

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de Biologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## LICENCE

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie

**Filière :** Biologie

**Spécialité :** Biochimie

## Thème

**Activité antimicrobienne des extraits phénoliques  
des certaines plantes medicinales**

**Par :**

Hadj amar Khadra

Hiloufa ikram

**Jury :**

**M<sup>elle</sup> TELLI Alia**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa **Encadreur**

**M. BELGHIT Said**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa **Examineur**

**Année universitaire 2013/2014**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
مَنْ كَفَرَ بِاللَّهِ مِنْ بَعْدِ إِيمَانِهِ سَاءَ مَا يَحْكُمُ اللَّهُ بِهِ الْعَاقِبَةَ  
لَهُ يَكْفُرُ بِاللَّهِ مِنْ بَعْدِ إِيمَانِهِ سَاءَ مَا يَحْكُمُ اللَّهُ بِهِ الْعَاقِبَةَ

## **Remerciements**

*Avant tous, nous remercions le bon dieu pour nous avoir accordé la santé et le courage pour pouvoir accomplir ce travail.*

*Qu'il nous soit permis de remercier M<sup>elle</sup>. TELLI Alia, maitre assistante A au département de la Biologie, notre encadreur, qui a supervisé, avec claire voyance et rigueur, la préparation de ce modeste travail. C'est grâce à ses conseils que nous avons pu mener à bien nos recherches.*

*Nous tenons à remercier vivement Mr. BELGHIT S. maitre assistant A au département de la Biologie qui a accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons aussi à remercier Mr. BEN BRAHIM F. maitre assistant A et le chef de département de la Biologie pour son aide et son soutien moral.*

*Nous vifs remerciements s'adressent aussi à BEN HAMMOUDA H. MOULAY OMAR A. qui nous ont accompagnés durant tout le long de notre travail pratique.*

*Nous n'oublions pas les responsables et le personnel administratif du laboratoire, qui contribuent à son bon fonctionnement*

*Enfin un grand merci pour toutes les personnes qui par leur soutien moral surtout et leur amitié nous ont aidé à le mener bien.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A ma mère avec toute mon affection.*

*A mon père avec toute ma reconnaissance.*

*A mon grand-père et ma grande mère*

*A mes frères (Abed Aziz et Abed basset) et mes sœurs (Sara  
et Nour Hoda et Djahida).*

*A toute la famille Hadj Amar*

*A tous mes amis sans exception surtout (Intesser, ikram,  
Mariem, Bakhta, Mehdi)*

*A toute promotion de 3<sup>ème</sup> de Biochimie*

*A tous ceux qui m'ont porté de l'aide, conseils et de bonheur  
de près ou de loin durant toutes ces longues années.*

*Hadj Amar Khadra*

# *Dédicace*

*Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire*

*"Ya akrama lakramine "*

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère **Fadila**.*

*A mon père **Mohamed Hassane**, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.*

*Que dieu les gardes et les protège.*

*À ma grande mère pour leurs prières qui éclaire mon chemin.*

*À ma tante **Dalila** que je l'aime beaucoup pour leur encouragement.*

*À mes frères : **Abedljalile, Mohamed Sayeh , Oussama Et Mohamed Akram** .*

*À mes oncles : **Ali , Bachir , Elmi Et Malek , Mohamed , Khodir Et Abdelhamid** .*

*À mes tantes : **Fatima Zahra , Jamila Et Assia** , et mes belles tantes : **Sadia Et Wafa** qui me aide toujours pendant toutes mes études universitaire , je veux te dire merci bien à tous que me fait et je l'aime beaucoup .*

*À mes sœurs : **Nessrine – Hidya – Farah – Rayane – Marwa –Hannane –Messouda-Bouchera Et Nourelhouda- Lina Et Amira – Ghouferane – Sendes Et Wissam – Radja Et Issera-Imane et Ibetissam** . je demander mon dieu de protéger et de lui offrir le réussite et le bonheur.*

*À ma binome **Kahdra**, et à toutes mes amies : **Ikram – Siham Asma, Amina Et Safa – Mariem**.*

*Et à toute mes collègues et à tous que je connaisse et à tous ceux qui me sont chères.*

*Et à tous ceux qui m'aiment.*

***ikram hiloufa***

## Résumé

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la contribution à la valorisation des plantes médicinales du Sahara septentrional. Parmi ces espèces, nous avons choisi une qui est *Oudneya africana* pour évaluer son activité antimicrobienne. La partie aérienne de la plante (feuilles, fruits, toute la partie aérienne) a été soumise à une infusion par deux solvant l'eau distillée et l'éthanol. Les rendements d'extraction étaient 1,474% (Décoction des Feuilles), 8,7 % (Infusion des Feuilles), 0,380 % (Partie Aérienne) et 5,146% (Fruits). La teneur en polyphénols totaux a été déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Elle est de 79,69 (Dc Fe), 91,35 (IF Fe), 42,34 (PA) et 137,34 (Fr) mg en équivalent d'acide gallique/g du poids sec du matériel végétal. Les flavonoïdes ont été évalués par la méthode de KIM et al. (2003). La teneur est estimée à 7.17 (Dc Fe), 11.74 (IF Fe) ,10.86 (PA) et 21.64 (Fr) mg en équivalent de la rutine/g du poids sec du matériel végétal. L'activité antimicrobienne a été déterminée sur 6 souches bactériennes : *Escherichia coli* E52, *Staphylococcus aureus* S1, *Pseudomonas aeruginosa* (CIP A22), *Bacillus coagulans* (CIP 6625), *Candida albicans* (IPA 200), *Klebsiella pneumoniae* E40 et deux souches des champignons : *Aspergillus ochraceus* ATCC 3174, *Pencillium expansum* selon la méthode de diffusion de disque. Nous avons évalué l'activité antimicrobienne d'un seul extrait qui est l'extrait éthanolique de la partie aérienne. Les résultats obtenus ont montré que cet extrait présente une zone d'inhibition même à une concentration très faible 10% (1 mg/ml).

En conclusion, cette espèce présente une activité antimicrobienne très importante ce qui justifie leur utilisation traditionnelle dans le traitement de certaines infections.

**Mots Clé :** *Oudneya africana*, Sahara septentrional, infusion, décoction, polyphénols, flavonoïde, activité antimicrobienne.

## **Abstract**

This study was conducted as part of the contribution to the promotion of medicinal plants of the septentrional Sahara. Among these species, we chose one which is *Oudneya africana* to evaluate its antimicrobial activity. The aerial part of the plant (leaves, fruits, whole aerial part) was subjected to infusion by two solvents distilled water and ethanol. The extraction yields were 1.474% (Decoction of leaves), 8.7% (Infusion of leaves), 0.380% (Aerial part) and 5.146% (Fruits). The total polyphenols content was determined using the Folin-Ciocalteu reagent. It is 79.69 (Dc Le), 91.35 (IF Le), 42.34 (AP) and 137.34 (Fr) mg gallic acid equivalent / g dry weight of plant material. Flavonoids were evaluated by the method of Kim et al. (2003). The amount is estimated at 7.17 (Dc Le), 11.74 (IF Le), 10.86 (AP) and 21.64 (Fr) mg rutin equivalent / g dry weight of plant material. The antimicrobial activity was determined on 6 bacterial strains: *Escherichia coli* E52, *Staphylococcus aureus* S1, *Pseudomonas aeruginosa* (CIP A22), *Bacillus coagulans* (CIP 6625), *Candida albicans* (API 200), *Klebsiella pneumoniae* and two strains of fungi: (*Aspergillus ochraceus* ATCC 3174, *Penicillium expansum*) by the disc diffusion method. We evaluate the antimicrobial activity of one extract which is the ethanolic extract of aerial part. The results showed that this extract exhibited inhibition zone even at low concentration 10% (1 mg/ml).

In conclusion, this species has a very significant antimicrobial activity which justifies their traditional use in the treatment of certain infections.

**Key Word:** *Oudneya africana*, septentrional Sahara, infusion, decoction, polyphenols, flavonoids, antimicrobial activity.

## الملخص

لقد قمنا بهذه الدراسة من اجل المساهمة في تثمين النباتات الطبية الصحراوية وتقييم نشاطها ضد الميكروبات . ولقد تم انجاز تحقيق حول النباتات وإمكانية الاستطباب بها. ولقد اخترنا من بين هذه النباتات نبتة *Oudneya africana* وقد اخترنا مختلف اجزاء النبتة (منها فاكهة والأوراق والجزء العلوي من النبتة واستعملنا الطريقة التقليدية وذلك باستعمال الماء والايثانول .كانت مردود الاستخراج كالتالي (نقع الاوراق 8.7% وطبخ الاوراق ب1.474% ونقع الفاكهة 5.14% ونقع الجزء العلوي ب0.38 % ) ولقد تم تحديد كمية البوليفينول الاجمالي بواسطة كاشف Folin-Ciocalteu وكانت النتائج كالتالي (نقع الاوراق ب91.35مغ وطبخ الاوراق ب79.69مغ ونقع الفاكهة ب137.34مغ ونقع الجزء العلوي ب42.34 المكافئ لحمض الغاليك غ من الوزن الجاف للنبتة بينما كانت كمية الفلافونويدات كالتالي ( قيمة نقع الاوراق ب71.74 مغ وطبخ الاوراق ب 7.17 مغ وقيمة نقع الفاكهة ب21.64 ونقع الجزء العلوي ب 10.86 مكافئ للروتين / غرام وزن جاف من المواد النباتي .

تم تحديد نشاط مضادات الميكروبات في 6 سلالات بكتيرية , *Escherichia coli* E52, *Staphylococcus aureus* S1, *Pseudomonas aeruginosa* (CIP A22), *Bacillus coagulans* (CIP 6625), *Candida albicans* (IPA 200 و 2 سلالة فطرية *Aspergillus ochraceus* ATCC 3174, *Pencillium* , *Klebsiella pneumoniae* E40 من خلال طريقة الانتشار القرصي، وأظهرت النتائج وجود نشاط مضادات الميكروبات في مصنع دراستها. وأظهرت هذه الدراسة واسعة النطاق التي أجريت على مقتطف النشطة وجود جزيء صغير المخفف 10% مع منطقة كبيرة الطيف مضادات الميكروبات من النشاط ضد سلالات بكتيرية الأنواع التي تم اختبارها.

في الختام هذه الأنواع لديها نشاط مضادات الميكروبات كبيرة جدا الأمر الذي يبرر الاستخدام التقليدي في علاج بعض الأمراض المعدية.

الكلمات المفتاحية: *Oudneya africana* , فلافونويدات بوليفينول. المضادات البكتيرية ; نقع . طبخ

## **Les abréviations**

IFe : Infusion des feuilles

DC Fe : Décoction feuille

IFr : infusion fruit

IPA : infusion partie aérienne

ADN : acide désoxyribonucléique

EAG : équivalent acide gallique

PPT : polyphénols totaux

CMI : concentrations minimales inhibitrices

AMP : L'adénosine mono phosphate

ATPase: enzyme adénosine triphosphate

PAF: Platelet Activating Factor

t-PA : tissue-type plasminogen activator

UV : Ultra violet

Pseudo: *Pseudomonas aeruginosa*

BS: *Bacillus coagulans*

E. Coli : *Escherichia coli*

IPA : institut pasteur Algérie (*Candida albicans*)

Staph : *Staphylococcus aureus*

AO : *Aspergillus ochraceus*

PE : *Pencillium expansum*

OMS : organisation mondiale de la santé.

## LISTE DES TABLEAUX

|  |    |
|--|----|
| <b>Tab.1.</b> - Principales classes des composés phénoliques.....  | 7  |
| <b>Tab.2.</b> - Distribution alimentaire des principales classes de flavonoïdes.....   | 13 |
| <b>Tab.3.</b> -Principaux acides Hydroxbenzoïque, coumarine, hydroxycinnamiques.....   | 16 |
| <b>Tab.4.</b> - Teneur en poly phénols et en flavonoïde des extraits obtenus par infusion et décoction dans l'eau distillée..... | 32 |
| <b>Tab.5.</b> - Présente le moyen et l'écart type de l'extrait de PA.IF/FR.IF.....   | 33 |
| <b>Tab.6.</b> -Activité antimicrobienne de partie aérienne d' <i>Oudneya africana</i> .....                                      | 35 |

## LISTE DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| <b>Fig.1</b> : Voie de Shikimate (Floss, 1997).....   | 4  |
| <b>Fig.2</b> : Voie des phénylpropanoïde (Hoffmann et al, 2004).....  | 5  |
| <b>Fig. 3:</b> Voie de biosynthèse des flavonoïdes.....   | 6  |
| <b>Fig.4</b> : Structure chimique deux flavonoïdes (a : la rutine, b : la saponarine).....  | 8  |
| <b>Fig. 5</b> : Définition des différents types de flavonoïdes à partir du squelette flavane.....   | 9  |
| <b>Fig.6</b> : Structure de base d'acide phénolique (BAHAZ M et RACHDI H et al, 2010).....  | 14 |
| <b>Fig.7</b> : Structures chimiques des unités monomériques constitutives des tanins condensés...   | 18 |
| <b>Fig.8</b> : Situation géographique de la région d'étude Ghardaïa .....   | 21 |
| <b>Fig.9</b> : Rendement d'extraction des feuilles d'Oudneya africana (infusion/décoction) par eau distillé.....                                    | 30 |
| <b>Fig.10</b> : Rendement d'extraction par infusion à l'éthanol de la partie aérienne et des fruits d'Oudneya africana.....                         | 31 |
| <b>Fig.11</b> :Teneur en poly phénols totaux des extraits de feuille d'Oudneya africana infusé par eau distillé.....                                | 32 |
| <b>Fig.12</b> : Teneur en flavonoïde des extraits de la partie aérienne et de fruit d'Oudneya africana (infusion\ décoction) par eau distillée..... | 33 |
| <b>Fig.13</b> : Teneur en polyphénols totaux des extraits de partie aérienne et fruit d'Oudneya africana infusée par éthanol.....                   | 34 |
| <b>Fig.14:</b> Teneur en flavonoïde des extraits des parties aériennes et fruit d'Oudneya africana infusion par éthanol.....                        | 34 |
| <b>Fig.15</b> : courbe de l'étalonnage d'acide gallique .....   | 42 |
| <b>Fig.16</b> : courbe d'étalonnage de rutine .....   | 42 |

## LISTE DES PHOTOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Photo 1:</b> <i>Oudneya africana</i> .....  | 23 |
| <b>Photo.2:</b> <i>Oudneya africana</i> .....  | 23 |
| <b>Photo.3 :</b> Espèce d' <i>Oudneya africana</i> .....   | 23 |
| <b>Photo.4 :</b> Appareil de Rotavapor .....   | 24 |
| <b>Photo.5 :</b> Gamme d'étalonnage des polyphénols totaux .....   | 26 |
| <b>Photo.6 :</b> Gamme d'étalonnages de flavonoïdes.....   | 26 |
| <b>Photo.7 :</b> Etapes de coulage du milieu de culture dans les boîtes de Pétri.....  | 27 |
| <b>Photo.8 :</b> Etapes de préparation de l'inoculum.....  | 28 |
| <b>Photo.9 :</b> zones d'inhibition des extraits d' <i>Oudneya africana</i> sur la bactérie <i>Staphylococcus aureus</i> à dilution 75%..... | 36 |
| <b>Photo.10 :</b> zones d'inhibition d'extrait d' <i>Oudneya africana</i> sur bactérie.....  | 37 |

# Sommaire

|  |          |
|--|----------|
| <b>Introduction Générale .....</b>   | <b>1</b> |
| <i>Chapitre 1: Généralité sur les composés phénoliques</i>                 |          |
| 1.-Composé phénolique .....  | 3        |
| 1.1.- Généralité sur les composés phénoliques.....                         | 3        |
| 1.2.- Biosynthèse des composés phénoliques .....                           | 3        |
| 1. 2.1.- voie de Shikimate .....   | 3        |
| 1.2.2.- voie des phénylpropanoïde .....                                    | 4        |
| 1.2.3.- voie de biosynthèse des flavonoïdes.....                           | 5        |
| 1.3. - Classification de composé phénolique.....                           | 6        |
| 1.3.1.- Flavonoïdes .....  | 7        |
| 1.3.1.1.- Généralité .....   | 7        |
| 1.3.1.2.- Structure de flavonoïde.....                                     | 8        |
| 1.3.1.3.- Les différentes classes de flavonoïdes.....                      | 9        |
| 1.3.1.4.- Propriétés biologiques et pharmacologiques des flavonoïdes ..... | 10       |
| 1.3.1.5.- Biosynthèse, accumulation et classification .....                | 12       |
| 1.3.2.- Acide phénolique .....   | 14       |
| 1.3.2.1.- Acides hydroxy benzoïques .....                                  | 15       |
| 1.3.2.2.- Acides hydrox-ycinnamiques .....                                 | 15       |
| 1.3.2.3.- Coumarines .....   | 15       |
| 1. 3.3.- Tanins .....  | 17       |
| 1. 3.3.1.- tanins hydrolysables .....                                      | 17       |
| 1. 3.3.2.- Tanins condensés .....  | 17       |
| 1. 3.3.3.- phlorotanins .....  | 18       |
| 1. 3.4.- Stilbène .....  | 18       |
| 1. 3.5.- Lignanes .....  | 18       |
| 1.4.- Activités biologique de composé phénolique.....                      | 18       |
| 1.5.- Activité antimicrobienne des composés phénoliques.....               | 20       |
| 1.5.1-Généralités.....   | 20       |

## Chapitre 2: Méthodologie Du Travail

|   |    |
|---|----|
| 2.- Méthodologie du travail.....  | 21 |
| 2.1.- Présentation de la zone d'étude.....                                    | 21 |
| 2.2.- Matériel biologique.....  | 22 |
| 2.2.1.- Matériel végétal.....   | 22 |
| 2.2.2.- Souches bactériennes.....   | 24 |
| 2.3.- Méthodes.....   | 24 |
| 2.3.1.- Récolte et séchage et broyage.....                                    | 24 |
| 2.3.2.-Extraction.....  | 24 |
| 2.3.3.- Détermination de Rendement d'extraction.....                          | 25 |
| 2.3.4.-Méthodes de dosage des polyphénols totaux, des flavonoïdes.....        | 25 |
| 2.3.4.1.- Dosage des polyphénols totaux.....                                  | 25 |
| 2.3.4.2.-Dosage des flavonoïdes.....  | 26 |
| 2.3.5.-Activité antimicrobienne de l'extrait d' <i>Oudneya africana</i> ..... | 26 |
| 2.3.5.1.- Préparation du milieu de culture .....                              | 27 |
| 2.3.5.2.- Préparation de l'inoculum.....                                      | 27 |
| 2.3.5.3.- Ensemencement.....  | 28 |
| 2.3.5.4.- Préparation des dilutions des différents extraits.....              | 28 |
| 2.3.5.5.- Dépôt des disques.....  | 28 |
| 2.3.5.6.- Lecture des antibiogrammes.....                                     | 29 |
| 2.3.5.7. - Determination des CMI.....   | 29 |

### **Chapitre 3 : Résultats Et Discussion**

|  |    |
|--|----|
| 3.- Résultats et discussion.....   | 30 |
| 3.1- rendement d'extraction .....  | 30 |
| 3.1.1- rendement d'extraction pour les feuilles d' <i>Oudneya africana</i> (infusion /<br>décoction) par eau distillé .....  | 30 |
| 3.1.2- Rendement d'extraction pour la partie aérienne et les fruits d' <i>Oudneya<br/>    africana</i> infusion par éthanol .....  | 31 |
| 3.2.- Teneur en polyphénol totaux et en flavonoides.....   | 32 |
| 3.2.1.- Teneur en polyphénol totaux et en flavonoides des d'extraits<br>d' <i>oudenya africana</i> par infusion et décoction avec l'eau distillé.....                    | 32 |
| 3.2.2.- Teneur en polyphénol totaux et flavonoides des l'extraits de la partie<br>aérienne et de fruit d' <i>oudenya africana</i> obtenu par infusion avec éthanol ..... | 33 |
| 3.3.- Evaluation de l'activité antimicrobienne .....   | 35 |
| <br><b>Conclusion générale</b> .....   | 37 |
| <b>Références Bibliographiques</b> .....   | 38 |
| <b>Annexes</b> .....   | 41 |

## Introduction Générale

L'usage des plantes en médecine est très ancien. On a même découvert que les animaux sauvages utilisent instinctivement certaines plantes pour se soigner ! Aujourd'hui, pour que la médecine traditionnelle puisse porter ses fruits à une large échelle, et de manière encore plus efficace, il lui faut rencontrer la médecine dite «moderne » (CTA, 2007).

Par ailleurs, selon l'OMS, près de 6377 espèces de plante sont utilisées en Afrique, dont plus de 4000 sont des plantes médicinales qui constituent 90% de la médecine traditionnelle. En 2004, près de 75% de la population africaine à recours aux plantes qui l'entourent pour se soigner et n'a pas accès aux médicaments dits modernes (DILLO, 2000).

L'étude des extraits des plantes médicinales est le domaine de recherche préféré des spécialistes de chimie organique .la plupart estiment que c'est un sujet d'étude tout Naturel pour un chimiste.non seulement en raison de l'abondance des plantes dans un notre environnement, mais aussi à cause du rôle important joué par les plantes dans notre médecine traditionnelle .on même suppose que si l'on prenait la peine de découvrir ce qu'utilise l'herboriste et d'en obtenir les extraits ,on ferait sans aucun doute l'acquisition de substances nouvelles pour la médecine moderne .(Bahaz ,2012)

La flore algérienne est caractérisée par sa diversité florale méditerranéenne saharienne et une flore paléo tropicale, estimée a plus de 3000 espèces appartenant a plusieurs familles botanique, ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable (15%) d'espèces endémiques ce qui a donné a la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable (OZENDA, 1977).

En Algérie en général, l'industrie pharmaceutique, mais également des médecins et chimistes cherchent de mieux connaitre le patrimoine des espèces spontanées utilisées en médecine traditionnelle. Leurs modes d'utilisation, leur indications dans diverse pathologies ainsi que les principes actifs sont étudiés depuis une vingtaine d'années (cherifs et magdouds , 2011).

Dans le Sahara, il y a des espèces qui sont peu ou pas étudiées et qui sont caractérisées par leur endémisme. Il y a même des espèces qui sont en danger de menacer par les exploitations agricoles. Une des espèces qui sont très peu étudiées est l'*Oudneya africana*. Dans ce contexte, ce travail vise à extraire les principes actifs à partir des différentes parties de la plante, de déterminer le taux des polyphénols et des flavonoïdes et d'étudier l'activité antimicrobienne de ces extraits.

Ce travail comporte deux parties :

- Une première partie consacrée à une synthèse bibliographique sur les composés phénoliques et leurs différentes classes.
- Une deuxième partie consacrée à une étude expérimentale qui renferme deux chapitres : dans le premier chapitre nous avons décrit les différentes étapes suivies dans ce travail afin de prouver l'activité biologique de l'espèce choisie. Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté les principaux résultats avec la discussion.

## 1.1.- Généralités sur les composés phénoliques

Les polyphénols ou composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne Végétal. Ils peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes (d'où la dénomination de métabolites secondaires). Par opposition aux métabolites primaires qui alimentent les grandes voies du métabolisme basal, mais ils sont essentiels dans l'interaction de la plante avec son environnement (**Zeghad, 2008**).

Ces composés ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés). (**Macheix et al, 2005**) Avec plus de 8000 structures phénoliques identifiées et été isolés (**Urquiaga & Leighton, 2000**).

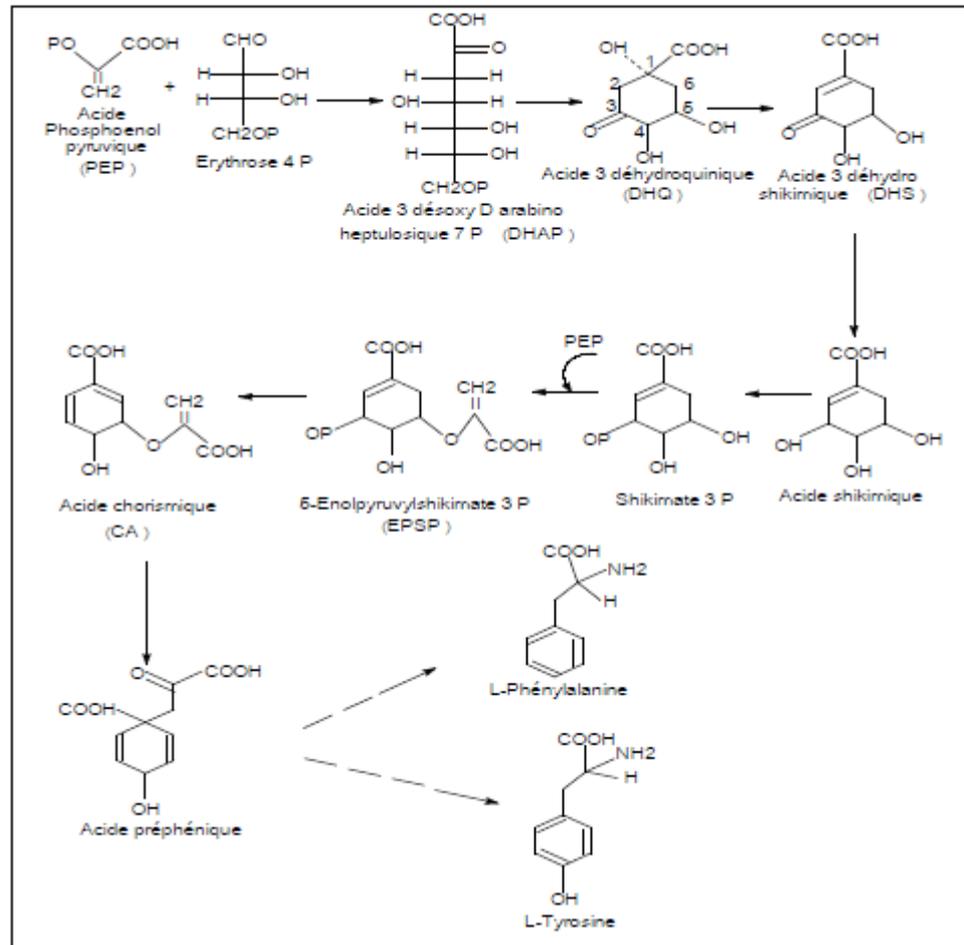
Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protéides et lipides), les végétaux accumulent fréquemment des métabolites dits « secondaires » dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Herbert, 1989**).

Les métabolites secondaires appartiennent à des groupes chimiques très variés tels les alcaloïdes, les terpènes, les composés phénoliques, etc. (**Marouf & al, 2000**).

## 1.2.- Biosynthèse des composés phénoliques

### 1.2.1- voie de Shikimate

C'est souvent la voie de biosynthèse des composés aromatiques, elle joue un rôle critique pour contrôler le métabolisme de la voie de phénylpropanoïde. (**Kening et al, 1995**).



**Figure 1 :** voie de Shikimate (Floss, 1997).

### 1.2.2.- Voie des phénylpropanoïde

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

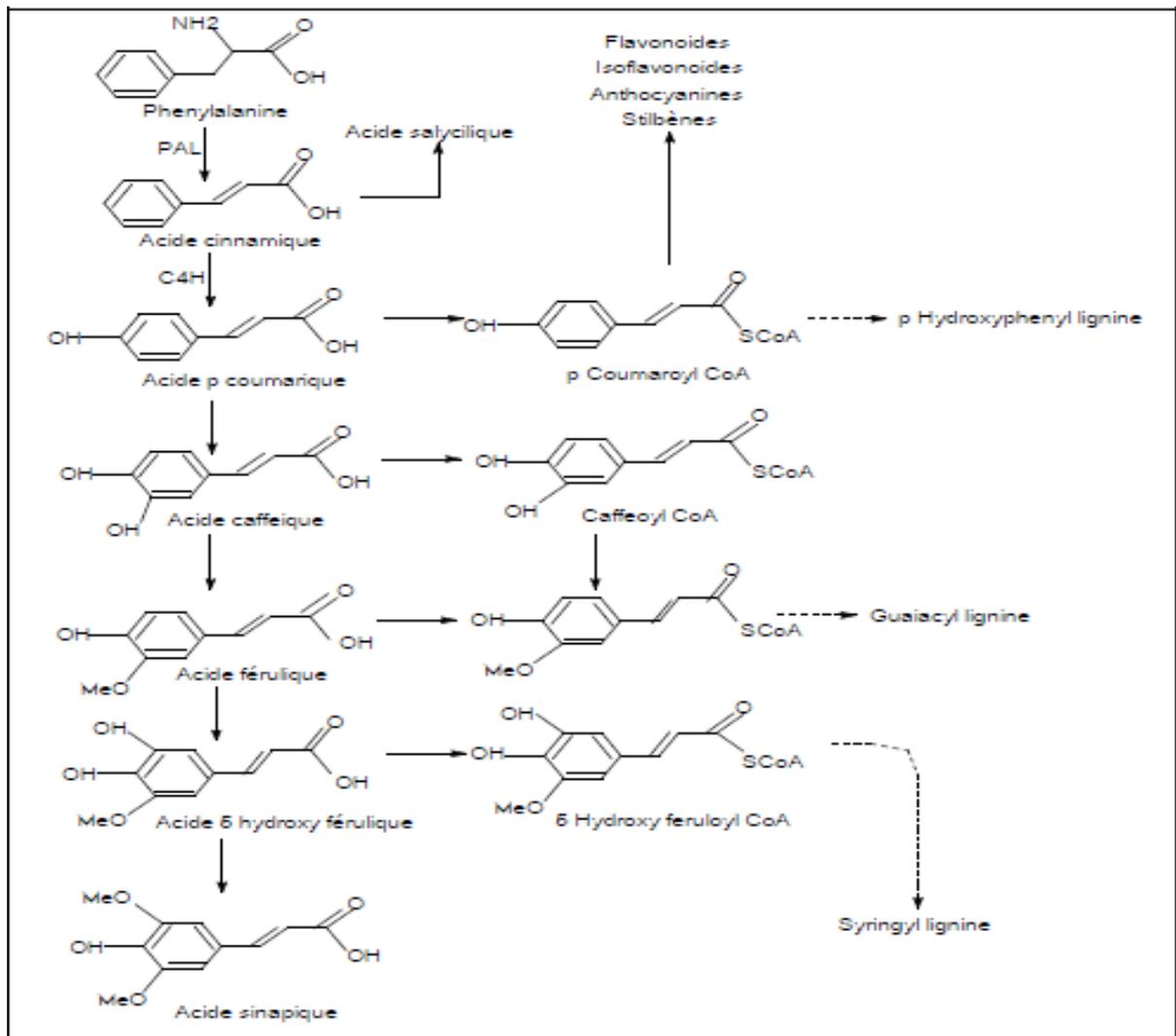
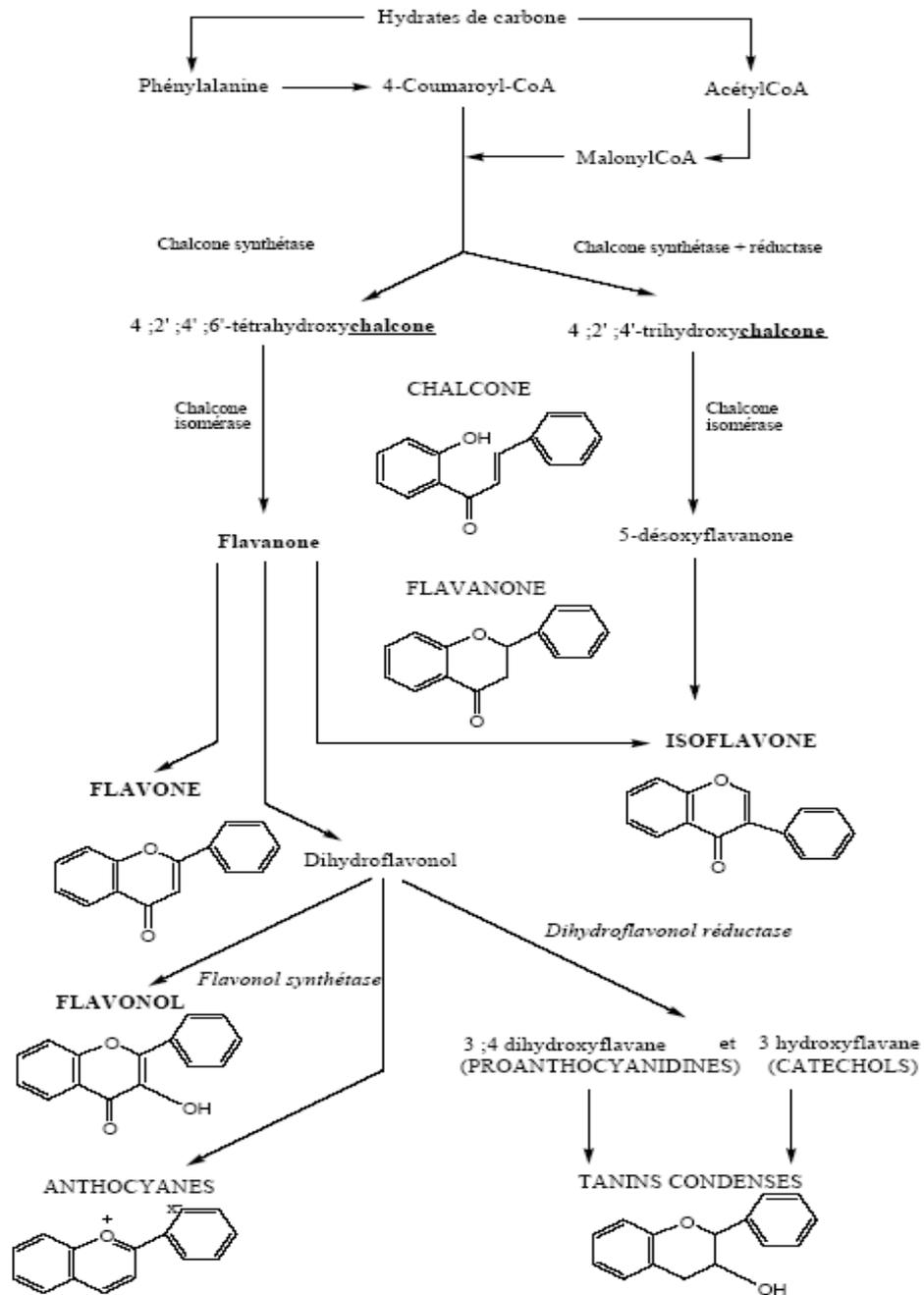


Figure 2 : Voie des phénylpropanoïde (Hoffmann et al, 2004)

### 1.2.3.- Voie de biosynthèse des flavonoïdes

Tous les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et, de ce fait, possèdent le même élément structural de base, L'étape clé de la formation des flavonoïdes est la condensation, catalysée par la chalcone synthase, d'une unité phényle propanoïde avec trois unités malonyl-CoA. Cette chalcone est l'intermédiaire caractéristique de la synthèse des divers flavonoïdes (Zeghad. N & al 2008).



**Figure 3 :** Voie de biosynthèse des flavonoïdes (Winkel-Shirley, 2001 ; Subsamanian et al, 2007)

### 1.3.- Classification de composé phénolique

Les composés phénoliques sont commodément classés selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de base. Les différentes classes principales de ces composés phénoliques isolées des plantes sont illustrées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 1** -Les principales classes de composés phénoliques (**DAAYF et LATTANZIO, 2008**).

| Les composés phénoliques |                          |  |                           |
|--------------------------|--------------------------|--|---------------------------|
| Squelette carboné        | Classe                   | Exemple                                | Origine                   |
| C6                       | Phénols simples          | Hydroquinone                           | Busserole                 |
| C6-C1                    | Acides Hydroxbenzoïque   | Acides Hphydroxybenzoïque              | Épice, Fraises            |
| C6-C3                    | Acides Hydroxycinamiques | Acide Pcoumarique                      | Tomates, ail              |
|                          | Coumarines               | Ombelliferone                          | Carottes, Coriandre       |
| C6-C4                    | Napthoquinones           | Juglone                                | Noix                      |
| C6-C2-C6                 | Stilbénoïdes             | Trans-Resvératrol                      | Raisin                    |
| C6-C3-C6                 | Flavonoïdes              | Kaempférol                             | Fraises                   |
|                          | Isoflavonoïdes           | Daidzéine                              | Graines de soja           |
|                          | Anthocyanes              | Delphinidol                            | Raisin Cabernet-Sauvignon |
| (C6-C3) <sub>2</sub>     | Lignanes                 | Entérodiol                             | Bactéries Intestinales    |
| (C6-C3) <sub>n</sub>     | Lignines                 | Ether Bconiférylique du gaïacylglycéro | Bois Fruits à noyaux      |
| (C6-C3-C6) <sub>n</sub>  | Tanins condensés         | Procyanidol                            | Raisins Kaki              |

### 1.3.1.- flavonoïdes

#### 1.3.1.1.- Généralité

Le nom *flavonoïde* est dérivé du mot « Flavus » en latin, qui signifie jaune. L'intérêt nutritionnel pour les flavonoïdes date de la découverte de la vitamine C. et proviendrait du terme *flavedo*, désignant la couche externe des écorces d'orange, cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus, (flavus=jaune) (**Karaali & al, 2004**, **Malešev et Kuntić, 2007**).

Les analyses chimiques ont montré que la fraction active était de nature flavonoïdique. Cette action des flavonoïdes sur la perméabilité vasculaire a été appelée propriété vitaminique P (P étant la première lettre du mot perméabilité).

Les flavonoïdes ont été isolés par le scientifique E.Chervreul en 1814, mais ont été réellement découverts qu'en 1930 par Albert Szent-Györgyi, désignés sous le nom de vitamine P,

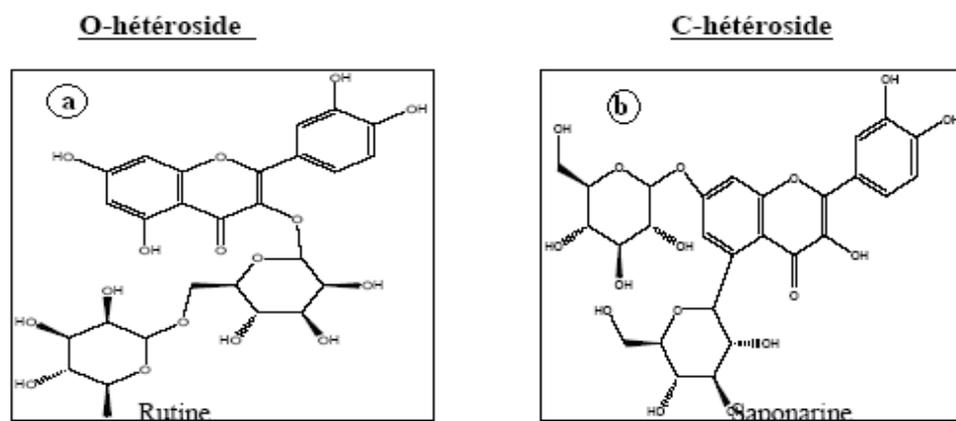
en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins, cette dénomination fut abandonnée lorsqu'on se rendit compte que ces substances ne correspondaient pas à la définition officielle des vitamines, il devient clair que ces substances appartiennent aux flavonoïdes (NIJVELDT & al, 2001).

Les flavones et flavonols incolores, ont un rôle de co-pigment et de protection alors que les flavonoïdes jaunes (chalcones) et les anthocyanosides bleus et rouges sont directement visibles. Certains ne sont visibles que par les insectes, assurant la signalisation pour les pollinisateurs. Les flavonoïdes, dissous dans les vacuoles à l'état d'ahétérosides ou dans des plastes particuliers, les chromoplastes sont présentes dans la cuticule et les cellules épidermique, assurant la protection des tissu contre les rayonnements solaires nocifs. Les flavonoïdes (plus de 3000) ont une origine biogénétique commune et on peut distinguer les flavonoïdes sensu des dérivés flavaniques, des anthocyanosides et des isoflavonoïdes. Les flavones et flavonols représentent 80 des flavonoïdes sensu stricto (DE RIJKE E & al, 2006).

### 1.3.1.2.- Structure de flavonoïde

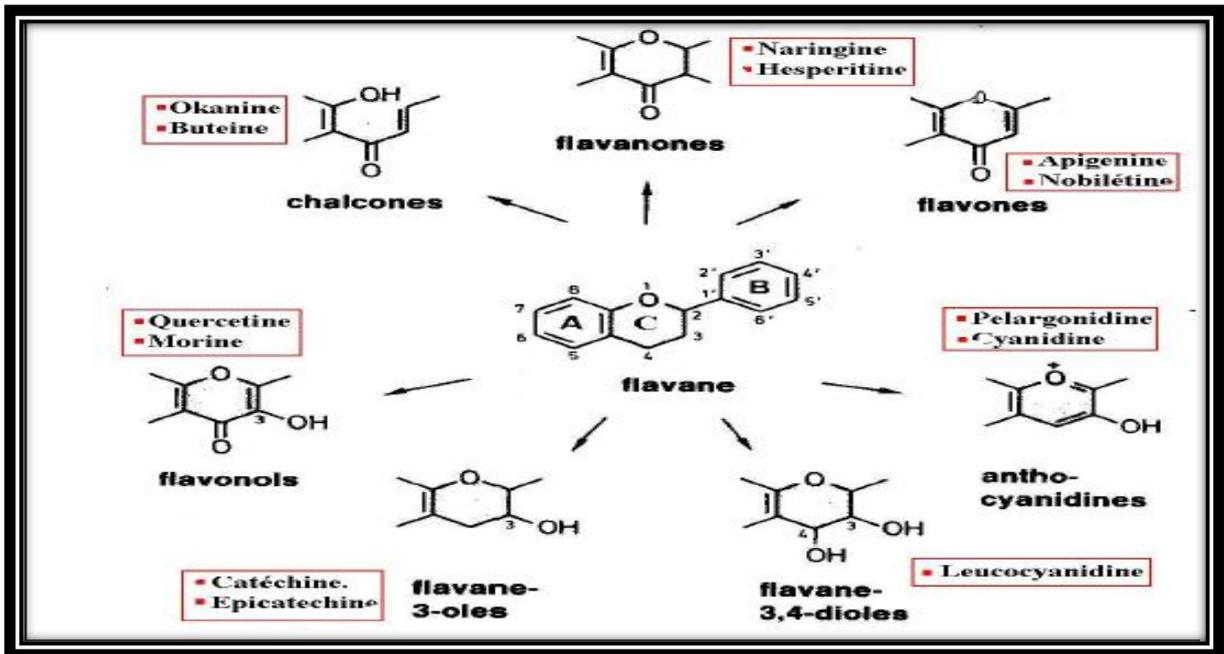
Les flavonoïdes ont tous la même structure chimique de base, ils possèdent un squelette carboné de quinze atomes de carbones constitué de deux cycles aromatiques (A) et (B) qui sont reliés entre eux par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle (C) (W- Erdman & al, 2007).

Généralement, la structure des flavonoïdes est représentée selon le système C6-C3- C6 (Emerenciano & al, 2007) .en formant une structure de type diphenyle propane dont des groupements hydroxyles, oxygènes, méthyles, ou des sucres peuvent être attachés sur les noyaux de cette molécule (Narayana, 2001, Malešev et Kuntić, 2007).



**Figure 4 :** Structure chimique deux flavonoïdes (a : la rutine , b : la saponarine )

### 1. 3.1.3.- Les différentes classes de flavonoïdes



**Figure 5** : Définition des différents types de flavonoïdes à partir du squelette flavane. (Dacosta, 2003, Louis, 2004).

#### a- Les chalcones et auronnes

Gardent la structure de la tétra ou trihydroxychalcone. Le noyau central de la molécule n'est pas totalement cyclisé ou se présente sous forme d'un cycle ne présentant que cinq sommets. Les auronnes sont caractérisés par un structure de 2-benzylidène coumarone. (KEBIECHE & al, 2009).

#### b- Les flavanones

Dérivent des précédentes par une cyclisation au centre du squelette, d'où un hétérocycle. Ils se caractérisent par l'absence de la double liaison entre C2 et C3 par la présence des centres d'asymétrie. (KEBIECHE, 2009).

#### c- les flavones

Dérivent des flavanones par une oxydation qui introduit une seconde double liaison dans l'hétérocycle. Dans plus de 90%, le cycle A est substitué par deux hydroxyles phénoliques en C5 et C7. Par exemple: Glucoside d'apigénine chez le blé et la tricine chez le blé. (KEBIECHE, 2009).

**d- les isoflavones**

Dérivent aussi des flavanones mais outre une oxydation centrale, il y a transposition du cycle latéral du C2 au C4 de l'hétérocycle (**KEBIECHE, 2009**).

**e- les anthocyanes**

Le terme « anthocyanes » à une valeur générale désignant, soit les formes naturelles glycosylées, soit les molécules non glycosylées. Chez les anthocyanes, en plus de la position 3 qui est toujours glycosylée, il y a aussi préférentiellement la position 5 est glycosylée. (**KEBIECHE, 2009**).

**1.3.1.4- Propriétés biologiques et pharmacologiques des flavonoïdes****a-Effets Antiallergiques**

Ces effets sont attribués à l'influence des flavonoïdes sur la production de l'histamine. Les flavonoïdes inhibent les enzymes, telles que l'AMP cyclique phosphodiesterase et ATPase Ca<sup>2+</sup>-dépendante, responsables de la libération de l'histamine à partir des mastocytes et des basophiles (**Di Carlo et al. 1999**). Par exemple, l'ATPase Ca<sup>2+</sup> dépendante dégrade l'ATP produisant ainsi de l'énergie afin de faciliter l'absorption du calcium par les membranes cellulaires, ce qui favorise la libération de l'histamine stockée dans les vésicules. En inactivant cette enzyme, la quercétine a montré un potentiel d'action supérieur à celui du cromoglycate de sodium utilisé comme médicament en empêchant la libération de l'histamine et d'autres substances endogènes qui causent l'asthme (**Marfak, 2003**).

**b-Effets Anti-inflammatoires**

Sous l'action de la cyclo-oxygénase et la lipo-oxygénase, l'acide arachidonique se métabolise respectivement en prostaglandines et leucotriènes induisant ainsi des phénomènes inflammatoires. Landolfi et son groupe ont montré que certains flavonoïdes tels la quercétine et la myricétine, l'apigénine et la chrysin qui sont capables de modifier le métabolisme de l'acide arachidonique dans les plaquettes en inhibant ces enzymes (**Landolfi et al, 1984**).

**c-Effets Anti-Ulcereux**

Dans des expériences réalisées sur des rats, il a été démontré que la quercétine et la naringénine jouent un rôle important dans la réduction de l'ulcère et la protection des cellules gastriques. Il a été suggéré que la quercétine exerce son activité via un mécanisme complexe impliquant la production du mucus, le piégeage des radicaux libres, et également l'inhibition de la production de leucotriènes (**HANANE AISSAOUI, 2010**).

D'autres études ont permis d'établir une relation étroite entre les propriétés antiulcéreuses de la quercétine, naringénine, rutine et kaempférol, et la production du PAF qui est un agent

ulcérogène potentiel. En effet, il s'est avéré que la réduction des dommages gastro-intestinaux est due probablement à l'inhibition du PAF par ces flavonoïdes.

#### **d-Effets Anticancéreux**

Présente pratiquement dans tous les types de thé et en particulier dans le thé vert, la catéchine a montré une activité anti-tumorale (**Bracke & al. 1991**). Une telle activité est attribuée à la capacité de ce flavonoïde d'inactiver le t-PA (tissue-type plasminogen activator) en greffant à celui-ci la laminine, une molécule de la matrice extracellulaire qui joue un rôle important durant la mort cellulaire. La quercétine inhibe la croissance cellulaire en empêchant certaines phases du cycle cellulaire et en bloquant les sites récepteurs des hormones (**Larocca & al, 1994**).

La croissance cellulaire peut être inhibée également par d'autres mécanismes, à savoir : la Stabilisation du collagène, l'altération de l'expression des gènes, et la réduction de radicaux libres (**Di Carlo & al, 1999**). En effet, la catéchine augmente la résistance du collagène et inhibe l'activité de la collagénase.

Les flavonoïdes peuvent aussi empêcher le diabète ou du moins le réduire en inhibant l'enzyme aldose réductase (**Chaudhry et al, 1983**). Certains flavonoïdes peuvent entraver l'athérosclérose et par conséquent réduisent le risque des maladies cardiovasculaires. Les effets anti- viraux des flavonoïdes ont été également démontrés.

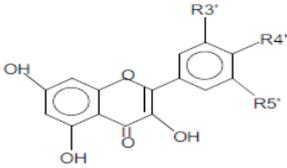
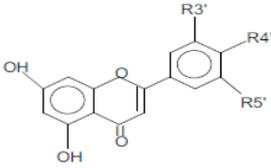
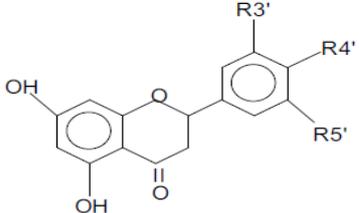
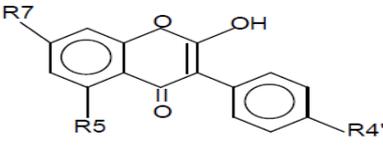
#### **e- Autres propriétés des flavonoïdes**

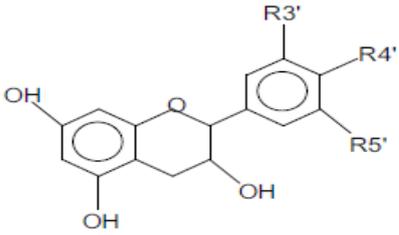
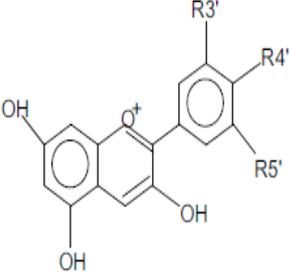
- Protection des plantes contre les radiations UV.
- Sont impliqués dans les processus de défense de la plante contre les infections bactériennes et virales
- Agissent comme des pigments ou des co-pigments.
- Modulation de la distribution d'auxine.
- Fonctionnent comme des signaux moléculaires de reconnaissance entre les bactéries symbiotiques et les légumineuses afin de faciliter la fixation de l'azote moléculaire.
- Régulation de l'élongation des tiges.
- Interviennent dans la maturité des fruits.
- Sont à l'origine des goûts amers et astringents afin de repousser les animaux herbivores (**Zeghad et al, 2008**).

### 1.3.1.5- Biosynthèse, accumulation et classification

Les flavonoïdes possèdent un squelette de base de 15 atomes de carbone C constitués de deux cycles en C6 A et B reliés par une chaîne en C3. Leur biosynthèse se fait à partir d'un squelette moléculaire de base la chalcone qui a une origine biosynthétique mixte: d'une part 3 molécules d'acétyl CoA (apportées sous forme de malonyl CoA) pour le cycle A et d'autre part une molécule de p-coumaroyl CoA pour le cycle B et l'hétérocycle C. L'enzyme clé est la chalcone synthase CHS qui provoque la condensation séquentielle en formant la naringénine – chalcone. Cette chalcone de couleur jaune est métabolisée sous l'action de l'enzyme chalcone isomérase en flavanone: naringénine. C'est sur cette dernière qu'agit ensuite la flavone synthase ou la flavanone-3-hydroxylase pour donner les flavones: apigénine, dihydroflavonol, et (2R-3R)-dihydrokaempférol respectivement. Les deux enzymes citées fonctionnent différemment, la première introduit la double liaison entre les carbones 2 et 3, tandis que la deuxième catalyse l'hydroxylation du C3. Le dihydroflavonol-4-réductase, se métabolise en flavonol, kaempférol ou en flavan-3, 4-diol, leucoanthocyanidol.

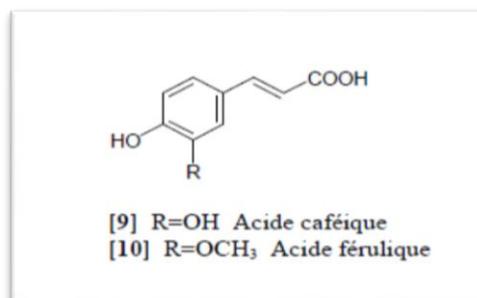
**Tableau 2 : Distribution alimentaire des principales classes de flavonoïdes (W-Erdman et al, 2007).**

| Flavonoïdes   | Exemples   | Aliments  | Caractéristiques  |
|---|--|---|---|
| <p><b>Flavonols</b></p>      | <p>Quercétine</p> <p>Kaempférol</p>                            | <p>Oignon, poireau, brocolis, thé, pommes, chou frisé, vin rouge,</p> | <p>Le groupe le plus abondant des composés phénoliques.</p>   |
| <p><b>Flavones</b></p>       | <p>Lutéoline</p> <p>Apigénine</p>                              | <p>Persil, céleri.</p>  | <p>Le groupe le plus abondant Des composés phénoliques, les flavones se diffèrent des flavonols seulement par le manque d'un OH libre en C3, ce qui affecte ainsi leur absorption aux UV, mobilité chromatographique et les réactions de coloration</p> |
| <p><b>Flavanones</b></p>   | <p>Naringénine</p> <p>Eriodictyol</p>                          | <p>Fruits du genre Citrus.</p>  | <p>Sont caractérisés par l'absence de la double liaison C2-C3, le flavanone le plus abondant est la naringénine, isolée pour la première fois à partir des écorces de citrus.</p>   |
| <p><b>Isoflavones</b></p>  | <p>Genistéine</p> <p>Daidzéine</p>                             | <p>Graines de soja et produits qui en dérivent.</p>                   | <p>Caractérisés par leur variabilité structurale dont l'attachement du cycle B se fait en C3. Ils sont présents dans les plantes sous forme libre ou glycosylée</p>   |
|   | <p>Catéchine</p> <p>Epicatéchine</p> <p>Epigallocatec-hine</p> | <p>Vin rouge, thé noire, thé vert, cacao, chocolat.</p>               | <p>Flavanols ainsi que flavan-3,4diols sont tout les deux impliqués dans la biosynthèse de proanthocyanidines (tanins condensés) par des condensations enzymatiques</p>   |

|   |                           |   |  |
|---|---------------------------|---|--|
|  |                           |   | et chimiques   |
|  | Cyanidine<br>Delphénidine | Raisins, vin rouge, certaines variétés de céréales. | Représentent le groupe le plus important des substances colorées, ces pigments hydrosolubles contribuent à la coloration des angiospermes. |

### 1.3.2.- Acide phénolique

Les acides phénoliques sont tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique, dérivés des acides benzoïques (C6-C1) ou des acides cinnamiques (C6-C3). Ils sont contenus dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales, comme exemple: acide chlorogénique, acide caffeique, acide protocatechique, acide vanillique, acide ferulique, acide sinapique et acide gallique. Ils sont considérés comme substances phytochimiques avec des effets prebiotique, Antioxydant, de chélation et anti-inflammatoire. Leur toxicité est faible et ils sont considérés Non toxiques. Pharmacologiquement, le mieux caractérisé est l'acide caféique, cet acide et l'acide férulique empêchent la formation du cancer des poumons chez les souris, l'acide gallique inhibe la formation du cancer œsophagien chez les rats. (LARAOUH, 2007).



**Figure 6 :** Structure de base d'acide phénolique (BAHAZ M et RACHDI H et al, 2010).

**1.3.2.1.- Acides hydrox benzoïques**

- Ont une structure générale de base de type (C6-C1)
- Existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides
- Les acides Hydroxbenzoïque les plus abondants sont répertoriés dans le tableau 2 : **(Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).**

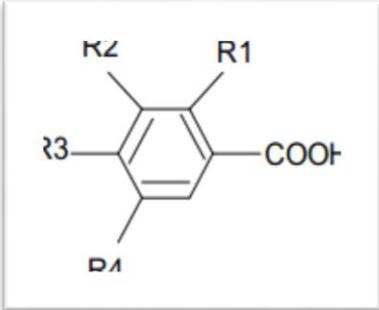
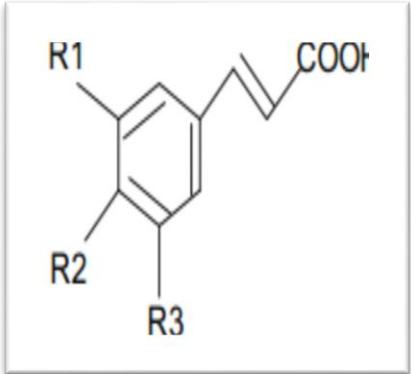
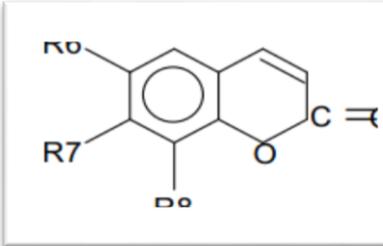
**1.3.2.2.- Acides hydrox-cinnamiques**

Dérivent de l'acide cinnamique et ont une structure générale de base de type (C6-C3). Existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques. Les degrés d'hydroxylation et de méthylation du cycle benzénique, conduisent une réactivité chimique importante de ces molécules. **(Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).**

**1.3.2.3.- Coumarines**

Les coumarines dérivent des acides hydrox cinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale. Les coumarines ont fréquemment un rôle écologique ou biologique. **(Macheix et al, 2005).**

Tableau 3 : Principaux acides Hydrobenzoïque, coumarine, hydroxycinnamiques

| Structure   | R1   | R2   | R3   | R4   | Acides phénoliques        |
|---|------|------|------|------|---------------------------|
|    | H    | OH   | OH   | H    | Acide benzoïque           |
|   | H    | OCH3 | OH   | H    | Acide p-hydroxy Benzoïque |
|   | H    | OH   | OH   | OH   | Acide gallique            |
|   | H    | OCH3 | OH   | OCH3 | Acide syringique          |
|   | OH   | H    | H    | H    | Acide salicylique         |
|   | OH   | H    | H    | OH   | Acide gentisique          |
|  | R1   | R2   | R3   |      | Acides phénoliques        |
|   | H    | H    | H    |      | Acide cinnamique          |
|   | H    | OH   | H    |      | Acide p coumarique        |
|   | OH   | OH   | H    |      | Acide caféique            |
|   | OCH3 | OH   | H    |      | Acide férulique           |
|   | OCH3 | OH   | OCH3 |      | Acide sinapique           |
|  | R6   | R7   | R8   |      | Acides phénoliques        |
|   | H    | OH   | H    |      | Umbelliférol              |
|   | OH   | OH   | H    |      | Aescultol                 |
|   | OCH3 | OH   | H    |      | Scopolétol                |
|   | OCH3 | OH   | OH   |      | Fraxétol                  |
|   | H    | OH   | OH   |      | Daphnétole                |

### 1.3.3.- Les tanins

Les tanins sont des polyphénols qu'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbres, blés fruits (raisin, datte, café, cacao...) et les feuilles de thé. Les tanins sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et les solvants polaires.

Les tanins ont la propriété de tanner la peau. C'est à dire de la rendre imputrescible, cette propriété est liée à leur aptitude à se combiner à des macromolécules (protéines, polysaccharides...). Ils présentent, à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines.

On distingue habituellement, chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structure : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**MAAMRI et al, 2008**).

#### 1.3.3.1.- Les tanins hydrolysables

Ce sont des esters du glucose (ou de molécules apparentées) et d'acides phénols qui sont :

Soit l'acide gallique, on parle alors de tanins galliques :

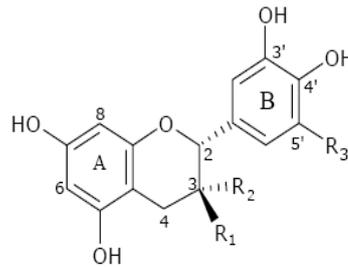
Soit l'acide ellagique, qui est un dimère de l'acide gallique, on parle alors de tanins ellagiques. Dans les deux cas, la fraction osidique est estérifiée par plusieurs molécules d'acide gallique ou plusieurs molécules d'acide ellagique (**GHESTEM, 2001**).

#### 1.3.3.2.- Tanins condensés

Ce sont des proanthocyanidines, composés phénoliques hétérogènes : dimères, oligomères ou polymères du flavanes, flavan-3-ols, 5-flavanols, 5-deoxy-3-flavanols et flavan-3,4-diols (**Sarni-Manchado et Cheynier, 2006**).

Les deux groupes majeurs des proanthocyanidines sont les procyanidines et les prodelphinidines. Les monomères constitutifs des procyanidines sont la catéchine et l'épicatéchine qui peuvent être substituées par l'acide gallique ou des sucres, généralement en position 3 ou plus rarement en position 7. Ces monomères de prodelphinidines sont la gallocatéchine et l'épigallocatéchine, mais on distingue également des monomères de quercétine et de myricétine.

En s'hydrolysant, les tannins condensés ne donnent pas de composés simples comme le glucose ou les acides phénols comme c'est le cas pour les tannins hydrolysables, mais plutôt des anthocyanidines (**HARRAR ABD EL NACER, 2012**).



| Flavanols             | R <sub>3</sub> | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| (+)-catéchine         | H              | OH             | H              |
| (-)-épicatéchine      | H              | H              | OH             |
| (+)-gallocatechine    | OH             | OH             | H              |
| (-)-épigallocatechine | OH             | H              | OH             |

**Figure 7.** Structures chimiques des unités monomériques constitutives des tanins condensés.

### 1.3.3.3. -Les phlorotanins

Les phlorotanins se trouvent dans les algues brunes, ils ne possèdent pas les groupes ortho-phénoliques typiques des tanins condensés et hydrolysables.

### 1.3.4.- Stilbène

Les membres de cette famille possèdent la structure C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> comme les flavonoïdes ce sont des phytoalexines, composés produits par les plantes en réponse à l'attaque par les microbes pathogènes fongiques, bactériens et viraux. Les sources principales des stilbènes sont les raisins, les vins, le soja et les arachides.

### 1.3.5.- Lignanes

Ce sont des composés dont la formation implique la condensation d'unités phénylpropaniques (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>). Leur distribution botanique est large, plusieurs centaines de composés ont été isolés dans environ soixante-dix familles (**Mogode Debete Judith.2005**).

## 1.4-Activité biologique des compose phénolique

L'activité biologique des acides -phénols dépend de plusieurs critère .le premier critère est le nombre de groupements hydroxyles greffés sur la molécule. Les compose phénoliques présentent une activité antioxydant supérieure aux composés monophénoliques, ainsi l'acide gallique possède une activité plus importante que l'acide protocatechérique (**CUVELIER ,1992&TERAO, 1993**). Le deuxième critère est la présence ou non d'un

groupement méthoxyle sur le cycle aromatique. Les présences d'un ou deux groupements méthoxyle en ortho par rapport à un hydroxyle va permettre d'augmenter l'activité d'une molécule. Cette substitution en ortho par un groupement méthoxyle va, en effet, permettre, grâce à sa propriété électro donneuse, d'augmenter la stabilité du radical arloxyle après l'oxydation de la molécule, et donc d'augmenter son activité antioxydant (**TERAO, 1993**).

Enfin, les dérivés de l'acide cinnamique présentent une meilleure activité antioxydant que leurs homologues dérivés de l'acide benzoïque (**CUVELIER, 1992**). Cette différence d'activité serait due à la double liaison de la chaîne latérale des dérivés cinnamiques. Celle-ci aurait un effet stabilisateur du radical phénoxy par un effet de résonance comme les chalcones, les acides-phénols sont des composés connus pour leurs propriétés antioxydantes. Cette capacité à piéger les radicaux libres leur permet d'intervenir dans de nombreux phénomènes biologiques. Certaines études ont montré que les propriétés antioxydantes de ces composés permettent de protéger la cellule contre un stress oxydant. Des composés tels que l'acide gallique et l'acide protocatechique sont capables d'augmenter le taux de survie de cellules de la peau soumises à un stress oxydant important (**SARNI-MANCHADO, P. & CHEYNIER, V., 2006**). Les acides-phénols ne sont pas seulement connus pour leur activité antioxydante. Des études ont montré qu'ils présentent également des activités anti-inflammatoires et anticarcinogènes. Certains acides phénoliques particulièrement l'acide caféique, exercent une activité anti-inflammatoire en inhibant de manière spécifique la synthèse des leucotriènes. Ces composés, impliqués dans l'initiation des phénomènes inflammatoires, sont synthétisés à partir d'un lipide membranaire particulier. L'acide arachidonique. L'acide caféique bloque la synthèse de ces composés en inhibant de manière spécifique l'enzyme responsable de leur biosynthèse, la 5-lipoxygénase.

L'activité anti-carcinogène des acides-phénols a été démontrée à plusieurs reprises lors d'études réalisées *in vitro* et *in vivo*. Une de ces études a montré que l'acide protocatechique (acide 3,4-dihydroxybenzoïque), administré oralement, peut diminuer le pouvoir carcinogène qu'exerce le diéthylnitrosamine sur les cellules hépatiques de rat (**MOKRINI, R., 2006**).

## 1.5.-Activité antimicrobienne

### 1.5.1.- Généralité

Les antibiotiques, au sens strict, sont des produits élaborés par des micro-organismes, mais on inclut généralement parmi eux les dérivés semi-synthétiques et les produits entièrement synthétiques. La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques qui inhibent sélectivement certaines voies métaboliques des bactéries, sans exercer habituellement d'effets toxiques pour les organismes supérieurs. Cette propriété les distingue des antiseptiques (**Bergogne-Berezin et Dellamonica, 1995**). La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents a entraîné la sélection de souches multi-résistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers de nouvelles voies et surtout vers les végétaux qui ont toujours constitué une source d'inspiration de nouveaux médicaments (**Billing et Sherman, 1998**). Qualité alimentaire. *S. Typhimurium* est largement répandue dans les différents réservoirs animaux (porcs, bovins, volailles...) et dans certaines denrées destinées à l'homme (**Medjbar, 2008**).

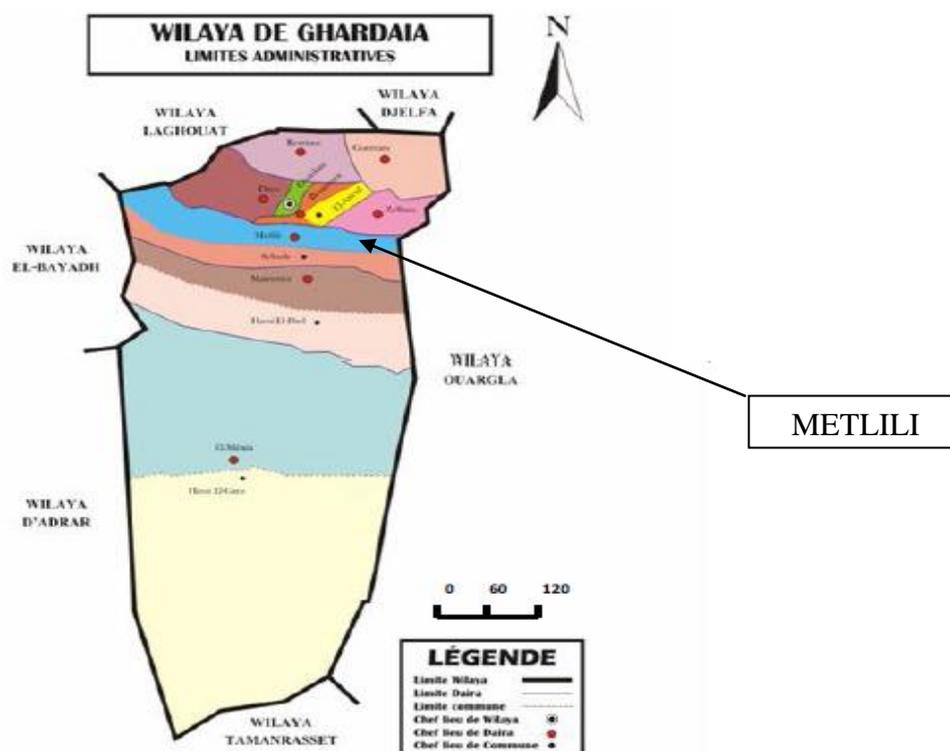
## 2.- Méthodologie du travail

### 2.1.- Présentation de la zone d'étude

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord de Sahara. Elle est issue du découpage administratif du territoire de 1984.

La Wilaya de Ghardaïa est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km) ,
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 Km) ,
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km).
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470 Km).
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km).
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350 Km).



**Figure 8 :** Situation géographique de la région d'étude Ghardaïa (ATLAS, 2005 in BEN SEMAOUNE).

## 2.2.- Matériel biologique

### 2.2.1.- Matériel végétal

#### A.- Description d'*Oudneya africana* R.Br

Le genre *Oudneya* appartient à la tribu Brassiceae (S.I. Warwrik et al 1993). Il comporte une seule espèce, *africana africana* (P. Ozenda Flore du Sahara, 1977).

#### B.- Aspect botanique

Les buissons d'*Oudneya africana* R.Br. mettent ça et là, au bord des oueds et les rocailles la note vive de leurs fleurs d'un beau rose violacé. Les fleurs épanouies parmi les gousses des fruits sont dressées en grappes distinctives.

- Floraison : hiver-printemps
- Habitat : rocailles, terrains gypseux, Sahara septentrional
- Aire géographique : endémique, Algérie-Tunisie
- Etymologie de la plante : endémique de Sahara.

Cette plante est qualifiée d' 'africaine'.

#### C.- Place dans la systématique

- **Embranchement** : Spermaphyte.
- **Classe** : Dicotylédone.
- **Ordre** : Pariétale.
- **Famille** : Brassicaceae ou Cruciferae.
- **Sous-famille** : Brassicoideae.
- **Tribu** : Brassiceae
- **Genre** : *Oudneya*
- **Espèce** : *Oudneya africana*
- **Synonyme** : *Henophyton deserti* (Coss. & Dur.)

#### D.- Description botanique

*Oudneya africana* R.Br. est un arbrisseau rameau atteignant plus de 1.50 m de hauteur, à feuilles longues de 2 à 3 cm, charnues, légèrement spatulées et d'un vert foncé, à fleurs grandes à quatre sépales dressés et quatre pétales onguiculées d'un rose violacé vif, à veines plus foncées

, à six étamines (dont deux plus courtes) à anthères jaunes autour du pistil et à fruits siliques dressées, longues, à bec court et plutôt charnu, à graines largement ailées (**Figure 1, 2, 3**).



**Photo 1 :** *Oudneya africana* (originale)



**Photo 2 :** *Oudneya africana* (SAMEDI, 2008)



**Photo 3 :** Espèce d'*Oudneya africana* (SBF, 2011)

#### **D.- Usage traditionnelle**

*Oudneya africana*, connue sous le nom arabe "*Hannet l'ibel*", est largement exploitée en Algérie et au Maroc. L'utilisation de cette espèce en Phytothérapie est relativement ancienne au Maroc, elle est consommée comme bon traitement pour les maladies de l'intestin (**BELLAKHDAR, 1997**). Au sud Algérien, elle est indiquée pour les maladies de la peau en usage externe, sous forme de pâte, mélangée avec du Henné (*Lawsonia inermis*) (**SMADI, 2008**).

### 2.2.2.- Les souches bactériennes

*Escherichia coli* E52, *Staphylococcus aureus* S1, *Pseudomonas aeruginosa* (CIP A22), *Bacillus coagulans* (CIP 6625), *Candida albicans* (IPA 200), *Klebsiella pneumoniae* E40, et les deux souche champignon (*Aspergillus ochraceus* ATCC 3174, *Pencillium expansum*).

### 2.3.- Méthodes

#### 2.3.1.- Récolte et séchage et broyage

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne de la plante *Oudneya africana* R.Br récoltée à Metlili en 30 mars 2013. Les échantillons sont séchés à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante. Les différentes parties séchées séparément ont été broyées et stockées soigneusement dans un endroit sec.

#### 2.3.2.-Extraction

L'extraction des principes actifs de l'espèce étudiée est effectuée par infusion et décoction on basant sur le mode traditionnel de préparation. Pour les feuilles, nous avons fait une décoction et une infusion avec l'eau distillée, alors que pour la partie aérienne et les fruits, nous avons effectué l'infusion avec l'éthanol avec un rapport poudre végétale/solvant de 1/10 : p/v. Après 30 min les extraits ont subit à une filtration. Les extraits obtenus sont ensuite concentrés par le Rotavapor (HEIDOLPH) à 45°C pour éthanol et 55°C pour l'eau distillée. Les extraits concentrés sont conservés dans des flacons sombre à + 4 °C.



**Photo 4 :** Appareil de Rotavapor (originale )

### 2.3.3.- Détermination de Rendement d'extraction

Le rendement en composé phénolique est le rapport entre le poids de l'extrait et le poids de la biomasse végétale à traiter. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule donnée par (Falleh et al, 2008) suivants :

$$R = (Pe/Pv) \times 100$$

Où :

**R** : Rendement d'extraction en % ,

**Pe** : Poids d'extrait en gramme ,

**Pv** : Poids de la biomasse végétale.

### 2.3.4.-Méthodes de dosage des polyphénols totaux, des flavonoïdes

#### 2.3.4.1.- Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux par le réactif de Folin-Ciocalteu a été décrit dès 1965 (SINGLETON et ROSSI, 1965 cités par BOIZOT et CHARPENTIER, 2006). Son utilisation s'est largement répandue pour caractériser les extraits végétaux d'origine la plus diverse. Le réactif est constitué par un mélange d'acide phospho-tungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phospho-molybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes de tungstène et de molybdène (RIBEREAU-GAYON, 1968). La coloration bleue produite est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits végétaux. La mesure de l'absorbance est effectuée à 765 nm par un spectrophotomètre (JENWAY 6315) après une heure de repos à l'obscurité. Une courbe d'étalonnage est effectuée en prenant l'acide gallique comme référence. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique pour 1 g de poids sec d'*Oudneya africana* (TELLI, 2009).



**Photo5 :** Gamme d'étalonnage des polyphénols totaux (original).

#### 2.3.4.2.-Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes totaux sont déterminés selon le test colorimétrique de **KIM, JEONG et LEE (2003)**. L'absorbance de développement de la couleur rose est déterminée à 510 nm par un spectrophotomètre (JENWAY 6315). La préparation de la courbe d'étalonnage est faite avec la rutine et les résultats sont exprimés en mg équivalent en rutine par 1 g du poids sec d'échantillon (**TELLI, 2009**).



**Photo 6 :** Gamme d'étalonnages de flavonoïdes.

#### 2.3.5.-Activité antimicrobienne de l'extrait d'*Oudneya africana*

L'activité antimicrobienne d'*Oudneya africana* a été effectuée par la technique de diffusion sur l'agar (la méthode de disque) selon la méthode décrite par Falleh et ses collaborateurs (2008) vis-à-vis de huit souches bactériennes Les différentes espèces (*Escherichia coli* E52, *Staphylococcus aureus* S1, *Pseudomonas aeruginosa* (CIP A22), *Bacillus coagulans* (CIP 6625), *Candida albicans* (IPA 200), *Klebsiella pneumoniae* E40), et les deux souches

champignon (*Aspergillus ochraceus* ATCC 3174, *Penicillium expansum*). Sont d'abord repiquées par la méthode des stries dans des boîtes de Pétri contenant le milieu gélose nutritive, puis incubées à 37 °C pendant 24 h. Une ou plusieurs colonies de chaque culture pure sont prélevées et transférées dans l'eau physiologique stérile. Un prélèvement à partir de cet inoculum sert à ensemercer de nouvelles boîtes de Pétri contenant la gélose nutritive par technique d'écouvillonnage. Des disques de 6 mm de diamètre ont été préparés à partir de papier Wattman n03, puis stérilisés par UV pendant 15 min.

### 2.3.5.1.-Préparation du milieu de culture

Le milieu de culture approprié à cette étude est la gélose nutritive préparée comme suit Dissoudre (10 g peptone ,5g extrait de viande, 5g de NaCl, 20g agar). Dans un litre d'eau distillée. Faire bouillir avec agitation jusqu'à dissolution complète, puis auto-claver pendant 15 minutes à 121°C et finalement couler le milieu dans les boîtes de Pétri. (Photo7).



**a** : Fondre les milieux au bain-marie



**b** : Remplissage des boîtes Pétri



**c** : Refroidissement de milieu de culture

**Photo 7** : Etapes de coulage du milieu de culture dans les boîtes de Pétri.

### 2.3.5.2.-Préparation de l'inoculum

A partir d'une culture jeune, on prélève à l'aide d'une anse de platine deux à trois colonies pures et bien isolées qu'on décharge dans un tube contenant 20 ml l'eau physiologie stérile. L'enrichissement dure pendant 2 à 3 heures (photos 08)



**a** : Boite des souches testées



**b** : Décharge les colonies dans un tube renferme l'eau physiologique

**Photo 8** : Etapes de préparation de l'inoculum

### 2.3.5.3.- Ensemencement

Sur des boites contenant la gélosé nutritive on introduit 3 à 5 ml d'inoculums. On obtient ainsi , un étalement uniforme en nappe. L'excès du liquide est aspiré à l'aide d'une pipette pasteur et rejeté dans un bac d'eau de javel.

### 2.3.5.4.- Préparation des dilutions des différents extraits

Les extraits d'*Oudneya africana* ont été dilués avec l'eau ou l'éthanol selon le solvant utilisé pour l'extraction. Les dilutions préparées sont : 100%, 75%, 50%, 25%, 10% et 0%.

### 2.3.5.5.- Dépôt des disques

Les disques sont prélevés à l'aide d'une pince stérile, puis imbibés avec l'extrait d'*Oudneya africana* jusqu'à imprégnation total du disque, puis séchés pour faire évaporer le solvant. Les disques ainsi traités sont déposés sur la surface de la gélose inoculée.

De même les antibiogrammes réalisés avec des disques contenant des antibiotiques (témoin positif) appropriés prêts à l'emploi ont été utilisés pour la comparaison avec les résultats des extraits testés et les disques Wattman imprégnés d'éthanol et de l'eau distillée (témoin négatif). En fin, les boites préparées ont été incubées à l'étuve à 37°C pendant 24 heures pour les bactéries et 48 heures pour les champignons.

**2.3.5.6.- Lecture des antibiogrammes**

La lecture des antibiogrammes a été faite par la mesure des diamètres des halos d'inhibitions au tour des disques.

**2.3.5.7.- Détermination des CMI**

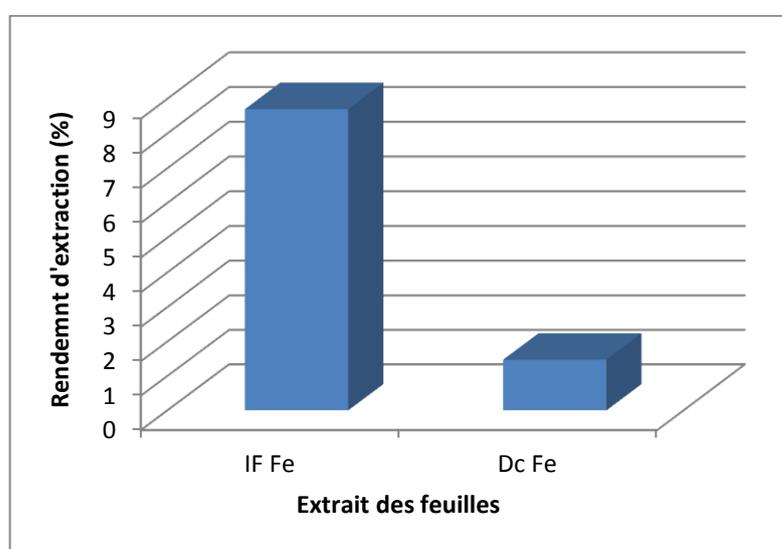
Pour les concentrations minimales inhibitrices (CMI), Il s'agit de déterminer les plus petites concentrations auxquelles les extraits présentent encore une activité antibactérienne visible à l'œil nu.

### 3.- Résultats et discussion

#### 3.1.- Rendement d'extraction

##### 3.1.1.- Rendement d'extraction pour les feuilles d'*Oudneya africana* (infusion /décoction) par eau distillé

L'extraction des principes actifs à partir des feuilles est effectuée par l'infusion et la décoction par l'eau distillée. Le rendement d'extraction des deux extraits est présenté dans la figure 09.

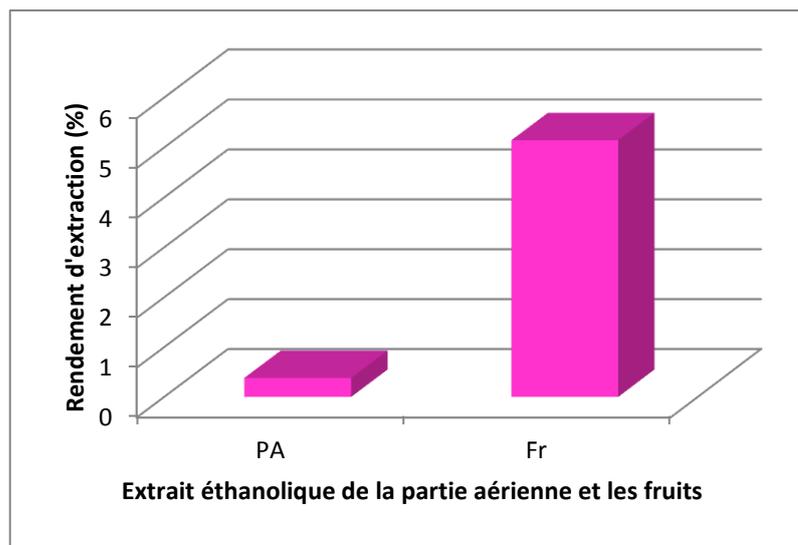


**Figure 9 :** Rendement d'extraction des feuilles d'*Oudneya africana* (infusion/décoction) par eau distillée.

Il est à noter que le rendement d'extraction par infusion est supérieur à celui de décoction et qui sont 8,7 et 1,47% respectivement. Bien que la température élevée fait amollir les tissus qui sont sec et solide, elle peut aussi favoriser la dénaturation des molécules ce qui conduit à leur association en particules très volumineuses et que ne passent pas à travers le papier filtre. Par contre, l'infusion est une technique d'extraction douce n'entraîne pas l'altération des molécules, ce qui explique le rendement le plus élevé dans ce type d'extraction.

### 3.1.2.- Rendement d'extraction de la partie aérienne et des fruits d'*Oudneya africana* (infusion par éthanol)

Concernant la partie aérienne et les fruits, nous avons fait l'extraction par infusion mais avec l'éthanol. Les résultats obtenus, donnés par la figure 10, montrent que l'extrait des fruits a le rendement le plus élevé (5,14%), tandis que l'extrait de la partie aérienne a le rendement le plus faible (0,38%).



**Figure 10:** Rendement d'extraction par infusion à l'éthanol de la partie aérienne et des fruits d'*Oudneya africana*.

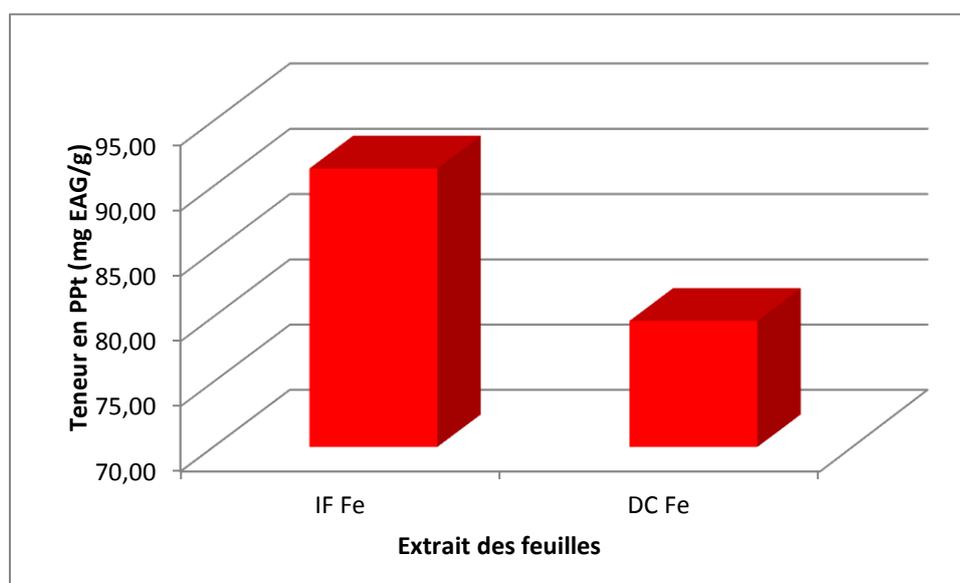
Cette différence peut être due à la quantité de fruits dans la partie aérienne (la partie aérienne contient de : feuille, fruit (grain et enveloppe), fleur et tige), donc le rendement de l'extrait de fruit infusé par éthanol est plus élevé par rapport à l'extrait de la partie aérienne.

### 3.2- Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes

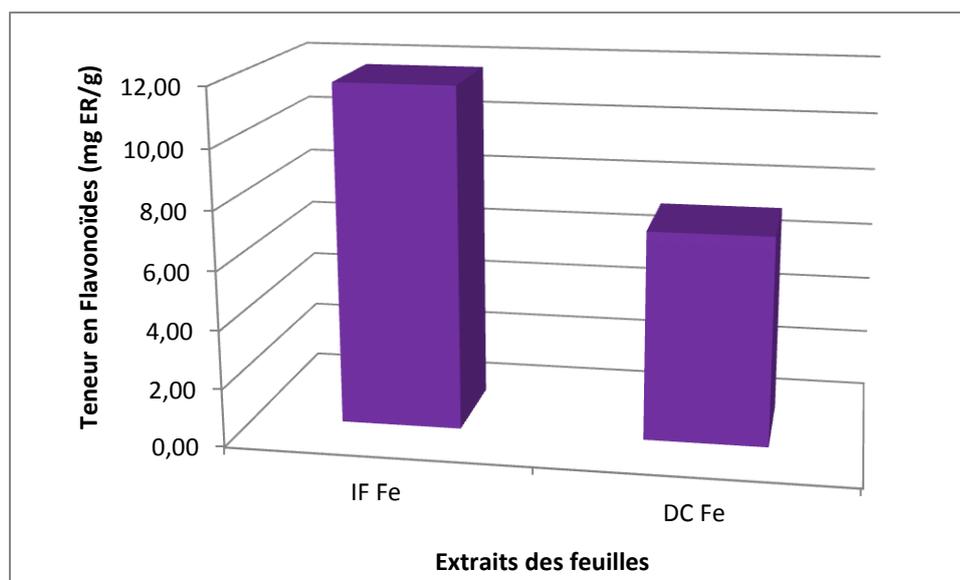
#### 3.2.1.- Teneur en polyphénol tautaux et en flavonoïdes des extraits d'*Oudenia africana* obtenus par infusion et décoction avec l'eau distillée

**Tableau 4:** Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes des extraits obtenus par infusion et décoction de feuilles de la plante *d'oudenya africana* .

| Extrait       | IF.Fe                   |                                 | DC.Fe                   |                                 |
|---------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Teneur</b> | Teneur en ppt(mg EAG/g) | Teneur en flavonoïdes (mg ER/g) | Teneur en ppt(mg EAG/g) | Teneur en flavonoïdes (mg ER/g) |
|               | 91.35                   | 9.88                            | 79.69                   | 0.98                            |



**Figure 11 :** Teneur en poly-phénols totaux des extraits des feuilles d'*Oudneya africana* infusées par l'eau distillée.



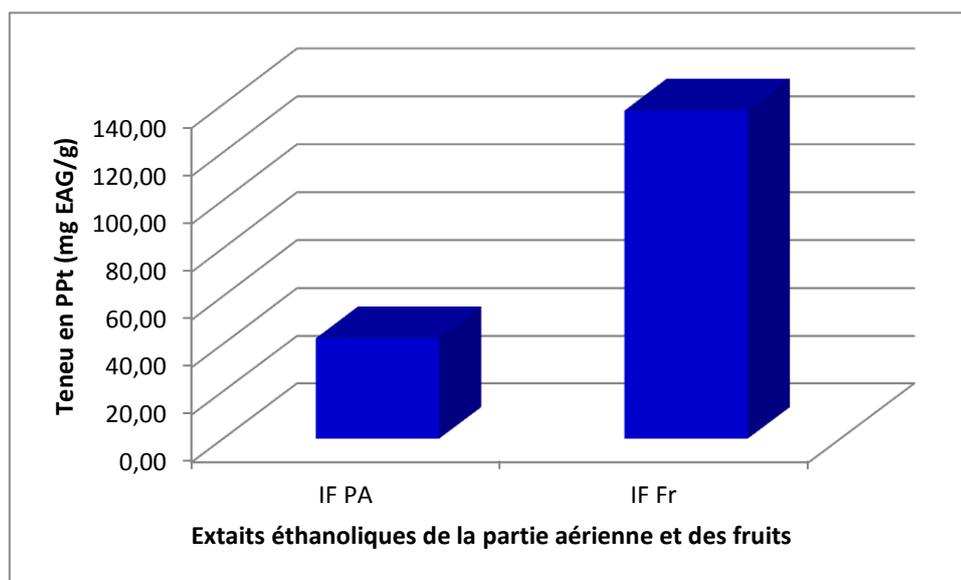
**Figure 12:** Teneur en flavonoïdes des extraits de feuille d'*Oudneya africana* infusion / décoction par eau distillé.

La teneur en polyphénols dans la plante *Oudneya africana* étudiée varie d'un extrait à un autre. L'extrait de feuille par infusion avec l'eau distillée renferme la plus grande quantité de polyphénols totaux (91.35mg). En comparaison avec l'extrait des feuilles par décoction a un teneur variable de (76mg). Cette différence peut être due par le fait que les composés phénoliques sont des molécules thermolabiles et que la décoction fait dégrader ces molécules, par conséquent, la teneur en polyphénols soit faible dans les extraits des feuilles obtenus par la décoction. Par contre, l'infusion n'altère pas ces composés car les feuilles sont mises en contact avec l'eau chaude et non bouillée.

### 3.2.2.- Teneur en polyphénol totaux et flavonoïde des extraits de la partie aérienne et de fruit d'*oudenya africana* obtenu par infusion avec éthanol

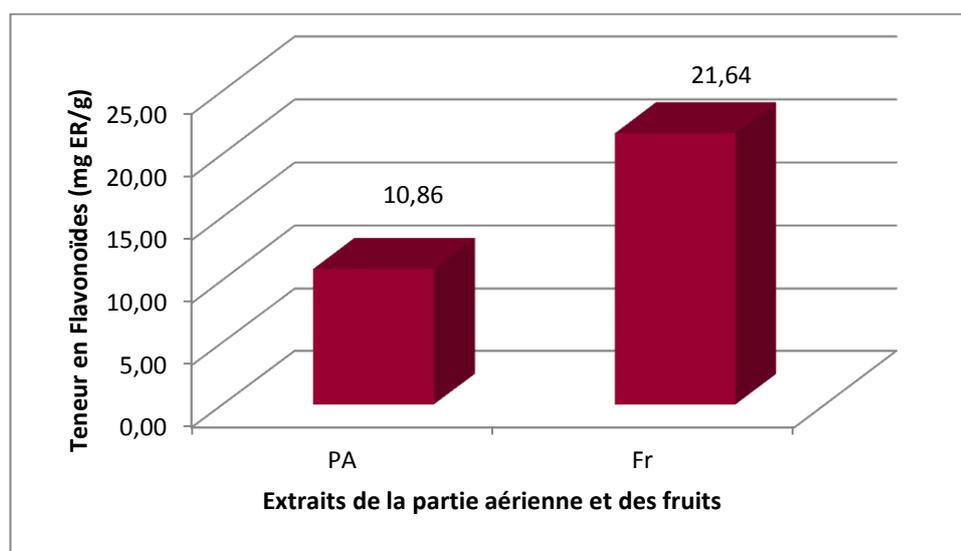
**Tableau 5 :** Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes des extraits obtenue par infusion avec éthanol de la partie aérienne et de fruit.

| Extrait | IF. PA                  |                                 | IF .Fr                  |                                 |
|---------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
|         | Teneur en ppt(mg EAG/g) | Teneur en flavonoïdes (mg ER/g) | Teneur en ppt(mg EAG/g) | Teneur en flavonoïdes (mg ER/g) |
|         | 42.34                   | 5.20                            | 137.34                  | 17.72                           |



**Figure 13:** Teneur en polyphénols totaux des extraits de la partie aérienne et de fruit d'*Oudneya africana* infusés par l'éthanol.

La teneur en polyphénols dans la plante étudiée (*Oudneya africana*) varie d'un extrait à un autre. L'extrait par infusion avec l'éthanol des fruits renferme la plus grande quantité de polyphénols totaux (environ 140 mg EAG/g du poids sec), alors que l'extrait de la partie aérienne présente une teneur faible (40 mg), ce ci peut être due à la richesse des fruits en comparaison avec la partie aérienne qui renferme les différentes parties de la plante mais avec des proportions faibles.



**Figure 14** Teneur en flavonoïde des extraits des parties aériennes et fruit d'*Oudneya africana* infusion par éthanol.

La teneur en flavonoïdes dans la plante *Oudneya africana* étudiée varie d'un extrait à un autre. L'extrait fruit infusion par éthanol renferme la plus grande quantité de flavonoïde (21.64mg). La faible teneur en flavonoïde avec (10.86mg) est observée dans le cas d'extrait de partie aérienne par infusion. Ce qu'indique la présence d'une quantité très importante de flavonoïdes dans l'extrait de fruit infusé par éthanol, par contre à la faible quantité de flavonoïdes dans l'extrait de la partie aérienne infusé par éthanol.

### 3.3.-Evaluation de l'activité antimicrobienne

Nous avons évalué l'activité antimicrobienne des extraits aqueux de *Oudneya africana* par la méthode de diffusion en milieu solide, cette activité a été révélée sur souches bactériennes (*Escherichia coli*, *staphylocoques aureus*, *Pseudomonase*, *bacillus subtili*, *condida albicans*, *klabcella*) et deux levures (*Aspergillus ochraceus* ATCC 3174, *Pencillium expansum*) et une souche fongique (*Candida albicans*), nous avons mesuré les diamètres des zones d'inhibition de croissance des cultures microbiennes. Après 24 heures d'incubation à 37°C, les zones d'inhibition des différents extraits ont été mesurées. Les résultats obtenus sont donnés dans tableaux suivants :

**Tableau 6 :** Activité antimicrobienne de partie aérienne d'*Oudneya africana* (diamètres des zones d'inhibition de croissance des cultures microbiennes en mm)

| Dilution<br>Souche<br>microbienne | Partie aérienne  |                   |                 |                   |                   |
|-----------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                                   | 10% (1<br>mg/ml) | 25%<br>(2.5mg/ml) | 50%<br>(5mg/ml) | 75%<br>(7.5mg/ml) | 100%<br>(10mg/ml) |
| <b>Pseudo</b>                     | 12               | 19                | 23              | 22                | 26                |
| <b>BS</b>                         | 13               | 17                | 17              | 19                | 21                |
| <b>E. Coli</b>                    | /                | 19                | 24              | 28                | 31                |
| <b>IPA</b>                        | /                | 17                | 12              | 20                | 22                |
| <b>Staph</b>                      | 8                | 12                | 14              | 21                | 25                |
| <b>K</b>                          | 9                | 11                | 14              | /                 | 25                |
| <b>AO</b>                         | /                | 14                | 13              | /                 | 16                |
| <b>PE</b>                         | 9                | 9                 | 14              | 16                | /                 |

Elle s'effectue par la mesure des diamètres d'inhibition d'où :

- Diamètre =6 mm : absence d'activité.
- Diamètre entre 6 et 10 mm : activité faible.
- Diamètre entre 10 et 16 mm : activité moyenne.
- Diamètre  $\geq$  16mm : activité très forte.



**Photo10 :** zones d'inhibition des extraits des plantes étudiées sur la bactérie *Staphylococcus aureus* à dilution 75%



**Photo 09 :** zones d'inhibition des extraits de plantes étudiées sur la bactérie *Staphylococcus aureus* à dilution 100%

La méthode classique utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne de différents agents antimicrobiens est par la détermination de la concentration inhibitrice minimale à dilution 10% , soit par le bouillon dilution ou par la méthode de diffusion en gélose , en note un effet sur la croissance de certaines souches (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, *Bacillus subtilis*, *klabcella* , *Pencillium expansum*) activement moyenne par rapport à certaines souche bactérienne (condida albicans. E.coli) et souche champignon (*Aspergillus ochraceus* ATCC 3174, *Pencillium expansum*) qui n'ont pas connu aucun effet par l'extrait de partie aérienne.

À dilution 25% l'effet est activement faible pour le champignon et effet activement moyenne pour les quatre souches bactérienne. Cette activité contre les souches n'est pas due à des composants phénoliques est de voir les autres composants ne sont pas connus .conclu que la faible valeur de la teneur en polyphénols totaux 42.34g et des flavonoïdes10.86 dans le partie aérienne.

## Conclusion Générale

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation des antimicrobiens naturels. De nombreux chercheurs ont été intéressés par les composés biologiquement actifs isolés des extraits de plantes.

Ce travail avait pour objectifs d'évaluer l'activité antimicrobienne des extraits *Oudneya africana* appartiennent à la famille Brassicaceae (Cruciferae). cette espèce n'est pas beaucoup utilisé dans la flore algérienne. Quantitativement, l'évaluation du contenu des polyphénols totaux en adoptant la méthode de Folin-Ciocalteu révèle la présence des quantités variable importantes en polyphénols. De même nous avons dosé les flavonoïdes par la rutine qui nous mène à conclure que cette plante contient une quantité variable de flavonoïdes. Il ressort de ces analyses que les extraits d'*Oudneya africana* sont riches en polyphénols et en flavonoïdes.

Au cours de cette étude nous avons réalisé également un test antimicrobien vis-à-vis 6 bactéries et 2 champignons, les résultats microbiologiques ont montré que les extraits d'*Oudneya africana* ont une action importante sur les champignons et les espèces bactériennes testées.

Sachant que notre pays possède une biodiversité immense dont chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui demandent d'être exploitées par les recherches, de cet effet, et comme perspectives on propose de :

- Faire une étude biochimique sur les fruits d'*Oudneya africana*.
- Déterminer de nouvelles substances bioactives naturelles pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques.
- Développer des médicaments antiradicalaires à base de plantes, doués d'une activité anti-oxydante.

## *Références Bibliographiques*

- **BELLEBCIR Leila. 2008.** Etude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversité chez les céréales.
- **Bergogne-Berezin E., Dellamonica P. (1995)** Antibiothérapie en pratique clinique. Ed Masson, Paris, 486 p
- **Billing J., Sherman P. W. (1998)** Antimicrobial function of spices. Q Rev Biol. 73: 3-49.
- **Chambers H. F., (1997)** Methicillin resistance in staphylococci: molecular and biochemical basis and clinical implications. Clin. Microbiol. Rev. **10** : 781-791.
- **Chambers H. F., (1997)** Methicillin resistance in staphylococci: molecular and biochemical basis and clinical implications. Clin. Microbiol. Rev. **10** : 781-791.
- **cherifs & magdouls ,2011.**étude ethnobotanique de quelques plantes médicinales endémiques provenant de la région sud du Sahara algérien.Mem .ing.eco.univ .
- **CTA, 2007** .les plantes médicinales .programme de radio rurale.
- **Dacosta Y., 2003.** Les phytonutriments bioactifs. Yves DACOSTA (Ed). Paris, 317p.
- **Diallo D. 2000.** Ethnopharmacological survey of medical plants in Mali and phytochemical study of four of them :Glinus oppositifolus (Aizoaceae), Diospyros abyssinica (Ebenaceae), Entada africana (Mimosaceae), Trichilia emetica (Meliaceae). Thèse de Doctorat, Lausanne , 221 P
- **Documents sur les Activités de la société botanique de France 2011 ,6 - Flore et végétation de la Tunisie méridionale : 281-359**
- **Emerenciano V. P., Barbosa K. O., Scotti M. T. et Ferrero M. J. P. 2007.** Self organising maps in chemotaxonomic studies of Asteraceae : a classification of tribes using flavonoid data. Journal of brazilian chemical society., **18** (5) : 891-899
- **Floss H. G. 1997.** Natural products derived from unusual variants of the shikimate pathway. Natural Product Reports. 14 : 433-434.
- **H. Falleh , R. Ksouri, K. Chaieb, N. Karray-Bouraoui, N. Trabelsi,M. Boulaaba and C. Abdely 2008.** Phenolic composition of Cynara cardunculus L. organs, and their biological activities. Compt. Rend. Biol. Vol. 331. pp. 372-379

- **Hoffman L., Besseau S., Geoffroy P., Rizenthaler C., Meyer D., Lepierre C., Pollet B. et Legrand M. 1994.** Silencing of Hydroxycinnamoyl transferase affects phenylpropanoid biosynthesis. *Plant cell.*, 16 (4) : 1446-1465
- **Karaali A., Boyacioğlu D., Günez G. et Özçelik B. 2004.** Flavonoids in fruit and vegetables: their impact on food quality, nutrition and health–STREP or CA. European commission's the 6th framework programme for research. Istanbul technical university. Turkey.
- **Kening Y., Vincenzo D. L. et Normand B. 1995.** Creation of a metabolic sink for tryptophan alters the phenylpropanoid pathway and the susceptibility of potato to *Phytophthora infestans*. *The plant cell*, 7 : 1787-1799.
- **MAAMRI Sarah .2008.** Etude de *Pistacia atlantica* de deux régions de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais antileishmaniens.
- **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. p4-5.
- **Malešev D. et Kuntić V. 2007.** Investigation of metal-flavonoid chelates and the Determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions. *Journal of the serbian chemical society.*, 72 (10) : 921-939.
- **Marfek A. 2003.** Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux libres issus des alcools : formation des depsides. Thèse de doctorat de l'université de Limoges.
- **Medjbar M., Bouyoucef A., Benayad T., Zerrouki K. (2008)** Caractérisation des salmonelles dans les tueries avicole de la wilaya de Blida. Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. Pp : 158-161.
- **Narayana K. R., Reddy M. S., Chaluvadi M. R. et Krishna D. R. 2001.** Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology.* 33 : 2-16.
- **Nataro J. P., Kaper J. B., (1998)** Diarrheogenic *E. coli*. *Clin Microbiol Rev.* 11 : 142-201.
- **Nijveldt R. J., Van Nood E., Van Hoorn D. E. C., Boelens P. G., Van Norren K. et Van Leeuwen P. A. M. 2001.** Flavonoids : a review of probable mechanisms of action and potential applications. *American journal of clinical nutrition.*, 74 : 418-425.
- **ozenda , 1977.** flore du Sahara 2éme ed .CNRS. Paris.

- **Philippon A. (1995)** Quelques bacilles à Gram négatif aérobies stricts non fermentaires et sensibilité aux antibiotiques. *Lett. Infectiol.* **10** : 619-630.
- **Sarni-Manchado P. et Cheynier V. 2006.** Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Lavoisier. p2- 10.
- **Subsamanian S., Stacey G. et Yu O. 2007.** Distinct crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends in plant science.*, 12 (7) : 282-283.
- **W –Erdman J., Balentine J. D., Arab L., Beecher G., Dwyer J. T., Folts J., Harnly., Hollman J. P., L –Keen C., Mazza G., Messina M., Scalbert A., Vita J., Williamson G. et Burrowes J. 2007.** Flavonoids and heart health : Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop, may 31-june 1, 2005, Washington. *Journal of Nutrition.*, **137** (3 supp1) : 718 s-737 s.
- **Winkel-Shirley B. 2001.** Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant Physiology.*, 126 : 485-493.
- **Zegad.nadia 2008** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne
- **ALIA TELLI .2009** : extraction, identification et activité biologique des poly phénols des dattes (*Phoenix, dactylifera*, au cours de différentes stades phénologique (variété ghar) . diplôme MAGISTER. université Ouargla.
- **KIM D.-O, JEONG S.W. et LEE C.Y.,(2003)-** antioxidant capacity of phenolic 326 phyto chemicals from various cultivars of plums.*journal of food chemistry*, vol . 81 : 321-326.
- **RIBÉREAU- GAYOUN P., (1968)-** les composés phénoliques des végétaux .Ed. DUNOD , PARIS : 5-231.
- **HANANE AISSAOUI.2010** : recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de type flavonoïque d'une espèce de la famille des verbénacées.
- **HARRAR ABD EL NACER.2012** : activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus L.*
- **Mogode Debeté Judith.2005** : Etude phytochimique et pharmacologique de *Cassia nigricans Vahl* (Caesalpinaceae) utilisé dans le traitement des dermatoses au Tchad. Université de Bamako.
- **Ghestem A., Seguin E., Paris M., Orecchioni A.M., 2001.** Le préparateur en pharmacie. Dossier 2, Botanique-Pharmacognosie-Phytothérapie-homéopathie. Tec et Doc (Ed), 272p.imaim

- **Bahaz chaima 2012.**contribution à la mise en évidence des quelque activité biologique de certaines plante médicinales de Sahara central. diplôme MAGISTER. université Ouargla

## I.-Préparation de milieu de gélose

Préparation de milieu de culture pour 1000 ml :

- Peser 10 g de peptone dans un bécher de 1000 ml.
- Ajouter 5 g d'extrait de viande, 5 g de Na Cl.
- Dissoudre les ingrédients l'un après l'autre dans 1000 ml d'eau distillé avec un léger chauffage sous agitateur constant.
- Ajuster le ph à 7.2
- Ajouter 20g de l'agar-agar versé l'extrait dans le flacon.

Porter les flacons pour stériliser par l'autoclave pendant 20minute à 120°c

## II. Courbe d'étalonnages d'acide gallique et de rutine

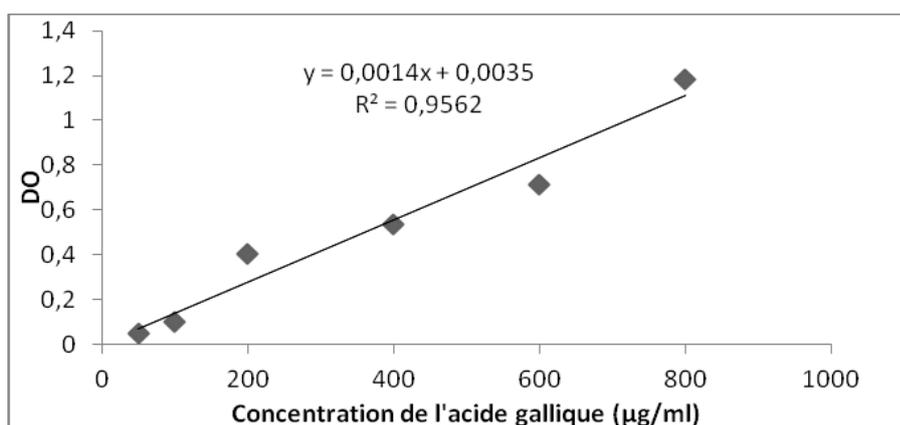


Figure 15: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

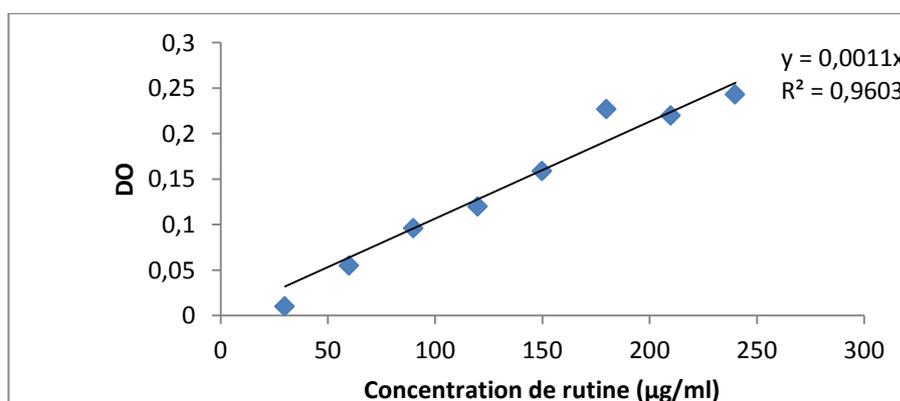


Figure 16: Courbe d'étalonnage de rutine.