملنا على دراسة الكيمياء النباتية والبيولوجية في الجسم الحي وفي المختبر لفعالية المستخلصات الميثانولية للأجزاء الهوائية من نبات *Cichorium intybus* ولجذور *Bunium sp*.

بالنسبة للفحص الخاص بالهندباء (*Cichorium intybus*) فإنه يظهر وجودًا قويًا للفلافونويدات والتان وغيابًا للأنتراكينون، لكن بالنسبة لـ *Bunium sp* لاحظنا غياب الفلافونويدات والأنتراكينونات والتواجد المتوسط للتان .

كشفت دراسة النشاط المضاد للأكسدة ان كل من النباتين يملك هذه الخاصية مع وجود فعالية أكبر من طرف نبات *Cichorium intybus*.

دراسة النشاط المضاد للميكروبات بواسطة طريقة الانتشار الموضحة في المستخلص المائي للنبات *Cichorium intybus* سجلت كفاءة تثبيط من قبل النباتين المدروسين.

الفئران التي عولجت بالمستخلص المائي لنبات *Cichorium intybus* ثم بـ NaF اعطت نسبة من الهيموغلوبين أكبر من تلك المعطاة من طرف الفيتامين ج كعنصر تحكم إيجابي، وكذلك التحكم السلبي والفئران الشاهدة السليمة.

يمكننا القول في النهاية أن نوعنا اللذان تمت دراستهما غنيان بعديدات الفينول التي تمنحهما قدرة هامة مضادة للأكسدة وللميكروبات وان المستخلصات المائية لهذين النوعين واجهت التأثير السلبي لعامل سام للدم وهو فلوريد الصوديوم وتسببت في زيادة في مستوى الهيموغلوبين.

**الكلمات المفتاحية:** الفحص الكيميائي النباتي- *Bunium sp*-*Cichorium intybus*-نشاط مضاد للأكسدة-نشاط مضاد للجراثيم -الهيموغلوبين -فلوريد الصوديوم.



Année universitaire : 2018/2019

Présentée par : DJEBABLAH Fatima  
HENNI Nour ElhoudaContribution à l'étude phytochimique et biologique de deux espèces des genres *Bunium* et *Cichorium*

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

L'intérêt de notre travail s'est porté sur l'étude phytochimique et biologique *in vivo* et *in vitro* de l'efficacité des extraits méthanolique des parties aériennes de la plante *Cichorium intybus* et les racines de la plante *Bunium sp.*

Pour le criblage, la chicorée, *Cichorium intybus* montre une forte présence pour les flavonoïdes et les tanins et une absence pour les anthraquinones, mais pour la châtaigne de terre (*Bunium sp*), nous avons noté l'absence pour les flavonoïdes et les anthraquinones et présence moyenne de tanins.

L'étude de l'activité antioxydante par la méthode de piégeage de radical DPPH a révélé le pouvoir antioxydant des deux plantes avec une efficacité considérable chez *Cichorium intybus*.

L'étude de l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion a révélé une propriété antibactérienne chez les deux espèces contre le pathogène *E.coli*.

L'extrait aqueux de *Cichorium intybus* et celui de *Bunium sp* administrés aux rats traité par le NaF, ont donné un taux d'hémoglobine supérieurs à celui donnée par l'administration de la vitamine C en tant que témoin positif et celui données par le témoin négatif et le témoin sain.

Donc en final on peut dire que nos deux espèces étudiées sont riches en polyphénols qui leurs confèrent un pouvoir antioxydant et antimicrobien importants. Les extraits aqueux de ces deux espèces ont bien contré l'effet négatif d'un agent hémotoxique qui est le fluorure de sodium et ont provoqué une augmentation dans le taux d'hémoglobine.

**Mots clés :** Criblage phytochimique - *Cichorium intybus*- *Bunium sp*- pouvoir antioxydant- activité antibactérienne- hémoglobine- fluorure de sodium.

**Jury d'évaluation :**

<b>-Présidente du jury :</b>	Dr ZEGHAD Nadia	MCB Université Constantine 1
<b>-Rapporteur :</b>	Dr BOUZID Salha	MCB Université Constantine 1
<b>-Examineur :</b>	Dr BAALI Nacera	MCB Université Constantine 1

**Date de soutenance :** 10/07/2019