



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET

MOLECULAIRE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

**Contribution à l'étude les propriétés phytochimiques,
et les activités biologiques d'une plante médicinale
(*Ocimum basilicum* L.)**

Présenté par: ADJIBA Nardjess et AIN Naoual

Devant le jury composé de :

Présidente : LAOUFI Hayat M.A.A , Université d'El Oued.

Examineur: KIRAM Abderazek M.A.A, Université d'El Oued

Promoteur: GUEMMOUDA Messaouda M.C.A, Université d'El Oued.

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Je remercie tout d'abord Le Plus Puissant **ALLAH** le tout puissant de m'avoir illuminé et ouvert les portes de savoir, et de m'avoir donné la volonté et le courage d'élaborer ce travail

Toutes les expressions de l'estime et de gratitude du monde sont insuffisantes pour exprimer nos remerciements à nos parents qui nous ont accompagnés tout au long de notre étude.

Au terme de ce travail nous exprimons tout d'abord nos profonds remerciements à notre promoteur **Dr: GUEMMOUDA Messaouda** pour avoir accepté l'encadrement de ce travail, sa générosité, sa gentillesse, son encouragement, son soutien et de nous avoir fait confiance tout au long de la préparation de ce travail, qu'elle trouve ici toute mes grâces

Nos remerciements s'adressent à tous les membres de jury Madame **Président. Dr . LAOUFI Hayat** et **Examineur. Dr. KIRAM Abderzaek** qui ont accepté de juger notre travail.

. Nous tenons également à remercier particulièrement **M.Ali Mannai**, Impliqué dans la formation professionnelle des plantes médicinales et aromatiques et l'extraction des huiles

Nous tenons à adresser nos très sincères remerciements à notre sœur Doctorant **Gharissa Noura** qui nous a guidé et aidé dans notre travail, Merci pour nous avoir accordé votre temps, Merci d'avoir été patient avec nous.

Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants et tous les responsables de la faculté de sciences de la nature et la vie de l'université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued

Une grande pensée pour tous mes amis (es) qui m'ont soutenue au cours de ces années. Enfin, je remercie toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail



Dédicaces

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,

J'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :

*A mon très cher père **Abd kameL** et chère maman **Malika**, pour leurs soutiens et leurs sacrifices tout au long de ma vie, et pour leurs encouragements en vue de l'achèvement de ce travail.*

*À mes frères : **Omar Et Mohamed***

*À mes sœurs : **Amira Et Saida Et Malak***

*A mon fiancé : **Adaika Hafnaoui***

Je tiens à le remercier et le respecter pour son soutien tout au long de mes études.

A mon binôme :

Nardjess qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail et sa famille.



Naoual



Dédicaces

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, et la patience d'aller jusqu'au bout du rêve

Je dédie ce modeste travail

À mes chers parents **Salah** et **Hania** qui ont fait beaucoup de sacrifices pour que j'arrive à ce stade de ma vie, que dieu les garde pour moi.

À mes frères

A ma chère sœur : ASSIL

A mes très chères grandes mères.

À toute ma Famille.

À mes professeurs et enseignants qui ont suivi mes études tout au long de ma carrière académique.

A tous mes amis surtout

Amira et **Naoual**

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Nardjess



BONTONTV

Résumé

De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales possèdent des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture. Au cours de ce mémoire, nous avons étudié quelques paramètres phytochimiques (taux des polyphénols totaux et les flavonoïdes) et biologique (activité antioxydante, antibactérienne, et anti hémolyse) d'extrait éthanolique de la partie aérienne de *Ocimum basilicum* L. cultivée dans la région d'Oeud Souf (Robbeh). Les résultats obtenus enregistrent un rendement de 5,72 %. Avec une teneur en composés phénoliques de 43,438 µg/mg EAG/g d'extrait. Le dosage des flavonoïdes est donne une valeur de 3,66 µg EQ/mg Extrait sec d'*Ocimum basilicum* L. L'évaluation du potentiel antioxydant de l'extrait par deux méthodes différentes : le test de DPPH et le test hémolyse le test de DPPH a révélé une réponse antioxydante considérable avec IC50 159,94 µg/ml, et le test d'hémolyse indique que l'extrait de notre plante exerce un effet protecteur sur la membrane érythrocytaire contre les agressions du stress oxydatif. L'activité antimicrobienne a été déterminée sur trois souches des bactéries: *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa*, montre que tous les souches ciblés possèdent une sensibilité différente au l'extrait d'*Ocimum basilicum* L. A la fin, nous concluons que la plante étudiée donne un faible rendement, teneur en polyphénols et flavonoïdes, avec une faible activité antioxydante, simple efficacité antibactérienne et antihémolytique, à cause de nombreux facteurs comme le patrimoine génétique , la localisation géographiques, facteurs lié au cycle de vie, la méthode d'extraction, et la durée et conditions de séchage et conservation.

Mots clés : *Ocimum basilicum* L., Activité antioxydante, antihémolytique , activité antibactérienne, polyphénols, flavonoïdes.

ملخص

في الوقت الحاضر، هناك عدد كبير من النباتات العطرية والطبية لها خصائص بيولوجية هامة جدا التي تجد العديد من التطبيقات في مختلف المجالات وهي في الطب والصيدلة والتجميل والزراعة. خلال هذه المذكرة درسنا بعض المركبات الكيميائية النباتية (مستويات البولي فينول والفلافونويدات) والنشاطية البيولوجية (النشاط المضاد للأكسدة والمضادة للبكتيريا ومكافحة انحلال الدم) من استخراج الإيثانول من الجزء الهوائي من الريحان (الحبق) *Ocimum basilicum L.* مأخوذة من منطقة واد سوف الرياح . وسجلت النتائج التي تم الحصول عليها عائدا بنسبة 5.72 % . مع محتوى مركبات الفينولية من $43,438 \mu\text{g}/\text{mg EAG/g}$. فكان تركيز الفلافونويدات $3.66 \mu\text{g}/\text{mg EAG/g}$. تم تقييم نشاطية مضادة للأكسدة للمستخلص بطريقتين مختلفتين: اختبار DPPH واختبار انحلال كريات الدم ، اختبار DPPH اظهر استجابة مضادة للأكسدة كبيرة ب IC_{50} تقدر ب 159.94 EAG/g . ويشير اختبار انحلال الدم إلى أن مستخلص نباتنا له تأثيرا وقائيا على غشاء كريات الدم الحمراء ضد تأثير الإجهاد التأكسدي. تم تقييم النشاطية المضادة للبكتيريا على ثلاث سلالات: *Bacillus cereus*,

Staphylococcus

Pseudomona aeruginosa , aureus , وبين الاختبار ان السلالات المستهدفة لديها حساسية مختلفة لمستخلص *Ocimum basilicum L.* وفي النهاية، نستنتج أن النبات المدروس يعطي عائدا منخفضا، ومحتوى البولي فينول والفلافونويدات، مع نشاط منخفض مضادات الأكسدة، وفعالية بسيطة مضادة للبكتيريا ومضادة للانحلال كريات الدم، يحتمل أنها بسبب العديد من العوامل مثل التركيب الوراثية ، أو الموقع الجغرافي، أو العوامل المتعلقة بدورة الحياة، وطريقة الاستخلاص ، أو مدة وظروف التجفيف و الحفظ.

الكلمات المفتاحية: نبتة الريحان، المضادة للأكسدة، مضادة لانحلال كريات الدم ، المضادة للبكتيريا، متعدد الفينول ، الفلافونويدات

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Dédicaces

Résumé

ملخص

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale

Première partie

Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Plantes médicinales et présentation de l'espèce étudiée

I. Plantes médicinales	5
I.1. Définition	5
I .2. Utilisations	5
I.3.Présentation de l'espèce étudiée.....	5
I.3.1.Famille des Lamiacées	5
I.4. Classification d' <i>Ocimum basilicum</i> L.	6
I.5. Description de l'espèce étudiée.....	7
I.6. Origine et répartition géographique du basilic.....	9
I.7. Utilisation d' <i>Ocimum basilicum</i> L.....	10

Chapitre II : Métabolites secondaires et leurs activités biologiques

II. Métabolites secondaires.....	12
II.1. Définition.....	12
II.2. Rôle dans l'adaptation de la plante à son environnement.....	12

II.3. Classification des métabolites secondaires	12
II.3.1. Composés phénoliques	13
II.3.1.1. Définition	13
II.3.1.2. Répartition des composés phénoliques	13
II.3.1.3. Rôle biologique.....	13
II.3.2. Flavonoïdes.....	14
II.3.2.1. Définition.....	14
II.3.2.2. Rôle biologique.....	15
II.3.3. Alcaloïdes	16
II.3.3.1. Définition	16
II.3.3.2. Rôle biologique.....	16
II.3.4. Terpénoïdes.....	16
II.3.4.1. Définition.....	16
II.3.4.2. Rôle biologique.....	16
II.4. Activité antioxydante	16
II. 4.1. Définition.....	16
II. 4.2. Principaux Antioxydants.....	17
II. 4. 2.1. Antioxydants enzymatiques.....	17
II. 4.2.2. Antioxydants non enzymatiques	19
II.5. Mécanismes d'action des antioxydants.....	21
II.5.1. Mécanisme d'action des antioxydants piègeurs.....	21
II.5.2. Mécanisme d'action des antioxydants préventifs	21
II.5.3. Activité antimicrobienne.....	22
II.6. Activité antibactérienne	22
II.6.1. Plantes comme antibiotiques	22

Deuxième partie

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériels et Méthodes

I.1. Récolte de l'espèce végétale étudiée	27
I.2. Préparation de l'extrait	27
I.3. Détermination du rendement	28
I.4. Dosage des composés phénoliques	28
I.4.1. Principe	28
I.4.2. Mode opératoire	29
I.5. Dosage des flavonoïdes	30
I.5.1. Principe	30
I.5.2. Mode opératoire	30
I.6. Evaluation de l'activité antioxydante, antibactérienne	31
I.6.1. Activité antioxydante (Test du DPPH)	31
I.6.2. Activité antibactérienne	33
I.6.2.1 Matériel biologique	33
I.6.2.2. Méthode d'étude de l'activité antibactérienne	35
I.6.2.2.1. Préparation des souches	35
I.6.2.2.3. Lecture des résultats	37
I.7. Activité anti- hémolytique	39
I.7.1. Principe	39
I.7.2. Mode opératoire	39

Chapitre II

Résultats et discussion

II.1. Détermination de rendement	42
II.2. Dosage des composées phénoliques	42
II.2.1. Teneur en polyphénols totaux	42

II.2.2.Teneur en Flavonoïde	44
II.3. Activité biologique	45
II.3.1. Evaluation de l'activité antioxydante	45
II.3.2. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	47
II.3.2.1. Antibiogramme de souches testées	47
II.3.2.2 Activité antimicrobien d'extrait	48
II.3.3. Evaluation de l'activité anti-hémolytique.....	49
Conclusion générale	52
Références bibliographiques	55

Liste des figures

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Présentation d' <i>Ocimum basilicum L.</i>	7
2	Morphologique des feuilles de basilic	8
3	Répartition géographique du basilic	9
4	Structure du noyau phénol	13
5	Effets biologiques des polyphénols	14
6	Structure de base des flavonoïdes	14
7	Mode d'action des principaux systèmes enzymatiques antioxydants de leurs cofacteurs métallique	17
8	Principales localisations des sites d'action des constituants des HEs d'après	24
9	Etapes de préparation des extraits	28
10	Forme libre et réduite du DPPH	32
11	Revivification et culture des souches bactériennes	35
12	Principe de la méthode de diffusion sur disques	37
13	Protocole d'évaluation de l'activité antimicrobien d'un extrait végétal.	38
14	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	43
15	Courbe d'étalonnage de la quercétine	44
16	Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait d' <i>Ocimum basilicum L.</i>	45
17	Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique	46
18	Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait d' <i>Ocimum basilicum L.</i> sur les différentes souches bactériennes	48
19	Pourcentage anti-hémolytique d'acide ascorbique	50
20	Pourcentage anti-hémolytique d'extrait de la plante étudiée	50

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	<i>Classification et systématique d'<i>Ocimum basilicum</i> L</i>	7
2	Préparation de la solution S1	29
3	Gamme d'étalonnage de l'acide gallique	30
4	Gamme d'étalonnage de la Quercetin	31
5	Evaluation DPPH avec l'extrait.	32
6	Evaluation DPPH avec Acide ascorbique	33
7	Résultats d'antibiogramme des souches testées	47
8	Activité antibactérienne de l'extrait de la plante étudiée	48

Liste abréviation

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

µg : Microgramme.

µl : Microlitre.

Abs : absorbance

AlCl 3 : Chlorure d'aluminium.

DMSO: Diméthylsulfoxyde

DPPH : 2.2 diphenyl 1 picryle hydrazyl.

EAG : Equivalent en acide gallique.

EQ : équivalent quercétine

g : Gramme

GSH : Glutathion réduit.

GSHPx : Glutathion peroxydase

GSSG : Disulfure de glutath

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

IC₅₀: Concentration inhibitrice de 50% (Inhibitory Concentration of 50%).

MeOH : Méthanol.

mg : Milligramme

ml : Millilitre

nm : Nanomètre

QE : Equivalent en quercétine.

R : Rendement.

Introduction générale

Introduction générale

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des siècles comme remède à diverses maladies humaines. Ces plantes doivent leur pouvoir thérapeutique à des composés, dits alors actifs (principes actifs), qu'elles renferment. Parmi ces composés potentiellement intéressants, les composés phénoliques qui sont particulièrement utilisés comme antioxydants dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires pour leurs effets bénéfiques pour la santé **(Hirasa et Takemasa, 1998)**.

Notons aussi leurs diverses propriétés biologiques comme les activités antiallergique, anti-atherogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, antimicrobienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective, vasodilatatoire...etc **(Middleton et al., 2000 ; Nijveldt et al., 2001 ; KsourI et al., 2007)**. Les plantes aromatiques et médicinales représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent : alcaloïdes, flavonoïdes, saponosides, quinones, vitamines,...et huiles essentielles. **(Ngom et al., 2014)**.

Parmi les familles qui appartiennent à cette catégorie des plantes aromatiques et médicinales, la famille de lamiacée, qui contient plusieurs genres, parmi elles, *Ocimum Basilicum L.* est l'une des espèces les plus étudiées du genre *Ocimum*. Il est utilisé dans la médecine traditionnelle pour le traitement de plusieurs maladies (crampes d'estomac, de diarrhées, d'angines, etc...) mais également dans l'industrie des arômes alimentaires **(Ngom et al., 2014)**. Et il représente aussi une importante source d'huile essentielle utilisée en industries : parfumerie cosmétique et pesticide. Dans la littérature, des propriétés biologiques intéressantes ont été décrites pour cette espèce. En effet, l'huile essentielle a des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes **(Dabire et al., 2011)**.

Ce travail vise à étudier quelques paramètres phytochimiques et leur activité antioxydante, antimicrobienne de *Ocimum basilicum L.* pour cela nous avons effectué :

- Une partie relative à l'étude bibliographique de la plante *Ocimum basilicum L.*, les composants secondaires et leurs importances dans la phytothérapie.
- Une autre partie réservée à l'étude expérimentale, qui comprend une étude phytochimique pour rechercher les différents principes actifs contenus dans la plante ; Flavonoïdes, Polyphénols totaux, ainsi l'étude des activités biologiques (activité antioxydante et activité antimicrobienne) de cette plante et en fin nous terminons par les résultats obtenus et leur discussion en comparant avec les différents travaux précédents.

Première partie :
Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Plantes médicinale et présentation de l'espèce étudiée

I. Plantes médicinales

I.1. Définition

Ce sont des espèces botaniques utilisés pour très longtemps en phytothérapie et médecine populaire pour traiter les maladies courantes et plus graves. Leurs actions proviennent de leurs composés chimiques: des métabolites primaires et secondaires, et sans doute de la synergie entre les différents composés présents (**Reguieg, 2011**).

Les plantes médicinales sont une source importante de substances chimiques qui ont des effets thérapeutiques bénéfiques sur la santé humaine, et les systèmes à base de plantes continuent de jouer un rôle essentiel dans les soins de santé primaires de près de 65% de la population mondiale (**Farnsworth et al., 1985**).

I.2. Utilisations

L'homme utilise les plantes médicinales pour traiter les maladies depuis des millénaires, Parmi les médicaments obtenus à partir des plantes, on trouve le Paclitaxel qui a sa place dans le traitement des différents cancers (ovaire, poumon) (**Erick et al 1997**).

La Phytothérapie peut se définir comme étant une discipline allopathique destinée à prévenir et à traiter certains troubles fonctionnels et/ou certains états pathologiques au moyen de plantes, de parties de plantes ou de préparations à base de plantes qu'elles soient consommées ou utilisées en voie externe (**Wichtl , 2003**).

La phytothérapie offre des possibilités très complètes que bien souvent la chimiothérapie conventionnelle ne peut pas égaler, puisque l'on peut aussi bien rétablir les grands équilibres physiologiques (neuro-endocriniens, immunitaires) qu'agir sur les fonctions et donc intervenir appareil par appareil (locomoteur, cardio-vasculaire, etc.). Il est également possible d'avoir une action thérapeutique spécifique sur chacun des organes du corps, de façon précise et ciblée pour chaque plante utilisée. (**Boggia,2015**).

I.3.Présentation de l'espèce étudiée

I.3.1.Famille des Lamiacées

L'ancien nom des Lamiaceae : Labiées dérive du nom latin "labium" qui signifie lèvre, en raison de la forme particulière des corolles (**Figueredo, 2007 ; Dupont et Guignard, 2012**).

La famille des Lamiacées est l'une des plus répandues dans le règne végétal. Elle est composée environ 258 genres pour 6900 espèces. On peut la trouver partout dans le monde, mais la plupart sont concentrés en méditerranée. Une grande partie de ces plantes sont aromatiques riches en l'huile essentielle et possèdent un intérêt économique et médicinal (Botineau, 2010).

Ce sont généralement des plantes herbacées odorantes, à tiges quadrangulaires, feuilles en général, opposées sans stipules. Le plus souvent hermaphrodites, les fleurs pentamères (Meyer *et al.*, 2004) sont généralement réunies en cymes axillaires plus ou moins contractées simulant souvent des verticilles, ou encore condensées au sommet des tiges, et simulant des épis fruit constitué par 4 akènes plus ou moins soudés par leur face interne (Messaili, 1995).

- Une corolle gamopétale irrégulière à deux lèvres, la supérieure formée de deux pétales, l'inférieure de trois ;
- Quatre étamines dont deux plus longues ;
- Ovaire de deux carpelles recoupés par une cloison et comprenant ainsi quatre loges à une graine chacun (tétra chaine) ;
- Des feuilles opposées et, souvent, une tige de section carrée (Hammoudi, 2015).

I.4. Classification d'*Ocimum basilicum* L.

Les *Ocimum* ont pour nom commun le basilic. Le mot basilic, à l'origine, vient du grec basilikon qui signifie plante royale (Boullard, 2001). Il faut noter que plusieurs noms et synonymes lui sont attribués dans la littérature :

Nom scientifique : *Ocimum basilicum* L. (Tableau 01).

Synonymes : *Ocimum basilicum* var. *glabratum* Benth, *Ocimum basilicum* var. *majus* Benth (Duke *et al.*, 2002).

Noms vernaculaires : Lahbeq, habeq, hamahim, hebeq el aïlaa, rehan (Aït 2006).

Autres noms : Basilic, basilic commun, basilic officinal, basilic des jardins, herbe royale, oranger des savetiers, herbe aux sauces, pistou ou pesto son équivalent italien, reyhan en Turquie (Chalchat *et al.*, 2008).

Tableau 01 : Classification et systématique d'*Ocimum basilicum* L.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyte (phanérogame)
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales (dicotylédones gamopétales)
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Ocimum</i>
Espèce	<i>Ocimum basilicum</i> L (Chenni, 2016)

I.5. Description de l'espèce étudiée

Le basilic est un petit arbuste vivace, ligneux la base, aussi est une plante herbacée annuelle pouvant atteindre 30 à 60 cm de hauteur (**figure 01**), son odeur et sa saveur sont fortement aromatiques. Sa culture exige un climat chaud et ensoleillé et un sol irrigable et riche en matières organiques.



Figure 01. Présentation d'*Ocimum basilicum* L .(**originale**)

Les feuilles sont simples, légèrement découpées, opposées; si on les froisse, elles dégagent une odeur agréable (**Surville, 1959**). Pétiolées, de forme ovale-lancéolée et ailée. Elles sont longues de 2 à 5 cm, entières ou dentées et ciliées sur les bords. Elles sont de couleur vert pâle à vert foncé (**Aït, 2006**) (**figure 02**).

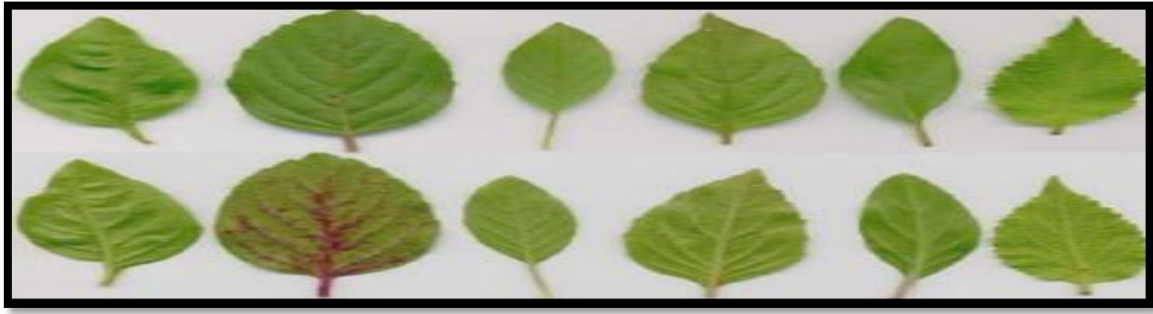


Figure 02. Morphologie des feuilles de basilic (**Khamouli et Grazza, 2007**).

La tige est à section carrée; généralement toute la plante est pourvue de glandes sécrétrices qui donnent une bonne odeur quand on froisse les feuilles ou les tiges, qui sont anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale à oblongue et de couleur généralement verte à l'aspect brillant (**Belkamel, 2008**).

➤ Appareil reproducteur est composée de :

- L'inflorescence est en long épi de fleurs groupées en glomérules.

- Les fleurs de couleur blanc rosé sont disposées au sommet des rameaux en verticilles très serrés le long de l'axe. Chaque verticille, comprend 4 à 6 fleurs portées par de courts pédoncules et 1 ou 2 bractées. L'ensemble a l'allure d'un épi qui peut atteindre 10 à 15 cm de long. Ses fleurs, assez petites, sont très irrégulières. Elles comprennent (**Survillie, 1959**):

- a) Le calice composé de cinq (05) pétales soudés (d'où le terme gamopétale) : un grand sépale supérieur et 4 petites dents pointues en-dessous;

- b) La corolle est constituée d'un tube qui se divise vers le haut en deux lèvres distinctes, d'où le nom de Labiée donné à la famille : une inférieure entière est formée d'un seul concave, et une supérieure organisée autour de quatre (04) dents régulières

- c) L'androcée est à quatre (04) étamines à long filet attachées à la partie inférieure de la corolle ;

- d) Le gynécée ressemble à quatre petits mamelons au milieu de la fleur, ce sont les 4 loges de l'ovaire, entre ces loges part un long style qui porte un stigmate fourchu.

- * Le fruit de couleur brune est un ensemble de quatre akènes noirs soudés provenant de la transformation des quatre loges de l'ovaire, chacun de ces akènes contient une petite graine à deux cotylédons (**Aït, 2006**).

I.6. Origine et répartition géographique du basilic

C'est une plante herbacée annuelle originaire de l'Inde et de l'Asie tropicale qui s'est acclimatée en Europe tout au début des temps historiques (**Aït et al., 2006**). Il fut importé il y a au moins 4000 ans en Égypte, il fut importé à Rome, et plus généralement dans le sud de l'Europe au II^e siècle, il n'aurait pas atteint l'Angleterre avant le XIV^e siècle. Il arriva en Amérique avec les premiers émigrants (**Sarah, 2004**). En Algérie, la Famille de lamiacée est très importante et comprend 29 genres et 140 espèces se développant aussi bien dans les zones méditerranéennes que sahariennes (**Nouioua, 2012**).

Actuellement, le basilic est donc très répandu à travers le monde. Il reste toutefois profondément ancré dans la culture asiatique et dans la gastronomie méditerranéenne. Cette espèce cultivée depuis plusieurs décennies pour son utilisation médicinale et aromatique, est commercialisée dans de nombreux pays à travers le monde, dont la France, la Hongrie, la Grèce et d'autres pays du Sud de l'Europe, l'Égypte, le Maroc et l'Indonésie. Elle pousse également dans plusieurs États américains, dont l'Arizona, le Nouveau-Mexique et en Caroline du Nord, ainsi qu'en Californie, où une qualité supérieure de feuille est cultivée (**Pushpangadan et al., 2012**) (**Figure 03**).



Figure 03. Répartition géographique du basilic (**Pushpangadan et al., 2012**).

I.7. Utilisation d'*Ocimum basilicum* L.

L'*Ocimum basilicum* est largement utilisé comme plante condimentaire pour ces propriétés culinaires, par ailleurs cette plante est utilisée en médecine traditionnelle (**Chenni, 2016**).

Le basilic est une plante aromatique utilisée dans plusieurs domaines : cuisine, médecine, horticulture, etc. Les parties les plus utilisées sont les feuilles et les graines (**Arabaci et Bayram, 2004**). Il est considéré comme l'un des herbes les plus connus et les plus utilisés dans le monde culinaire (**Boggia, 2015**), qui est largement utilisée comme ingrédient et additif d'arômes dans les aliments, les produits pharmaceutiques et cosmétiques (**Lee et al., 2005**).

Traditionnellement, le basilic a été utilisé comme plante médicinale dans le traitement des maladies nerveuses, les vertiges, les coliques, la constipation, les ballonnements, la toux, la coqueluche, les migraines d'origine nerveuse ou gastrique et les aphtes (**Buronzo, 2008; Ngom et al., 2012; Djerroumi et Nacef, 2012**). Généralement utilisé pour le traitement des crampes d'estomac, les diarrhées, la constipation, les angines, la toux, le dysfonctionnement du rein, la bronchite, les affections pulmonaires, les rhumatismes, l'inflammation, les maux de tête, l'hypertension et comme contraceptif, le thé de cette plante est également décrit comme un traitement contre la dysenterie, la nausée et la flatulence. Les huiles de cette plante est bénéfique pour le soulagement des spasmes rhinite, la fatigue mentale, ainsi, comme un traitement de premiers soins pour les piqûres de guêpes et morsures de serpent (**Mueen et al., 2015**).

Les feuilles d'*Ocimum basilicum* sont utilisées dans la médecine traditionnelle comme tonique, stimulant, carminatif, stomachique, antispasmodique, antiviral et vermifuge (**Paul, 2001**).

Chapitre II : Métabolites secondaires et leurs activités biologiques

II. Métabolites secondaires

II.1. Définition

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées par les plantes autotrophes (**Boudjouref, 2011**). Ce sont caractérisés généralement par de faible concentration dans les tissus végétaux (généralement quelques pourcents du carbone total, si on exclue la lignine de cette catégorie) (**Newman et Cragg, 2012**).

II.2. Rôle dans l'adaptation de la plante à son environnement

Ils interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes-animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, comme agents allélopathiques ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (**Judd et al., 2002**). Ils sont produits à des différents stades particuliers de développement et produits dans différentes parties de la plante (**Raven et al., 2007**). À ce jour, plus de 100 000 métabolites secondaires ont été identifiés et on estime que chaque végétal produit au moins une centaine de molécules différentes (**Ali-Delille, 2010**).

Parmi ces substances on trouve: les alcaloïdes (dérivant des acides aminés), les molécules phénoliques (dérivant de la voie des phénylpropanoïdes, issues de l'acide shikimique et de l'acide malonique) et les terpénoïdes (dérivant de l'isopentényl pyrophosphate, issu du (méthylérythritol-4-phosphate ou de l'acide mévalonique), la grande diversité observée dans le métabolisme secondaire résulte des réactions chimiques post-biosynthèse (hydroxylation, glycosylation, carboxylation, condensation) (**Wink, 2003; Aharoni et Galili, 2011 in Nacoulma, 2013**). Les métabolites secondaires ont été étudiés dans la plante de basilic : les huiles essentielles, les composés phénoliques et les saponines.

II.3. Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont classés en trois catégories principales selon leur structure sont :

- a. Les polyphénols ou composés phénoliques
- b. Les alcaloïdes
- c. Les terpénoïdes (**Croteau et al., 2000**).

II.3.1. Composés phénoliques

II.3.1.1. Définition

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires, d'un poids moléculaire élevé. Ils sont largement distribués dans le règne végétal (**Haslam, 1993**). L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside ((**Stalikas, 2007; Bruneton, 2009; Rahman et Chung, 2011**)(figure 04).

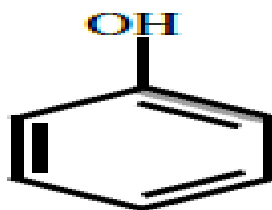


Figure 04 . Structure du noyau phénol (**Stalikas, 2007**).

II.3.1.2. Répartition des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles écorce, bois, embryons de tous les végétaux (**Brzozowska et Hanower, 1976; Macheix et al., 2005**), leurs répartition très inégale chez les différentes espèces végétales et pour une même espèce et sont également considérables et inégales selon la nature des tissus .A l'échelle cellulaire, ils s'accumulent principalement dans deux sites :la paroi cellulaire et la vacuole où sont stockés les phénols solubles (comme les tanins), pourraient également être présents au niveau du noyau et de la membrane plasmique. Et les teneurs sont variables en fonction du stade de développement physiologique (**Macheix et al., 2006**).

II.3.1.3. Rôle biologique

Les polyphénols ont des multiples rôles essentiels dans la physiologie végétale et ont des propriétés sur l'organisme humain (**Figure 05**), principalement comme antioxydants, antiallergiques, anti-inflammatoires, agents anticancéreux, et antimicrobiens (**Daglia, 2012**). La consommation des polyphénols favorisent la protection contre les altérations cardiaques et vasculaires. Elles inhibent la synthèse d'acide nucléique dans les bactéries et provoquent l'endommagement des membranes cellulaires des bactéries (**Wu et al., 2013**). Les polyphénols possèdent surtout une forte activité antioxydante (**Saija et al., 1995**).

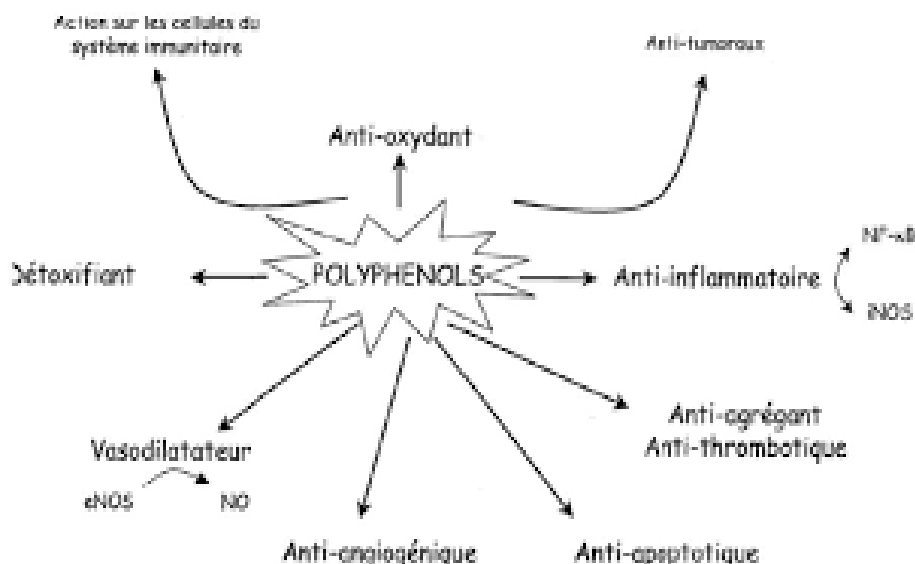


Figure 05. Effets biologiques des polyphénols (Martin et Andriantsitohaina, 2002)

II.3.2. Flavonoïdes

II.3.2.1. Définition

Les flavonoïdes sont un groupe de composés polyphénoliques qui sont largement distribués dans le règne végétal. Ces pigments sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles, ces métabolites secondaires sont couramment consommés quotidiennement sous forme de fruits, et légumes (Ghedira,

2005). Les flavonoïdes (figure 06) constituent d'un squelette de base à quinze atomes de carbone, ayant deux noyaux aromatiques A et B lié entre eux par un hétérocycle C (Ghedira, 2005).

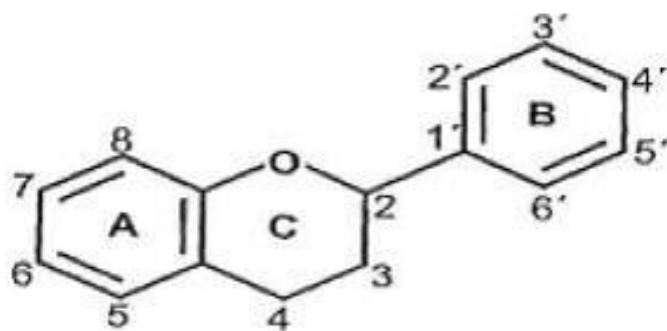


Figure 06. Structure de base des flavonoïdes (Ghedira, 2005).

II.3.2.2. Rôle biologique

Les flavonoïdes sont généralement de puissants antioxydants. Ils ont ainsi la capacité de protéger les végétaux contre les effets néfastes des radicaux libres générés en réponse aux agressions de notre environnement (polluants, infections, rayonnement UV...etc). D'autres sont également de bons inhibiteurs d'enzymes et sont reconnus pour leurs propriétés antiseptiques ou anti-inflammatoires (**Percie, 2009**).

L'activité du piégeage des radicaux libres est l'un des mécanismes importants de l'activité antioxydante, pour les flavonoïdes, ce mécanisme est lié à leur structure et à l'arrangement des groupements hydroxyles (**Sokol-Letowska et al., 2007**).

Des études effectuées sur la capacité des flavonoïdes à piéger les radicaux libres ont montrées que les composés les plus actifs sont ceux qui combinent les trois critères suivants:

- La structure ortho dihydroxy sur le cycle B (groupement catéchol) qui confère la stabilité au radical flavonoxy et participe à la délocalisation des électrons.
- La double liaison C2-C3 en conjugaison avec la fonction 4-oxo.
- La présence du groupe 3-OH en combinaison avec la double liaison C2-C3.

A titre d'exemple, la quercétine satisfait à tous ces critères et par conséquent, elle est le composé le plus actif de la famille des flavonoïdes (**Marfak, 2003**). La propriété antiradicalaire des flavonoïdes est dirigée principalement vers HO• et O₂⁻ aussi les radicaux peroxy et alkoxy. En plus, comme ces composants présentent une forte affinité pour les ions du fer (catalysent plusieurs processus conduisant à l'apparition des radicaux libres), leur activité antiperoxydative peut être aussi attribuée à une capacité concomitante de chélation du fer (**Saija et al., 1995**).

Par ailleurs, l'inhibition des enzymes présente un autre mécanisme de l'activité antioxydante, les flavonoïdes peuvent agir sur l'activité de la xanthine oxydase et par conséquent, peuvent faire régresser la maladie de la goutte en réduisant à la fois les concentrations d'acide urique et celle du radical superoxyde dans les tissus humains. Une étude réalisée a montré que les flavonoïdes sont aussi des bons inhibiteurs d'autres enzymes responsables de la production des radicaux libres comme la cyclooxygénase et la lipooxygénase (**Marfak, 2003**).

II.3.3. Alcaloïdes

II.3.3.1. Définition

Les alcaloïdes sont des produits azotés basiques, d'origine naturelle dont l'atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique. Ils sont le plus souvent localisés dans les tissus périphériques; dans les écorces externes de tiges et de racines, des graines (**Krief, 2003**).

II.3.3.2. Rôle biologique

Les alcaloïdes ont été utilisés depuis longtemps dans la médecine. Ils ont de nombreuses activités pharmacologiques : ils affectent chez l'être humain le système nerveux, particulièrement les transmetteurs chimiques tels l'acétylcholine, dopamine et la sérotonine. Ils possèdent des activités antipaludiques (quinine), et des actions anticancéreuses (vincristine, vinblastine), des propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et antibactériennes. Et des rôles de protection contre les prédateurs (**Almousawi et Alwan, 2017**).

II.3.4. Terpénoïdes

II.3.4.1. Définition

Les terpénoïdes sont des produits naturels se produisent largement dans la nature par une grande variété des plantes et par certains animaux .Ils sont également abondamment trouvés dans les fruits, légumes et fleurs (**Dudareva et al., 2005**).

II.3.4.2. Rôle biologique

De nombreux terpénoïdes servent de composés de défense contre les microbes et les herbivores et sont des molécules naturelles pour attirer les insectes pollinisateurs. Ils possèdent aussi des activités biologiques : anti-inflammatoires, anticancéreux, et antivirales (**Ashour et al., 2010**).

II.4. Activité antioxydante

II. 4.1. Définition

Les antioxydants sont définis par HALLIWELL comme «toute substance qui en faible Concentration par rapport au substrat susceptible d'être oxydé prévient ou ralentit l'oxydation de ce substrat (**Benbrook, 2005**).

Les antioxydants piègent les radicaux libres en inhibant les réactions à l'intérieur des cellules provoquées par les molécules de dioxygène et de peroxyde, aussi appelées espèces

oxygénées radicalaires (EOR) et espèces azotées radicalaires (Tanguy, 2009)

II. 4.2. Principaux Antioxydants

Il existe de très nombreuses sources d'antioxydants (tant ceux fabriqués par l'organisme que ceux qui sont fournis par les aliments) et que ces derniers réagissent constamment avec d'autres molécules et tissus, ce qui en change la forme. Il est difficile de départager, par rapport à la quantité totale d'antioxydants présents dans l'organisme, la proportion d'antioxydants attribuables à l'alimentation (antioxydants exogènes) et la proportion attribuable à la synthèse par l'organisme (antioxydants endogènes). Cela dit, on en sait beaucoup sur le rôle et l'importance relative des sources d'antioxydants endogènes et exogènes (Tanguy, 2009).

II. 4. 2.1. Antioxydants enzymatiques

Les enzymes existent à l'état endogène et permettent de protéger les cellules contre les radicaux libres produits de manière physiologique au cours du métabolisme cellulaire normal. Les principaux systèmes enzymatiques comprennent les super oxydes dismutases (SOD), la catalase (CAT) et plusieurs formes de glutathion peroxydases (GSH-PX) (Jacob *et al.*, 2006; Garrel *et al.*, 2007; Menon et Goswami, 2007) (figure 07).

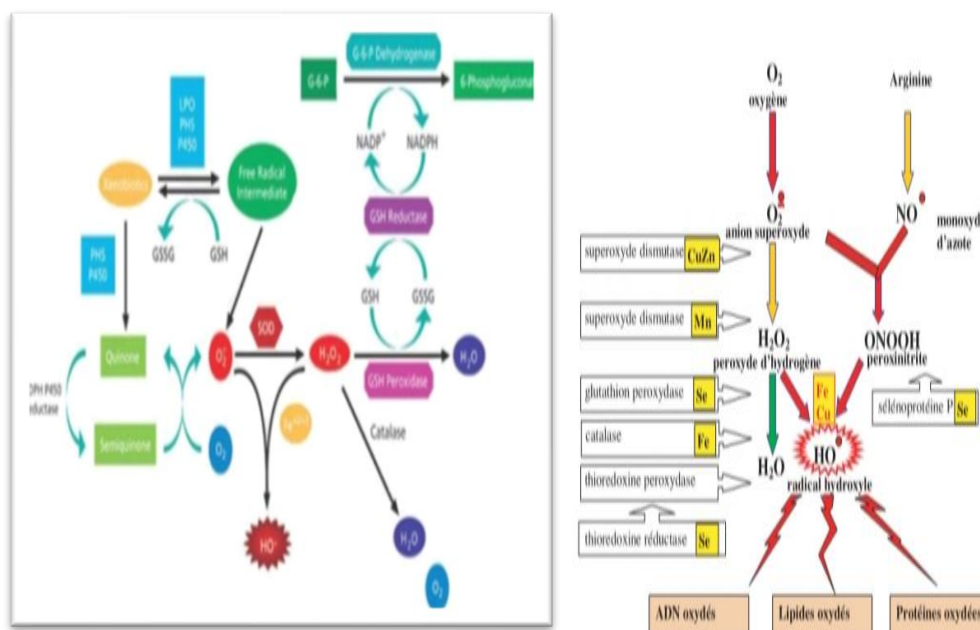


Figure 07 . Mode d'action des principaux systèmes enzymatiques antioxydants de leurs cofacteurs métallique (Favier, 2003 ; Descamps, 2004).

- **Superoxyde dismutase (SOD)**

Sont des metalloenzymes qui catalysent la dismutation du radical superoxyde en peroxyde d'hydrogène et oxygène moléculaire par un des membres de la famille des SODs, par la réaction suivante :



Les SODs contiennent soit du manganèse (Mn-SOD), soit du cuivre et du zinc (Cu/Zn-SOD), et qui sont restreintes à des compartiments cellulaires différents

(Ré *et al.*, 2005). Il existe trois types de SOD : la SOD 1 ou Cu/Zn-SOD, est cytosolique ; la SOD 2 ou Mn-SOD est mitochondriale ; la SOD 3, qui comme la SOD1 comporte du cuivre et du zinc, est extracellulaire et est donc aussi appelée EC-SOD (Afonso *et al.*, 2007).

- **Glutathion peroxydase (GPx)**

Cet enzyme est présent dans le cytoplasme et dans la mitochondrie. C'est une glycoprotéine tétramérique qui réduit d'une part le peroxyde d'hydrogène en molécule d'eau, et d'autre part tous les peroxydes lipidiques. Lors de cette réaction, qui demande l'intervention de deux molécules de glutathion GSH, celles-ci se transforment en glutathiondisulfure GSSG selon la réaction suivante



- **Catalase**

C'est un enzyme héminique joue un rôle important dans les voies de défense antioxydants, elles réduisent le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 en libérant de l'oxygène et de l'eau (Forsberg *et al.*, 2001).

Elles sont localisées surtout dans les peroxysomes, formées de quatre sous unités. Chaque sous unité comporte un groupement ferriprotoporphyrine dans son site actif avec un atome de fer à l'état Fe^{3+} (Ko, T. P., Safo *et la* 2000). Il existe de nombreuses autres enzymes antioxydantes comme les peroxyredoxines, l'hème-oxygénase, la glutathion transférase, les thiorédoxines réductases ou les thiorédoxines peroxydases (Favier, 2003).



II. 4.2.2. Antioxydants non enzymatiques

- **Vitamine E**

Le terme générique de vitamine E désigne en fait la famille constituée des tocophérols, la forme la plus active étant l'alpha-tocophérol. Cette vitamine est décrite comme étant le principal antioxydant liposoluble dans le plasma et les érythrocytes chez l'homme. Elle empêche ou réduit l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL). Cette oxydation des LDL est associée à l'apparition de l'athérosclérose et donc aux maladies cardiovasculaires **(Rondeau, 2009)**. et elle est capable, d'une part, de piéger chimiquement l'oxygène (O_2) en s'oxydant en quinone. D'autre part, de réagir avec le radical hydroxyle (OH), mais son principale rôle biologique est de prévenir la peroxydation des lipides membranaires in vivo en capturant les radicaux peroxydes (ROO) **(Rondeau, 2009)**. Elle est présente dans les huiles végétales (huiles d'arachide, de soja, de chardon, de tournesol et d'olive pressées à froid) ainsi que dans les noix, les amandes, les graines, le lait, les oeufs, et les légumes à feuilles vertes **(Bossokpi, 2002)**

- **Vitamine C**

L'acide ascorbique ou la vitamine C est un antioxydant dans les fluides extracellulaires. La vitamine C est un antioxydant puissant. Elle participe dans les réactions avec la vitamine E et l'enzyme glutathion peroxydase pour neutralisation des radicaux libres **(Belkheiri, 2010)**. La vitamine C La plupart des mammifères sont capables de synthétiser la vitamine C dans leur foie ou dans leurs reins. Ce n'est pas le cas de l'homme qui doit assurer un apport journalier d'environ 100 mg via une alimentation riche en fruits. La vitamine C est, avant tout, un excellent piégeur des EOA ($\text{HO}^\bullet$ ou $\text{O}_2^{\bullet -}$). Elle inhibe également la peroxydation lipidique en régénérant la vitamine E à partir de la forme radicalaire issue de sa réaction avec des radicaux lipidiques. Ses fonctions sont nombreuses : contribution au bon fonctionnement du système immunitaire, implication dans la synthèse du collagène et des globules rouges ainsi que dans les mécanismes de métabolisation du fer. **(Haleng, J et la 2007)**.

- **β -carotène**

Le β -carotène est un type de caroténoïdes et précurseur de la vitamine A. Leur rôle protecteur dans les systèmes biologiques implique la désactivation des EOA telle que ROO ,

qui peuvent faire des dommages oxydatifs (**Stahl et al., 2002**). Il est présent dans les légumes verts, la salade, les carottes, l'abricot, le melon, les épinards (**Boss et al., 2002**).

- **Coenzyme Q10**

Le coenzyme Q10 forme prédominante d'ubiquinone chez l'homme et l'animal, peut agir comme un antioxydant liposoluble, en complément de son rôle dans le métabolisme énergétique. Sa fonction serait de stimuler un recyclage efficace de la vitamine E, plutôt que d'agir directement sur les radicaux libres (**Beyer et al., 1994**).

- **Polyphénols**

Ils constituent une famille importante d'antioxydants présents dans les végétaux. L'alimentation fournit environ 1g de polyphénols par jour principalement par l'apport en fruits et, dans une moindre mesure, en légumes et en céréales. Ils sont présents sous forme d'anthocyanine dans les fruits rouges et le vin rouge, sous forme de flavonoïdes dans les agrumes, l'huile de lin et sous forme d'épicatéchine dans le vin, le thé, le chocolat, les pommes, les oignons et les algues brunes. Globalement, ce sont d'excellents piègeurs des EOA et de très bons chélateurs des métaux de transition comme le fer et le cuivre (**Haleng et al., 2007**).

- **Sélénium**

Le sélénium Le sélénium n'est pas un anti-oxydant en tant que tel, car il ne peut piéger les radicaux libres, mais il joue un rôle primordial comme cofacteur de la GPx. Dans l'alimentation, on retrouvera essentiellement du sélénium organique, lié à un acide aminé, la cystéine. Le sélénium organique est mieux absorbé, il subit une métabolisation hépatique qui conduit à des intermédiaires nécessaires à la synthèse de dérivés physiologiquement actifs comme la GPx. La dose journalière recommandée est de 50- 70 µg/jour. Les aliments riches en sélénium sont, notamment, les noix de Brésil, les brocolis, l'ail(**Haleng, J et la 2007**).

- **Cuivre**

A concentration physiologique, le cuivre est le cofacteur d'enzymes comme la SOD, le cytochrome C oxydase, la dopamine β-hydroxylase. Cependant, en tant que métal de transition, il joue un rôle important dans le déclenchement de réactions de production d'EOA (réactions de Fenton) et peut – lorsque sa concentration est élevée devenir pro-oxydant. Les

apports journaliers recommandés sont de l'ordre de 2,5 mg. Il est présent dans le son, l'avoine, le seigle, le foie de veau (Haleng, J et la 2007).

- **Zinc**

Le zinc joue un rôle de cofacteur pour de nombreux enzymes et intervient ainsi dans de nombreuses fonctions comme le métabolisme des nucléotides, la synthèse des prostaglandines, le fonctionnement de l'anhydrase carbonique. Comme le cuivre, le zinc est un des cofacteurs essentiels de la SOD. Il protège également les groupements thiols des protéines et il peut inhiber les réactions de formation d'EOA induites par des métaux de transition comme le fer ou le cuivre. Le rapport Cu / Zn, (normalement inférieur à 1,5) sera un excellent indicateur de l'état de stress oxydant d'un individu. Les aliments les plus riches en zinc sont les viandes et les poissons, les céréales complètes et les légumes secs; les apports journaliers recommandés sont de l'ordre de 20 mg(Haleng, J et la 2007).

II.5. Mécanismes d'action des antioxydants

Mécanisme d'action des antioxydants sont divisés en deux catégories :

II.5.1. Mécanisme d'action des antioxydants piégeurs

Les cellules utilisent de nombreuses stratégies antioxydantes et consomment beaucoup d'énergie pour contrôler leur niveau d'espèces réactives de l'oxygène. Certains composés antioxydants comme la vitamine E, la vitamine C ou les caroténoïdes et les polyphénols apportés par l'alimentation, agissent en piégeant les radicaux et en captant leur électron célibataire et en les transformant en molécules ou ions stables. Ce type d'antioxydant est appelé piégeur ou éboueur (scavenger ou chain breaking antioxidants). Il existe de plus, des composés endogènes synthétisés par les cellules et jouant le même rôle; le plus important est le glutathion réduit (GSH) qui protège non seulement contre les radicaux oxygénés, mais aussi contre les peroxydes ou le NO• (Favier, 2003).

II.5.2. Mécanisme d'action des antioxydants préventifs

Une autre stratégie utilisée dans la lutte contre le stress oxydant, elle est de nature enzymatique, visant à détruire les superoxydes et les peroxydes. Ainsi, les superoxydes dismutases sont capables d'éliminer l'anion superoxyde par une réaction de dismutation. Cette réaction est catalysée par un métal situé au site actif d'enzyme. Les principales enzymes capables de détruire le peroxyde d'hydrogène sont les catalases à cofacteur fer et les

glutathions peroxydases à cofacteur sélénium. Il existe de nombreuses autres enzymes antioxydantes comme les peroxy redoxines, l'hème oxygénase, la glutathion sélénoindépendant (glutathion S-transférase), les thioredoxines réductases ou les thio-redoxines peroxydases (**Favier, 2003**).

II.5.3. Activité antimicrobienne

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut entraîner la sélection de souches multi résistantes (**Billing et Sherman, 1998**). Ces dernières années, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistant aux antibiotiques (**Sagdic et al., 2002**). D'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (**Billing et Sherman, 1998**).

Une des approches courantes pour la recherche des substances biologiquement actives est le criblage systématique des micro-organismes ou les plantes, qui sont des sources de beaucoup d'agents thérapeutiques utiles. En particulier, l'activité antimicrobienne d'huiles et des extraits de plantes ont formé la base de beaucoup d'applications, y compris, pharmaceutiques, médecine, thérapie naturelle et la conservation des aliments (**Sagdic et al., 2002**).

II.6. Activité antibactérienne

Les bactéries sont responsables de diverses infections dans les organismes vivants. Les chercheurs ont espéré pouvoir éradiquer certaines maladies avec la découverte des antibiotiques. Malheureusement la large utilisation de ces médicaments a généré une résistance croissante des bactéries face aux antibiotiques. Dans cette perspective, il y a eu un grand intérêt pour la recherche de nouvelles substances biologiquement actives et efficaces comme alternative à partir des ressources naturelles. En particulier, Les plantes médicinales constituent une source potentielle de composés antimicrobiens et/ou inhibiteurs des mécanismes de résistances aux antibiotiques (**Fettah, 2019**).

II.6.1. Plantes comme antibiotiques

L'activité antibactérienne des flavonoïdes est largement documentée, la propolis est l'un des produits les plus étudiés pour sa richesse en flavonoïdes (**Cushnie et Lamb, 2005**).

Chapitre II : Métabolites secondaires et leurs activités biologiques

Kosalec *et al.* (2005) ont montré que les extraits de propolis à une concentration de 1% en flavonoïdes exerçaient une forte activité antibactérienne sur plusieurs souches: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pyogenes*.

L'action des flavonoïdes sur la cellule bactérienne peut s'exercer à différents niveaux : ils peuvent attaquer la paroi bactérienne, la membrane cytoplasmique, ou inhiber la synthèse de l'ADN, comme ils peuvent également perturber les voies métaboliques des bactéries, les études de relation structure-activité antibactérienne ont montré que la présence de groupements hydroxyles en position 2',4' ou 2',6' sur le noyau B des flavonoïdes ainsi que les substitutions au niveau du carbone 8 ou 6 du cycle A par une chaîne aliphatique longue, augmentent l'activité antibactérienne de ces composés (**Cushnie et Lamb, 2005**).

La rareté des maladies chez les plantes sauvages s'explique par l'élaboration d'un système de défense naturelle, qui leur permet de lutter efficacement contre les pathogènes (bactéries, champignons et virus) (**Jones et Dangl, 2006 ; Gibbons, 2008**). L'originalité de ce système de défense réside dans l'exceptionnelle variabilité chimique des molécules produites (**Gibbons, 2008**). Ces dernières constituent, de par la diversité des groupements structuraux et fonctionnels qu'elles arborent, un vaste réservoir de substances actives.

Le mode d'action des huiles essentielles dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane, une perturbation chémo-osmotique et une fuite d'ions (K⁺): ce mécanisme a été observé avec l'huile de l'arbre à thé sur les bactéries Gram+ (*Staphylococcus aureus*) et Gram - (*E. coli*) et levure (*Candida albicans*) in vitro (**Carson et al., 2002**).

Certains composés phénoliques des huiles essentielles interfèrent avec les protéines de la membrane des micro-organismes comme l'enzyme ATPase, soit par action directe sur la partie hydrophobe de la protéine, soit en interférant dans la translocation des protons dans la membrane prévenant la phosphorylation de l'ADP. Les Huiles essentielles peuvent inhiber la synthèse de DNA, RNA, des protéines et des polysaccharides inhibition de la décarboxylation des acides aminés chez Entérobactéries.

Les principales localisations des sites d'action des constituants des HEs au niveau cellulaire sont indiquées dans la figure 8 :

Chapitre II : Métabolites secondaires et leurs activités biologiques

1) Altération de la paroi cellulaire : attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.

2) Dégradation de la membrane cytoplasmique;

3) Altération des protéines membranaires;

4) Fuite du contenu cellulaire;

5) Coagulation du cytoplasme;

6) Epuisement de la force de mouvement des protons: 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.

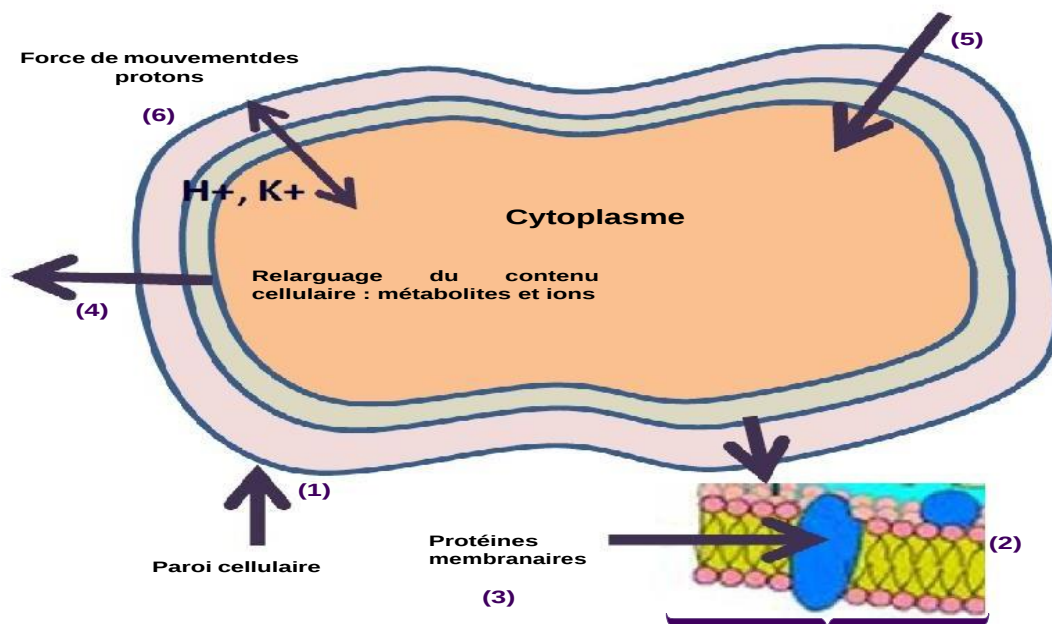


Figure 08. Principales localisations des sites d'action des constituants des HEs d'après (Nazzaro *et al.*, 2013)

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre I :

Matériels et Méthodes

I . Matériel et Méthodes

L'ensemble de ce travail a été réalisé aux laboratoires de toxicologie, biochimie et microbiologie du département de sciences de la nature et de la vie de l'Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued.

I.1. Récolte de l'espèce végétale étudiée

Notre étude est portée sur une espèce de plante médicinale de la famille de Lamiacée, récoltée de la région de Robbah située dans la wilaya d'El-Oued dans le mois de Mars 2021. Le matériel végétal est constitué de feuilles et les tiges de la plante *Ocimum basilicum L.* cultivée dans la région citée précédent.

I.2. Préparation de l'extrait

La partie aérienne d'*Ocimum basilicum L.* est lavée puis laissée sécher à l'ombre et à la température ambiante dans un endroit aéré, pendant 21 jours.

L'extrait utilisé est préparé selon le mode d'extraction en macération. Les feuilles et les tiges sèches ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à leur réduction en poudre, ensuite sont mise à la macération dans un mélange éthanol/eau (7:3 V/V) à un rapport de 1/5 (P/V).

L'extrait hydroalcoolique est récupéré dans un premier temps après filtration du mélange, le solvant est éliminé du filtrat par évaporation sous pression réduite dans un rotavapeur. Permettant ainsi d'obtenir un extrait caractérisé par une couleur vert foncée, qui est considéré comme étant l'extrait brut (Biesaga, 2011) (Figure 09).

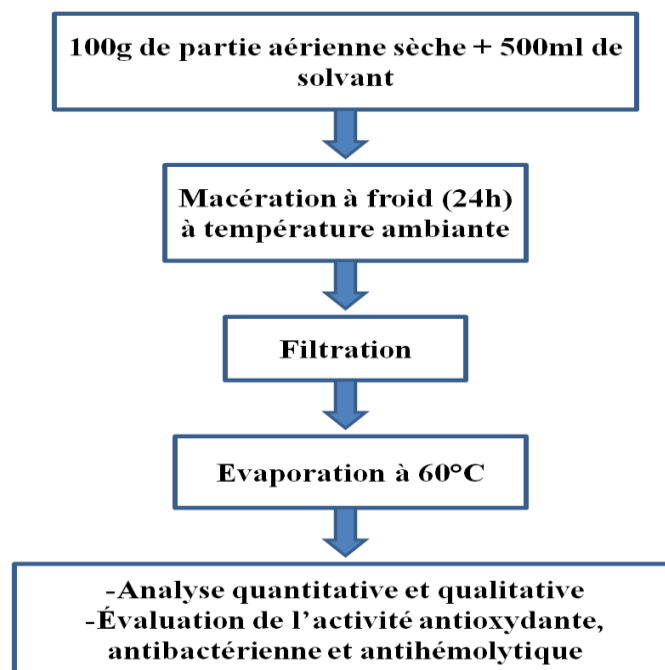


Figure 09. Etapes de préparation des extraits

I.3. Détermination du rendement

Le rendement est la quantité d'extraction obtenue par rapport à la matière sèche initialement utilisée, la valeur de rendement est exprimé en % (Bssaibis *et al.*, 2009)

Rendement d'extraction est calculé par la formule suivante :

$$R \% = \frac{\text{Masse du Résidu Extraît}}{\text{Masse Initial du Végétal}} \times 100$$

I.4. Dosage des composés phénoliques

I.4.1. Principe

Le dosage des polyphénols se fait avec le réactif de Folin-Ciocalteu (Singleton et Rossi), qui en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols. Le réactif FCR, constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$), est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (MO_8O_{23}). La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en phénols totaux et possède une absorption maximum aux environs de 750-765nm.

I.4.2. Mode opératoire

Préparation de la gamme d'étalon de l'acide gallique

➤ Préparation de la solution S1 :

On prend 2 mg de l'acide gallique et on le dissout dans 2 ml d'eau distillé pour obtenir la solution S1 (2mg/2ml ou 2000 µg/2ml)(Tableau2).

Tableau 02 : Préparation de la solution S1.

Tube/Concentration (µg/ml)	A1 (50)	A2 (100)	A3 (200)	A4 (300)	A5 (400)	A6 (500)
Solution S1 (ml)	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Eau distillé (ml)	0.95	0.90	0.8	0.7	0.6	0.5

➤ Préparation de Na₂CO₃ de 2 à 7% (Carbonate de sodium)

Pour 2% on dissout 2 gramme de Na₂CO₃ (Carbonate de sodium) dans 100 ml d'eau distillé pour obtenir la solution S2.

➤ Préparation de l'extrait de plante

Une masse de 1 milligramme d'extrait est dissoute dans un volume de 1ml d'eau distillé pour obtenir la solution S3.

➤ Procédure

A .Pour l'extrait

125 µl (S3 solution d'extrait de plante) + 500 µl d'eau distillé +125 µl de FCR + attendre 3 mn + 1250 µl (S₂ de carbonate de sodium Na₂CO₃) + 1 ml d'eau distillé + mettre le mélange à l'obscurité et attendre 90 mn + lecture à 760 nm

B. Pour l'étalon de l'acide gallique

Les procédures de la préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique sont résumées dans le tableau 03

Tableau 03 : Gamme d'étalonnage de l'acide gallique

Tubes						
125 µl	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Eau distillé (µl)	500	500	500	500	500	500
FCR (µl)	125	125	125	125	125	125
Attendre 3mn						
S2 (µl)	1 2 50	1250	1250	1250	1250	1250
Eau distillé (ml)	1	1	1	1	1	1
Mettre le mélange à l'obscurité et attendre 90 mn						
Lecture à 760 nm						

I.5. Dosage des flavonoïdes**I.5.1. Principe**

La concentration des flavonoïdes dans les extraits est basée sur la complexation avec Al^{+3} et les résultats sont exprimés en équivalents de Quercetin (**Türkoğlu *et al.*, 2007**)

➤ **Préparation de 1 M Potassium acétate (CH_3COOK)**

Pour 1M Potassium acétate (CH_3COOK) on dissout 9,80g de (CH_3COOK) dans 100ml d'eau distillé pour obtenir la solution **S1**.

➤ **Préparation de l'extrait de plante**

Une masse de 1mg d'extrait est dissoute dans un volume de 1 ml de méthanol pour obtenir la solution **S2**.

I.5.2. Mode opératoire**A. Pour l'extrait**

250 µl (**S2**) (extrait de plante) + 2550 µl ($MeOH$) +100 µl (**S1**) (CH_3COOK) + 100 µl ($Al(NO_3)_2 \cdot 9H_2O$) + attendre 40 mn + lecture à 415 nm.

B. Pour l'étalon

Préparation de la gamme d'étalon de la Quercetin

On prend 12,6 mg de la Quercetine et on le dissolvé dans 25 ml de méthanol pour obtenir la solution **S3**. Les étapes de la réalisation de la gamme d'étalon de Quercetin comme suivant (Tableau 04).

Tableau 04: Gamme d'étalonnage de la Quercetin.

Concentration (µg/ml)	0	25	50	75	100	125	150	175	200
MeOH (µl)	4800	4775	4750	4725	4700	4675	4650	4625	4600
S3 (µl)	0	25	50	75	100	125	150	175	200
S1 (µl)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nitrate d'aluminium (µl)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

I.6. Evaluation de l'activité antioxydante, antibactérienne

I.6.1. Activité antioxydante (Test du DPPH)

C'est l'un des principaux essais employés pour explorer l'utilisation des extraits d'herbe comme antioxydants (**Markowicz et al., 2007**). En présence des piègeurs de radicaux libre. Le **diphenylpyryl-hydrazyl (DPPH)** de couleur violette se réduit en 2,2 diphenyl 1 picryl hydrazine de couleur jaune (**Maataoui et al., 2006**). Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires (**Majhenic et al., 2007 ; Chenni, 2016**). (figure 10)

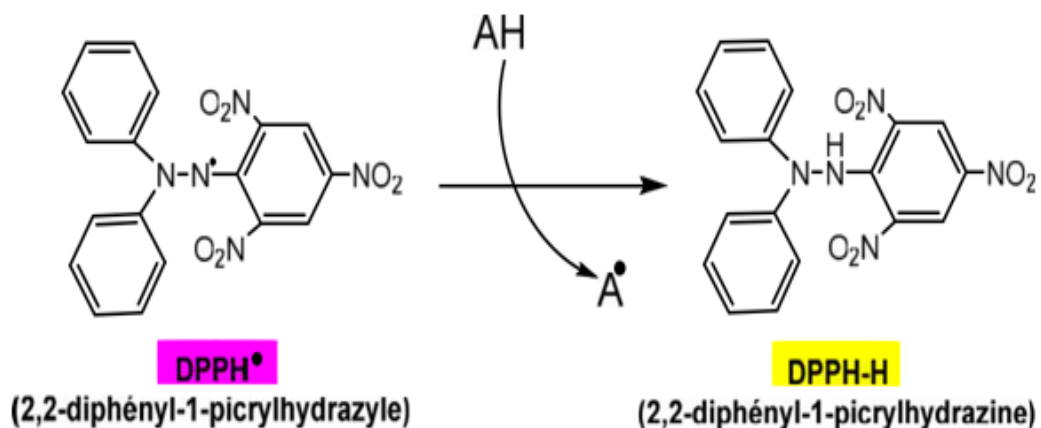


Figure 10 . Forme libre et réduite du DPPH (Chenni, 2016).

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 3,5 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol.

➤ **Préparation solution d'extrait**

Peser 3 mg d'extrait et le dissoudre dans 3ml de méthanol pour obtenir une concentration 1mg /ml (Chamsa, 2015), puis appliquer une série de concentration d'extrait sur le DPPH (tableau 05).

Tableau 05 : Evaluation DPPH avec l'extrait.

N° Tube	Concentration	Volume de l'extrait	Volume de methanol
01	1000 µg/ml	200 µl de solution mere	00 µl
02	500 µg/ml	200 µl de solution mere	200 µl
03	250 µg/ml	200 µl de tub 02	200 µl
04	125 µg/ml	200 µl de tub 03	200 µl
05	62.5 µg/ml	200 µl de tub 04	200 µl
06	31.25 µg/ml	200 µl de tub 05	200 µl
07	15.625 µg/ml	200 µl de tub 06	200 µl
08	7.8125 µg/ml	200 µl de tub 07	200 µl

➤ **Préparation d'Acide ascorbique**

Peser moins de (1-2 mg) d'acide gallique et le dissoudre dans un double volume d'eau distillé afin d'obtenir une concentration de 0,5 µl/ml (tableau06)(Chamsa 2015).

Tableau 06 : Evaluation DPPH avec Acide ascorbique

N° Tube	Concentration	Volume d'acide ascorbique (solution mère)	Volume de méthanol
01	250µg/ml	200 µl de solution mere	200 µl
02	125µg/ml	200 de tub 01	200 µl
03	62.5µg/ml	200 µl de tub 02	200 µl
04	15.625µg/ml	200 µl de tub 03	200 µl
05	7.81µg/ml	200 µl de tub 04	200 µl
06	3.9µg/ml	200 µl de tub 05	200 µl
07	1.9µg/ml	200 µl de tub 06	200 µl
08	0.97µg/ml	200 µl de tub 07	200 µl

L'absorbance par spectrophotométrie UV-Vis à été lues à 517 nm après 30 min de temps d'incubation à température ambiante. L'absorbance d'un échantillon blanc contenant la même quantité de méthanol et de solution de DPPH dans les mêmes conditions opératoires a été faite. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH qui à été calculé par la formule suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = (A0 - A1 / A0) \times 100$$

A0 : L'absorbance de contrôle

A1 : L'absorbance d'échantillon

Le pourcentage d'inhibition a été porté en fonction de la teneur en phénol et la concentration d'inhibition (réduire) de 50% de DPPH a été déterminée. la CI50 est calculée a partir de l'équation obtenue par le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait/ et l'acide ascorbique.

I.6.2. Activité antibactérienne

Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait éthanolique par la méthode de diffusion en milieu gélosé (antibiogramme) (Treki *et al.*, 2009). Cette technique repose sur l'apparition d'une zone d'inhibition autour du disque contenant l'extrait de la plante (Bssaibis *et al.*, 2009).

I.6.2.1 Matériel biologique

Les souches bactériennes testées sont provenus du laboratoire de microbiologie de département des SNV de l'université d'El oued. Le support microbien est composé de: *Staphylococcus aureus* (Gram+), *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-), *Bacillus cereus* (Gram+).

Nous avons choisi de tester nos extraits sur ces souches bactériennes parce qu'elles sont les agents pathogènes les plus fréquemment impliquées dans les infections humaines.

➤ Description des souches étudiées

1. *Pseudomonas aeruginosa*

Famille des *Pseudomonadaceae*, bacille à Gram négatif ne fermentant pas le glucose, mesurant habituellement (0.5–1.0 X 1.5–5.0 µm) (**Brenner et al., 2005**), Largement présent dans l'environnement (eau, sol, végétaux). Bactérie aérobie stricte, mobile (**Bousseboua, 2005**), elle peut produire deux pigments: la pyocyanine, de couleur bleue verdâtre, et la fluorescéine, de couleur jaune verdâtre. L'espèce se caractérise par l'odeur particulière que dégagent après la culture (**Kayser et al., 2005**).

La bactérie est invasive et cytotoxique. Elle produit une grande quantité de facteurs de virulence et lié aussi à la présence de biofilm, (**Al-Dahmashi, 2013; Chaker, 2006**) est une bactérie pathogène opportuniste à large spectre d'hôtes, responsable de nombreuses infections nosocomiales chez l'homme et représente aujourd'hui un véritable problème de santé publique surtout par l'apparition des souches multi résistantes (**Hota et al., 2009 ; Mahmoud et al., 2013**).

2. *Bacillus cereu*

C'est une bactérie appartenant à la famille des *Bacillaceae*. Gram positif, aéro-anaérobie facultatif, et mobile ($\pm$), habituellement les bactéries sont observés en paires ou en chaînettes courtes et capable de former des endospores (**Morello et al, 2003 ; Brenner et al., 2005**), capable d'élaborer plusieurs toxines, y compris un nécrosante entérotoxine, une toxine émétiques, phospholipases, protéases, et hémolysines. Ils sont des facteurs déterminants pathogènes importants (**Drobniewski, 1993**). Généralement sont largement répandues dans l'environnement est fréquemment responsable d'intoxications alimentaires et contaminer les aliments par ses spores. (**Bottone, 2010**).

3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est une coccobactérie Gram positif, catalase positive appartenant à la famille des *Staphylococcaceae*. Il a un diamètre d'environ (0,5 à 1,5 µm), est immobile, asporulé et facultativement anaérobie il est habituellement disposé en grappes. De nombreuses souches produisent des entérotoxines staphylococciques (**Becker et al., 2004**).

I.6.2.2. Méthode d'étude de l'activité antibactérienne

I.6.2.2.1. Préparation des souches

A) Revivification des souches bactériennes

La revivification des souches est une étape nécessaire avant leur utilisation car leur activité biologique est nulle. Donc, elle a pour but l'obtention d'une culture jeune et pure. Elle consiste à ensemencer en stries la surface de la gélose nutritive préalablement coulée et solidifiée dans les boîtes de Pétri quelques colonies des souches conservées à 4°C (milieu gélose nutritif pour les bactéries). Les boîtes de Pétri renfermant chacune une souche de bactérie sont incubées à 37°C pendant 24 h (**Bouchouka, 2016**)(figure11).

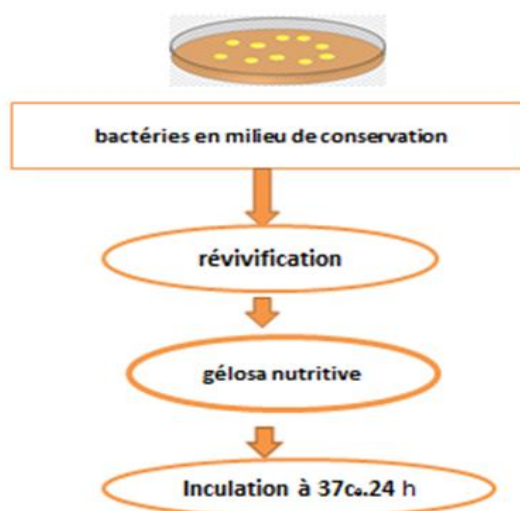


Figure11 . Revivification et culture des souches bactériennes

B) Préparation des disques

Des disques de 6 mm de diamètre sont découpés du papier Wattman N° 3 et stérilisés dans un autoclave pendant 20 min à 120°C (**Yin et al., 2013**).

C) Préparation des dilutions

Diluée la concentration d'extrait éthanolique *Ocimum basilicum L.* ont été préparé dans DMSO (**Vora et al., 2017**).

D) Préparation de l'inoculum

A partir des cultures jeunes préparées, on prélève quelques colonies des bactéries dans environ 10 ml d'eau physiologique stérile à 0.9 %. On agite ensuite les tubes au vortex pendant quelques secondes (Reghioua, 2006 ; Ouis, 2015).

E) Dépôt de disques

Une fois le milieu de culture qui contient les suspensions microbiennes est solidifié, on prélève aseptiquement à l'aide d'une pince stérile 4 disques absorbant stérile de 6 mm et on l'imbibe avec 10µl de concentrations de l'extraie d'*Ocimum basilicum L.* à tester, puis on le dépose sur la gélose préalablement préparée (Labiod, 2016).

F) Incubation

On incube les boîtes de Pétri à 37°C pendant 24h pour les bactéries, et 48h pour l'espèce fongique (Lahoum *et al.*, 2016).

I.6.2.2.2. Méthode d'application des disques d'antibiogramme

Cette méthode de est préconisée par (carson *et al.*, 1995 ; cavallo *et al.*, 2006)

- La gélose M-H, préalablement fondue au bain marie bouillant, a été coulée en boîte de pétri à une épaisseur de 4mm.
- Les boîte de M-H refroidies sont inoculées (par ajoute) de 1ml d'inoculum (108 UFC /ml) de façon à recourir toute la surface gélosée.
- Des disques stériles de 6mm de diamètre sont imbibes d'une quantité suffisante (10µl) de extrait.
- Un disque d'antibiotique (Gentamécine10) est utilisé comme témoin.
- incubation 18-24 heures à 37°C pour les souches bactériennes dans l'étuve.
- Après incubation ces disques imprègnes sont alors déposés sur la gélose et les extraits diffusent des disques dans la gélose.

I.6.2.2.3. Lecture des résultats

Après 24 heures d'incubation, mesurer à l'aide d'une règle graduée le diamètre d'inhibition des bactéries autour des disques. Le diamètre (mm) de la zone entourant le disque est proportionnel à la sensibilité du germe étudié (Figure12).

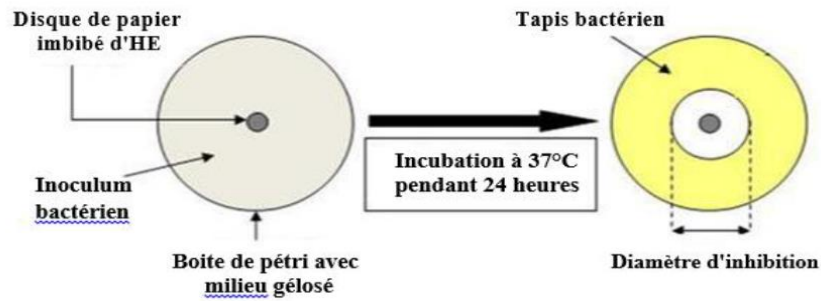


Figure 12. Principe de la méthode de diffusion sur disques (Chenni, 2016).

Les étapes d'évaluation de l'activité antibactérienne sont résumées dans la figure 13.

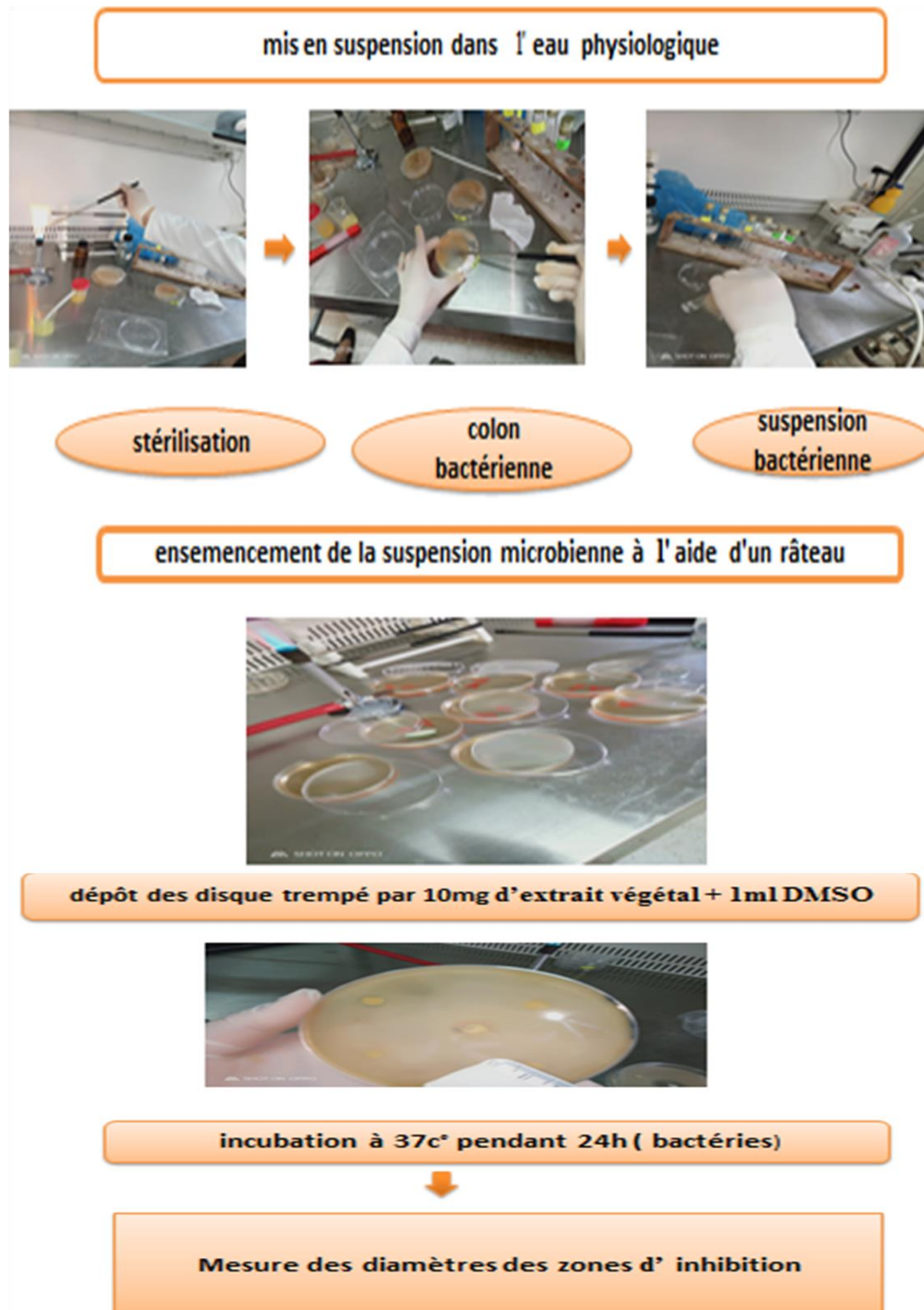


Figure 13. Protocole d'évaluation de l'activité antimicrobienne d'un extrait végétal.

I.7. Activité anti- hémolytique

I.7.1. Principe

Cette activité est basée sur le pouvoir d'extrait phénolique de *Ocimum basilicum* L. a empêché la destruction des globules rouges contre l'agression des radicaux libres. Le test hémolyse a été réalisé par méthode d'**Abirami et al., (2014)**. Ce test permet de suivre l'évolution positive ou négative d'une prescription, sur l'état de défense de l'individu vis avis des radicaux libre un globule rouge pour résiste à cette agression jusqu'à ce que la membrane soit modifié et que la cellule laisse échapper son contenu (**Maamri, 2008**). La lyse de cellule sanguine est induite par des générateurs de radicaux libres qui perturbent la membrane plasmique (peroxyde d'hydrogène H₂O₂, trichlorure de Fer FeCl₃)(**Chouikh, 2015**).

➤ Préparation des Globules rouges

Cinq millilitre de sang d'une personne saine ont été recueillis dans des tubes traités à l'EDTA, puis centrifugés pendant 5 min à 1000 tour/min. Le surnageant a été éliminé et le culot a été lavé trois fois avec du PBS (0,2 M, pH 7,4) puis remis en suspension dans une solution saline (4%), (**Yang et al., 2005**).

I.7.2. Mode opératoire

Selon la méthode d'**Abirami et al., (2014)**, le sang humain utilisé dans ce test est obtenu par prélèvement veineux d'un volontaire non-fumeur.

- Le sang collecté dans un tube héparine (anticoagulant EDTA), il est dilué par l'eau distillée et centrifugé à 3000tours/ min pendant 10 minutes .
- Après élimination du plasma, 1 ml de culot avec 1 ml de l'eau distillé est centrifugé pendant 10min de vitesse 3000tours/min .
- On mettre 40µl de surnagent avec 2 ml de notre extrait ou l'acide ascorbique (standard) et incubé pendant 5 min à 37 ° C, on ajoute 40µl d'eau oxygénée, et 40µl trichlorure de fer et 40µl d'acide ascorbique .
- Puis le mélange est incubé pendant une heure dans l'étuve à 37 °C, et centrifugé a une vitesse de 700 cycles / min pendant 10 min ; Enfin absorbance de surnagent est mesuré à 540 nm.

Le pouvoir anti-hémolytique est exprimé par le pourcentage d'inhibition :

$$\% \text{ d'hémolyse} = (\text{Abs contrôle} / \text{Abs échantillon}) \times 100$$

Où:

Abs contrôle : absorbance du contrôle (par l'eau distillé).

Abs échantillon : absorbance de l'échantillon ou de l'acide ascorbique.

Chapitre II :

Résultats et discussion

II.1. Détermination de rendement

Le rendement de l'extraction est déterminé par le calcul du rapport entre le poids de l'extrait et le poids du matériel végétal utilisé pour l'extraction. Le rendement est exprimé en pourcentage.

Les résultats de l'extraction par macération de la partie aérienne de la plante *Ocimum Basilicum* L. par l'éthanol pour déterminer le rendement et ses caractéristiques (Couleur et aspect) enregistrent une valeur de rendement de 5,72% dans une masse de 100g de matière sèche, avec une couleur verte foncée avec un aspect visqueux.

Notre résultat est considéré comme très faible par rapport à celui trouvé par **Karthika et al. (2017)**, **Prasath et al. (2019)** et **Rezzoug et al. (2019)** chez la même espèce (*Ocimum basilicum*), qui sont respectivement de 20,67%, 13,5%, et 20,16%. Il est inférieur aussi aux résultats enregistrés par **Warsi et Sholichah (2017)** avec une valeur de 62,54%. En effet, le rendement d'extractions des plantes dépend essentiellement de leurs propriétés génotypiques (**Ebrahimzadeh et al., 2008**), la variété, la saison de récolte, la localisation géographiques, les différentes maladies que peuvent affecter la plante, la maturité de la plante (**Park et Cha, 2003**), la manière et la durée de la conservation (**Özgüven et Tansi, 1998**).

Ont a observés que le rendement de notre échantillon est sévèrement inférieur à celui trouvé dans les études précédente même chez la même espèce, cette variation du à la différence intra-espèce, les facteurs environnementales, et la période d'échantillonnage. Selon (**Tonzibo et al., 2000**), la diminution du rendement peut être aussi due à des pertes par évaporation et/ou une activité de biosynthèse qui se poursuit long temps après la récolte de la matière végétale. Ces variations peuvent être expliqué par la maturité des fleurs, l'interaction avec l'environnement (type de sol et température), le moment de la récolte et la méthode d'extraction (**fertout et al., 2016**).

II.2. Dosage des composées phénoliques

II.2.1. Teneur en polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques totaux d'extrait éthanolique de la plante étudiée ont été calculée à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage d'acide gallique

(Figure 14). La teneur est exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique (EAG)/g d'extraits sec.

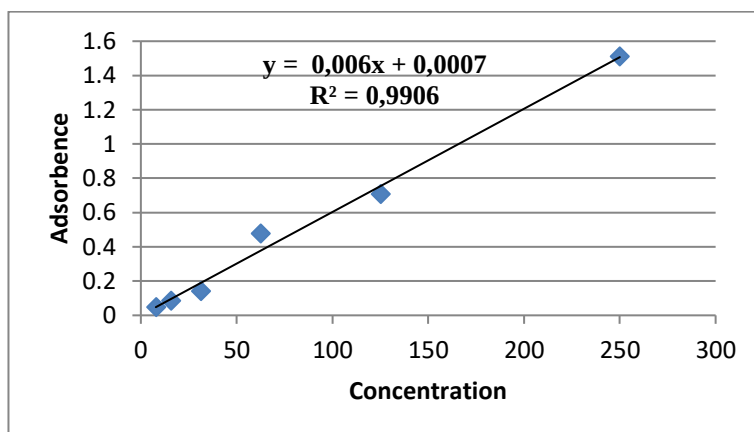


Figure 14. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

La teneur en polyphénols totaux dans l'espèce étudiée est 43,438 µg/mg EAG/g d'extrait sec. Nos résultats montrent que l'*Ocimum basilicum L.* étudiée est moins riche en composés phénoliques comparativement aux teneurs obtenues dans les travaux précédents, où **Al-Ghamdi et al., (2020)** ont trouvé une valeur plus élevée de 166,03 µg/ mg chez la même espèce prélevée de Saudi Arabia, et d'autre prélevée d'El-Tarf (Algérie) avec une valeur de 110 µg/mg (**Bendahmane et al., 2020**).

Ce qui confirme que les teneurs en polyphénols totaux d'extrait éthanolique d'*Ocimum basilicum L.* peuvent être variées considérablement dans la même espèce d'une région à une autre. Selon **Ebrahimzadeh et al. (2008)**, ces différences de teneur phénoliques d'extrait dépend essentiellement: de leur origine, la variété, la saison de récolte, la localisation géographique, les différentes maladies qui peuvent affecter la plante, la maturité de la plante (**Park et Cha, 2003**), et les conditions climatiques dures des endroits où elles poussent (température élevée, grande exposition au soleil, la sécheresse et la salinité) qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires comme les polyphénols. Aussi, elle peut être liée à la distribution des métabolites secondaires, peut changer pendant le développement de la plante (**Falleh et al., 2008**).

En effet, le contenu polyphénolique varie qualitativement et quantitativement dans une plante, cela peut être attribué à plusieurs facteurs :

- La saison de récolte, le séchage, la durée de stockage de la plante et le traitement auquel elle est soumise (**Benedec et al., 2012**).

- La méthode d'extraction et la méthode de quantification peuvent également influencer l'estimation de la teneur des phénols totaux (**Bentabet et al., 2014**). D'une manière générale,

Chapitre II :Résultats et discussion

on constate au cours du séchage, une modification de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles d'*O. Basilicum*. Cette modification est remarquable au niveau le contenu phénolique total était comparativement (aux résidus secs) faible parce que une décomposition ou perte des composés phénoliques au cours du processus de séchage sont généralement rapportés (Dabire *et al.*, 2011).

On remarque aussi par conséquences des études précédentes ils ya plusieurs facteurs peuvent influencer sur la teneur en composés phénoliques. Des études ont montré que les facteurs extrinsèques (tels que les facteurs géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en polyphénols (Aganga et Mosase, 2001).

II.2.2.Teneur en Flavonoïde

Les teneurs en flavonoïdes d'extrait éthanolique ont été calculées à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage de la quercétine (Figure 15).

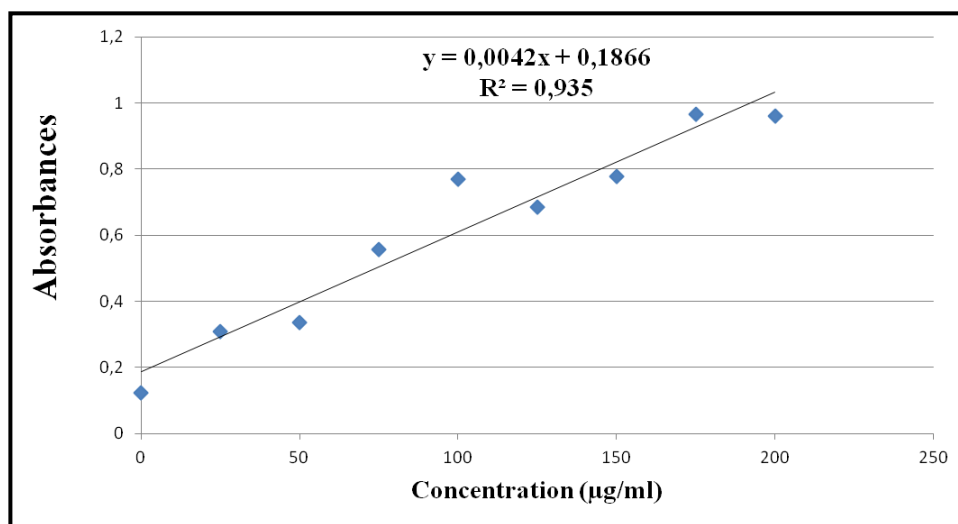


Figure 15. Courbe d'étalonnage de la quercétine

A partir de la courbe d'étalonnage de la quercitrine, la teneur en flavonoïde a été déterminée dans l'extrait en µg équivalent de quercetine/mg d'extrait sec. Les résultats de ce dosage donnent des valeurs de flavonoïde varient entre 1,53 et 5,79 avec une moyenne de 3,66 µg EQ/mg Extrait sec d'*Ocimum basilicum* L.

les valeurs obtenus dans ce travail sont très faible à celles trouvées par **Prasath et al.**,(2019) qui ont trouvés une teneur de flavonoïdes de 43,65 mg/g chez la même espèce. De même chez d'autre espèce fait partie de la même famille (Lamiacée), où **Belloul et la.**, (2016)

Chapitre II :Résultats et discussion

enregistrant une valeur de 15,72mg/g . Dans une autre étude sur *Ocimum basilicum* L., **Prasath et al.,(2019)**, ont trouvé une teneur de flavonoïde de 43,65 mg équivalent quercétine/g d'extrait .

La différence dans la quantité en polyphénols et en flavonoïdes peut être due à plusieurs facteurs comme montrent diverses études. Les facteurs climatiques et environnementaux: la situation géographique, la sécheresse, le sol, l'agressions et les maladies, et le patrimoine génétique et le stade de développement de la plante (**Bentabet et al., 2014**).

II.3. Activité biologique

II.3.1. Evaluation de l'activité antioxydante

Nous avons employé le test chimique du 2-diphényle-1-picrylhydrazyl (DPPH), afin d'étudier l'activité antioxydante, exprimant la capacité de réduction des radicaux libres.

Les résultats obtenus nous a permettent de tracer des graphes illustrent la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration d'extrait de la plante étudiée/et l'acide ascorbique (**figure16, figure17**).

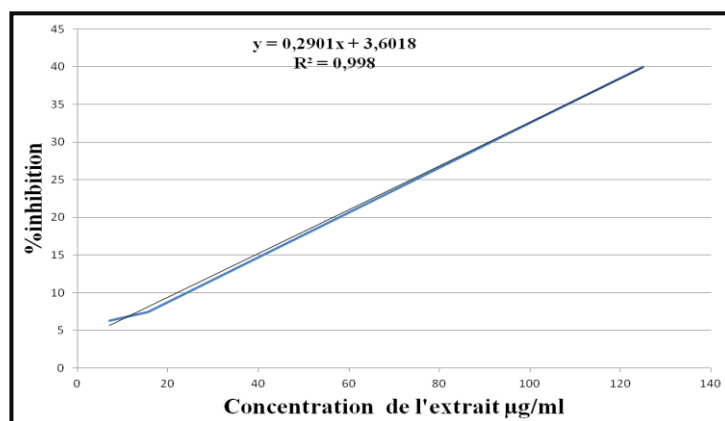


Figure 16 .Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait d'*Ocimum basilicum* L.

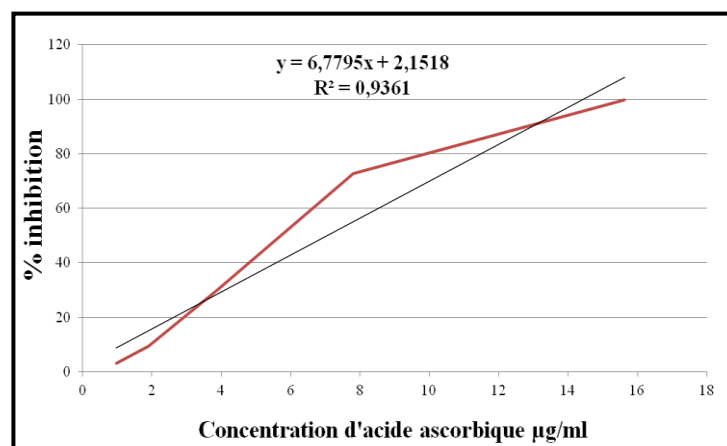


Figure 17 . Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique.

Nos résultats montrent que l'augmentation de concentration acide ascorbique et l'extrait de la plante étudiée entraînent une augmentation de l'activité antioxydante puis augmentent le pourcentage d'inhibition, la concentration d'inhibition de 50% (IC50) de DPPH chez la plante est de 159,94 µg/ml d'extrait qui est très faible par rapport à celle trouvée chez l'acide ascorbique avec une valeur de 7,06µg/ml.

Les valeurs de concentration nécessaire pour piéger (perte) 50% du radical DPPH obtenus dans cette étude montrent que l'extrait d'*O. basilicum L.* présente une faible activité antioxydante avec une forte valeur de CI50. Selon (**Pokorny et al., 2001**), plus la valeur de CI50 est faible plus l'activité de l'extrait est grande.

La même remarque mentionnée par **Chenni (2016)**, l'extrait des feuilles d'*O. basilicum* présente une inférieure activité antioxydante. Par contre les huiles essentielles de cette plante ont une forte activité antioxydante avec une valeur de concentration d'inhibition 50 de 8,1mg/ml (**Chenni, 2016**), et de 11,23mg/ml (**Ahmed et al., 2019**).

Selon (**Maidi, 2014**), la présence d'une forte activité antioxydante est expliqué par sa richesse en phénols totaux notamment les tanins et les flavonoïdes.

Notre espèce étudiée dans des valeurs faible des teneurs en polyphénols et en flavonoïde dont peuvent être la cause principale de la faible activité antioxydante d'extrait d'*Ocimum basilicum L.*

D'autre facteur peut être affecter le pouvoir antioxydant d'après (**Kokou et al., 2014**), l'effet du séchage de la biomasse d'*Ocimum basilicum L.* a une forte influence sur le pouvoir antioxydant des extraits de cette biomasse. De même **Dabire et al., (2011)**, l'effet du séchage

Chapitre II :Résultats et discussion

de la matière végétale provoque une modification très importante de l'activité antioxydante des extraits de basilic

II.3.2. Evaluation de l'activité antibactérienne

Nous avons étudié le pouvoir antimicrobien des extraits isolés de la plante *Ocimum basilicum* L. par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé.

L'activité antimicrobienne est estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant les produits à tester vis-à-vis des germes pathogènes (trois bactéries).

II.3.2.1. Antibiogramme de souches testées

Le pouvoir antimicrobien de l'antibiotique l'antibiogramme a pour but de prédire la sensibilité d'un microorganisme vis-à-vis d'un ou plusieurs antibiotiques (contrôle positif). Cette sensibilité est exprimée par l'apparition des zones d'inhibition autour de ces disques. Les différentes souches bactériennes ont été testées à antibiotique et les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Selon les résultats de l'antibiogramme (tableau 07) on remarque que la gentamycine est plus efficace sur la *Pseudomonas aeruginosa* avec un diamètre d'inhibition de 30 mm, suivi de *Staphylococcus aureus* avec une valeur de diamètre de 20 mm, et moins efficace chez la *Bacillus cereus* avec un diamètre d'inhibition de 14 mm. Nous avons constaté que les bactéries gram négatif sont moins résistante par rapporte le gram positif.

Tableau 07: Résultats d'antibiogramme des souches testées ; **DI:** Diamètre d'inhibition, **GN:** Gentamycine.

	<i>Bacillus cereus</i> (Gram +)	<i>Staphylococcus aureus</i> (Gram +)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Gram -)
GN	DI (mm)	DI (mm)	DI (mm)
	14	20	30

Les principaux sites d'action des antibiotiques sont la paroi bactérienne, la cible des antibiotiques au niveau de la paroi bactérienne est un constituant indispensable à la bactérie : le peptidoglycane. Chez les bactéries à Gram positif, le peptidoglycane est la partie la plus externe de la bactérie. Il est plus épais que chez les bactéries à Gram négatif et entoure la membrane cytoplasmique de la bactérie. Chez les bactéries à Gram négatif, la paroi contient

Chapitre II :Résultats et discussion

un élément supplémentaire, la membrane externe, laquelle entoure le peptidoglycane, plus fin que chez les bactéries à Gram positif (Emilie *et al.*, 2019).

II.3.2.2 Activité antimicrobien d'extrait

Les résultats obtenus dans le test de l'activité antibactérienne par la méthode des disques sont présentés dans le tableau 08 et figure 18.

Tableau 08 : Activité antibactérienne de l'extrait de la plante étudiée ;
Sig:signification, ++: Assez sensibilités, +: faible sensibilité.

	L'extrait d' <i>Ocimum basilicum</i> L.	
	Diamètre (mm)	
<i>P. aeruginosa</i>	Diamètre (mm)	10
	Sig	++
<i>S. aureus</i>	Diamètre (mm)	9
	Sig	+
<i>B. cereus</i>	Diamètre (mm)	10
	Sig	++

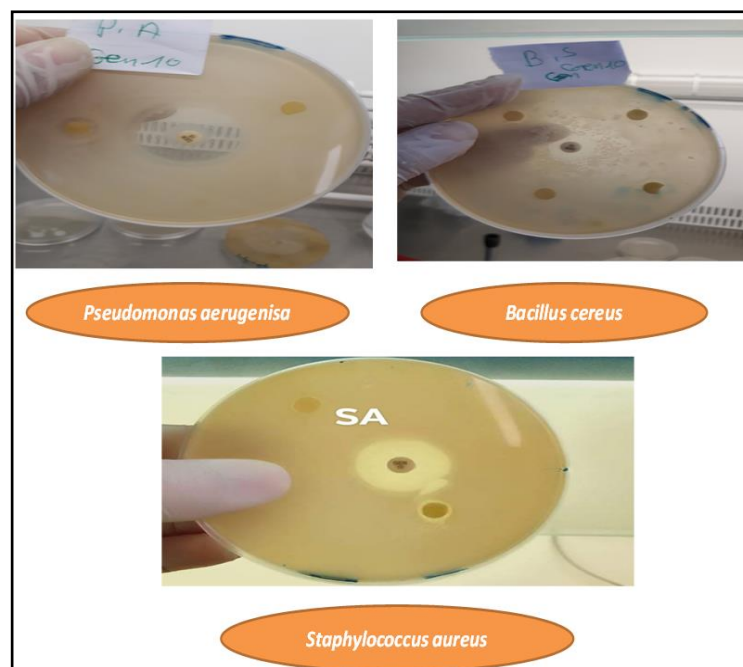


Figure 18. Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait d'*Ocimum basilicum* L. sur les différentes souches bactériennes.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait de basilic est active sur tous les germes testés, mais la sensibilité varie selon la souche : *P. aeruginosa* et *B. cereus* sont la plus

sensible ensuite vient le *S. aureus*. Nos résultats sont très proche de ceux indiqués par **(Al-Ghamdi et al., 2020)** (zone d'inhibition de 10 mm)

Mais en généralement ces résultats considéré faible par apport aux résultats d'autre travail de **Chenni (2016)** ayant rapporté dans leurs travaux sur les huiles essentielles de *O. basilicum* et montrent que l'activité observée contre *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* sont la plus importante avec un diamètre d'inhibition à l'ordre (17 mm, 12 mm, 20 mm).

Selon **(Al-Ghamdi et al., 2020)**, les activités antimicrobiennes des plantes ont été attribuées à des composants bioactifs dans les plantes tels que les alcaloïdes, les saponines, les tannins, les flavonoïdes, les stéroïdes et les anthraquinones.

la différence trouvée entre les extraits peuvent être attribuées à plusieurs facteurs tels que les facteurs inhérents ; variété, conditions ambiantes, facteurs écologiques, variations saisonnières et méthodes d'extraction **(Turkmen et al., 2007)**, préparation d'extrait, solvant utilisé, sensibilité des bactéries **(Loziene et al., 2007)** et organe de plante utilisé **(Natarajan et al., 2005)**.

II.3.3. Evaluation de l'activité anti-hémolytique

Le test d'hémolyse a été évalué parce que, même si une plante possède un pouvoir antioxydant puissant pour déterminer la façon globale le potentiel de défense d'un individu vis-à-vis d'une agression aux radicaux libres pour causée la destruction des globules rouges, son utilisation en médecine traditionnelle et dans les préparations pharmacologiques sera impossible en présence de leur effet hémolytique, qui est un indicateur de cytotoxicité. Dans ce test l'acide ascorbique utilise comme standard, les résultats obtenus sont représentés dans les figures 19 et 20.

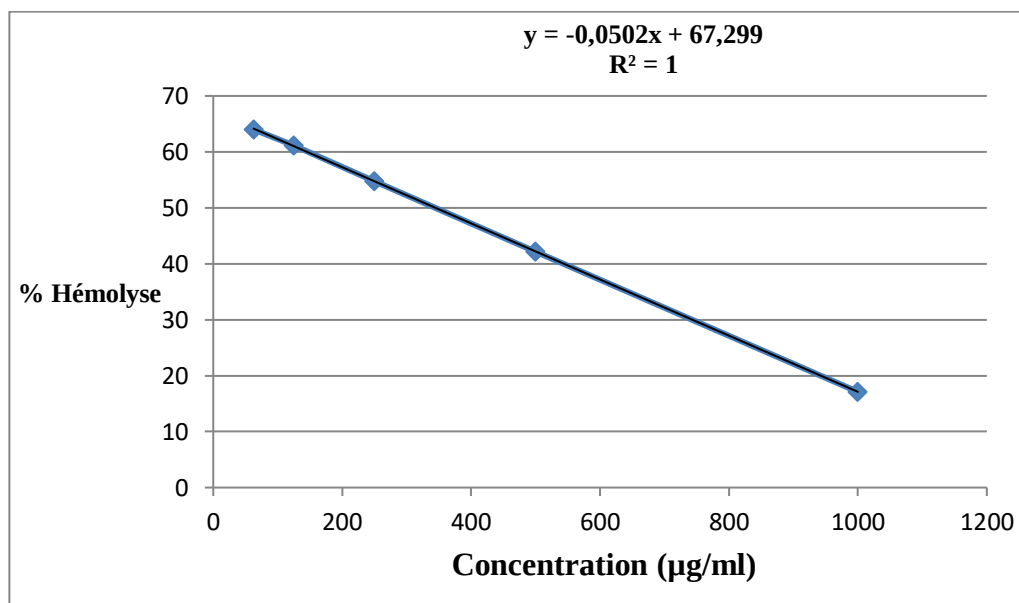


Figure 19. Pourcentage anti-hémolytique d'acide ascorbique.

D'après les résultats trouvés, on observe un ajustement inverse entre les différentes doses d'extrait/et acide ascorbique et le pourcentage hémolytique de globules rouges. En présence de l'extrait végétal l'hémolyse a diminué (**Figure 20**), où les valeurs de pourcentage de l'hémolyse enregistrées sont diminuées progressivement de 75% à 20%.

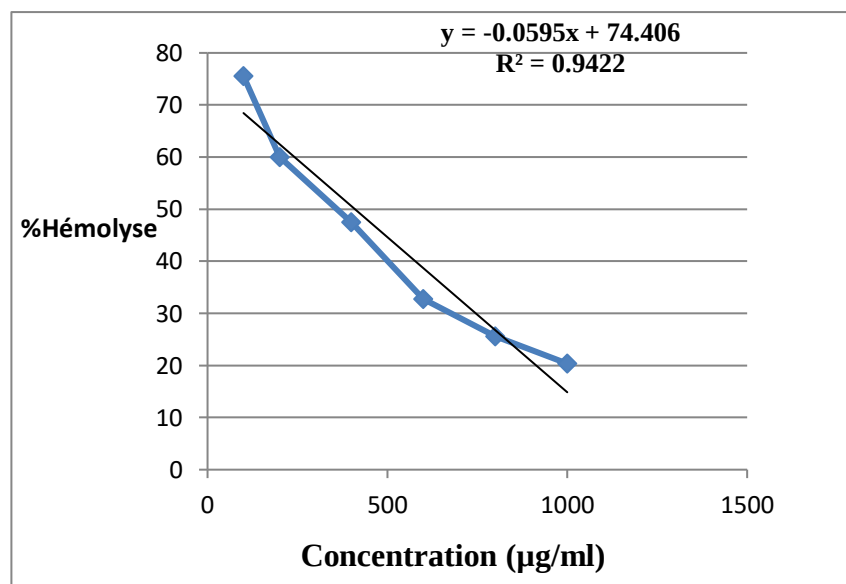


Figure 20. Pourcentage anti-hémolytique d'extrait de la plante étudiée

Cela révèle un effet protecteur de l'extrait contre la hémolyse mais aussi l'acide ascorbique présent un effet anti-hémolytique plus important que l'extrait étudié. Nos résultats sont en accord avec les travaux de **Belalit et al., (2019)** sur d'autre espèce de *Marrubium* qui

Chapitre II :Résultats et discussion

fait partie de la famille Lamiaceae, où ont montré que cette espèce a une activité anti hémolytique efficace.

Ces résultats suggèrent que la protection contre le stress oxydant passerait probablement par l'inhibition de la peroxydation lipidique, et par la diminution de la sensibilité à l'oxydation des globules rouges par les polyphénols (**Zubeyir, 2016**). Cela peut également être dû à la présence de flavonoïdes au sein des membranes cellulaires, site de l'oxydation lipidique (**Valente et al., 2010**).

Le mode d'action des extraits présentant un potentiel de stabilisation membranaire pourrait être attribué à leurs liaisons aux membranes érythrocytaires. Cela peut empêcher les interactions physiques avec les agents d'agrégation impliquées dans l'hémolyse des globules rouges (**Chioma, 2017**).

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail nous a permis de mettre en évidence le rendement les différents propriétés phytochimique et biologiques de l'extrait d'*Ocimum basilicum L.*

La détermination de rendement d'extrait de l'espèce étudiée révèle une valeur très faible par rapport aux résultats trouvés dans les études précédentes, c'est les conséquences de la variation inter et intra espèce, et l'effet des facteurs climatiques, géographique.

La quantification des polyphénols et les flavonoïdes, montre que l'extrait éthanolique d'*Ocimum basilicum L.* est moins riche de ces composants en vu de l'effet de séchage, la méthode d'extraction, et les conditions dans lesquelles la plante vivait.

L'activité antioxydante d'une plante liée aux teneurs des polyphénols et des flavonoïdes, le test de l'activité antioxydante chez l'espèce étudiée (*Ocimum basilicum L.*) indique un faible pouvoir antioxydant à cause de faible quantité des polyphénols et flavonoïdes trouvé dans cette étude. De même que l'activité antibactérienne montre que cette plante a une capacité d'attaquer certaines souches bactériennes comme la *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, et son efficacité sur les bactéries de Gram positif comme de Gram négatif, contrairement à l'antibiotique testé (Gentamycine) qui plus efficace sur les bactéries Gram⁻ et moins sur les Gram⁺, les résultats trouvés montre une efficacité de plante sur le *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-) et *Bacillus cereus* (Gram⁺), et moins sur *Staphylococcus aureus* (Gram⁺).

Cette étude montre également que la plante étudiée a une capacité protectrice des globules rouges de stress en vu des résultats de test antihémolyse.

Perspectives

Le développement de nouveaux agents thérapeutiques s'avère indispensable pour la lutte contre les maladies causées par les bactéries et le stress oxydatif, Donc on devrait aller étudier les plantes médicinales et leur utilisation en toute sécurité.

Le but d'investigation dans les plantes représente un potentiel inestimable pour la découverte de nouvelles substances à pouvoir antimicrobien et antioxydant.

De ce point de vue, nous proposons

➤ Déterminer les liaisons chimiques présentes dans les polyphénols pour évaluer la capacité antioxydante

Conclusion générale

- Identifier les principes actifs responsables de l'activité anti hémolytique
- Tester cette plante dans l'épuration des eaux usées, et contaminée par les microorganismes pathogènes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Afonso, V., Champy, R., Mestrovic, D., Collin, P. and Lomri, A.**(2007). Reactive oxygen species and superoxide dismutases: role in joint diseases. *Revue du rhumatisme*, 74: 636-643
- **Aganga A.A et Mosase K.W., 2001.** Tannins content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capussa*, *Ziziphus mucropata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology*, **91**, 107-113.
- **Ahamet S., 2003.** Etude phytochimique et des activités biologiques de *Balanites aegyptiaca* L.(*Balanitaceae*). Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako : 117 P
- **Ahmed, A. F., Attia, F. A., Liu, Z., Li, C., Wei, J., & Kang, W. (2019).** Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Food Science and Human Wellness*, 8(3), 299-305.
- **Aït-Youcef, M.** « *Plantes médicinales de Kabylie* », Ed. Ibis Press, Paris **2006**, p. 350.
- **Al-Dahmashi H.O.M., 2013.** Genotypic and Phenotypic Investigation of Alginate Biofilm Formation among *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Burn Victims in Babylon, Iraq. *Science Journal of Microbiology*. Article ID sjmb-233, 8p.
- **Al-Ghamdi A. Y., Abdalla M. O. M., et Fadlelmula A. A. 2020.** PHYTOCHEMICAL, TOTAL PHENOLIC CONTENTS, AND ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF *OCIMUM BASILICUM* L. LEAF EXTRACT IN AL-BAHA AREA, SAUDI
- **Alwash M. S., Ibrahim N. and Ahmad W. Y. 2013.** Identification and mode of action of antibacterial components from *Melastoma malabathricum* linn leaves. *American Journal of Infectious Diseases* 9(2): 46-58.
- **Amić, D., Davidović-Amić D., Bešlo, D., Trinajstić, N. (2003).**Structure-Radical Scavenging Activity Relationships of Flavonoids. Croatia. p 56
- **Antwerpen P.V. (2006).** Contribution à l'étude du pouvoir antioxydant de divers agents d'intérêt thérapeutique: Ciblage du système Myeloperoxydase/ Peroxyde d'hydrogène/ Chlorure. Thèse de doctorat. Université libre de Bruxelles. pp: 3-5
- **Arabici O. et Bayram E., 2004.** The effect of nitrogen fertilization and different plant density on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). *Asian Network for Scientific Information*. 3(4): 255-262

Références bibliographiques

- **Arockiaraj J., Easwvaran S., Vanaraja P., Singh A., Goudable J. et Favier A., 1997-** Radicaux libres oxygénés et antioxydants. Ed. Nutr Clin, Métabol, 330 p
- **Atawodi S. E. (2005).** Antioxidant potential of African plants. *African J. of Biotec.* 4 (2): 128-133
- **Ba, K. & Settour, H. (2018).** Contribution à la caractérisation biologique des fractions de l'extrait éthanolique de *Salvia chudaie* .Mém . Master Académique. Université Echahid Hamma Lakhdar -EL OUED.62p)
- **Bakkali F., 2008.** Biological effects of essential oils–A review, *Food and Chemical Toxicology*, **46**, 446-475.
- **Barlow, S.M.** (1990)," Toxicological aspects of antioxidants used as food additives. "Ed. Hudson, B.J.F, Food Antioxidants
- **Barouki, R.** (2006). Stress oxydant et vieillissement. *Medecine/ Sciences*, 22: 266-272. Bas, G-N., Pons, P. et Gómez, C. (2009). Myrmecochory and short-term seed fate in *Rhamnus alaternus*: Ant species and seed characteristics. *Acta Oecologica*, 35: 1-5.
- **Baudin B. (2006).** Stress oxydant et pathologies cardiovasculaires. *mt cardio*, 2, pp : 43-52.
- **Becker K., Harmsen D., Mellmann A., Meier, C., Schumann P., Peters G et von Eiff C., 2004.** Development and evaluation of a quality-controlled ribosomal sequence database for 16S ribosomal DNA-based identification of *Staphylococcus* species. *Journal of Clinical Microbiology.*, 42 (**11**) 4988-4995.
- **Belkamel, A.; Bammi, J.; Janneot, V.; Belkamel, A.; Dehbi, Y et Douira, A. Acta. Bot. Gallica 2008, 155(4), 467–476.**
- **BELKHEIRI N., 2010.** Derives phenoliques à activite antiatherogenes. Thèse de doctorat en Chimie-Biologie-Santé .Université Toulouse III : 34p.
- **Bellalit, H . Mayouf, Z. (2019).** Etude de l'activité anti-radicalaire et anti-hémolytique en présence de glucose de *Marrubium vulgare* et *Laurus nobilis*. Mémoire de master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
- **BENBROOK M., 2005.** Accroitre la teneur antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologiques. Ed.The organic center : 6-8

Références bibliographiques

- **Benedec D., Vlase L., Hanganu D., Oniga I.** 2012. ANTIOXIDANT POTENTIAL AND POLYPHENOLIC CONTENT OF ROMANIAN OCIMUM BASILICUM. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures. 7(3): 1263-1270.
- **Benhammou N., 2011.** Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest algérien. Thèse Doctorat, Université de Tlemcen, 174p.
- **Bentabet N., Boucherit-Otmani Z., Boucherit K.** 2014. Composition chimique et activité antioxydante d extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. Pharmacognosie. P1-8
- **Beyer, R. E.,** the role of ascorbate in antioxidant protection of biomembranes, Interaction with vitamin E and coenzyme Q.J Bioenerg Biomembr. (1994); 26, 349-358
- **Biesaga, M. (2011),** "Influence of extraction methods on stability of flavonoids." Journal of Chromatography A 1218(18): 2505-2512.
- **Billing J., et Sherman P., W. 1998.** Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like it Hot. *Q. Rev. Biol.* 73: 3-49.
- **Boggia, R., Zunin, P., Hysenaj, V., Bottino, A., & Comite, A. (2015).** Dehydration of Basil Leaves and Impact of Processing Composition. *Processing and Impact on Active Components in Food*, 645–653.
- **Bonnefont-Rousselot, D., Peynet, J., Beaudeau, J-L., Thérond, P., Legrand, A., Delattre, J.** (2002). Stress oxydant, fonctions vasculaires et athérosclérose Oxidative stress, vascular function and atherosclerosis. *Nutrition clinique et métabolisme*, 16: 260–267
- **Boss.I.P.L.** Etudes des activités biologiques fagara xanthoxyloides LAM (Rutaceae).Thèse de Pharmacie, Bamako. (2002) ; 133
- **Bossokpi I P L., 2002.** Etude des activités biologiques de Fagara zanthoyloides Lam (Rutaceae).Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako : 9p
- **Botineau M., (2010).** *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Ed TEC&DOC, Lavoisier, Paris. 1021-1043p.
- **Bottone E.J., 2010.** *Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen. *Rev. April Clin. Microbiol*, 23(2), 382-398.

Références bibliographiques

- **Bouchouka, E. (2016).** Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes. Thèse de doctorat en science. Université badji mokhtar, annaba. 114p.
- **Boullard, B.** « *Plantes médicinales du monde: croyances et réalités* », Ed. De Boeck Secundair, **2001**, p. 636.
- **Bousbia N., 2011.** Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires. Thèse Doctorat, INA El Harrach. Alger, 175p.
- **Brahim, b. e. l. a. d. e. l.** (2015). these de doctorat sciences en physique (doctoral dissertation, université de tlemcen)
- **Brenner D.J., Krieg N.R., Staley J.T., Garrity G.M., Staley J.T., Boone D.R., De Vos., Good fellow M., Krieg N.R., Rainey F.A et Schleifer K., 2005.** Bergey's manual of systematic bacteriology, Volume Two The *Proteobacteria* Part B The *Gammaproteobacteria*. 2^{ème} Edition. *Bergey's Manual Trust*. USA, 1136p.
- **Bruneton J., 2009.** *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales*. Techniques et Documentation, 4^{ème} Edition. *Lavoisier*, Paris.
- **Brzozowska J et Hanower P., 1976.** Sur les composés phénoliques avec un déficit hydrique chez des cotonniers des végétaux et leur rapport. *Annales de l'Université d'Abidjan, série C (Sciences)*, tome XII, B.P. V 51 - ABIDJAN - Côte-d'Ivoire, p 65-87.
- **Burk, R. F.,** Selenium, and antioxidant nutrient. *Nutr Clin Care.* (2002); 5, 47-49.
- **Buronzo M.A., 2008.** Grand guide des huiles essentielles : Santé. Beauté. Bien-être. Hachette pratique, 254p) (Djerroumi A et Nacef M., 2012. 100 plantes médicinales d'Algérie. Edition Houma, 44p.
- **CARSON C.F., HAMMER K.A. & RILEY, T.V., (19956).** Broth micro-dilution method for determining the susceptibility of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Microbios* **82**, 181-5
- **Carson C.F., Mee B.J., Riley T.V., 2002.** Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy . *Antimicrob. Agents Chemother.*, vol 46, p1914-1920.

Références bibliographiques

- **Cavallo J.D., Chardon H., Chidiac C., Choutet P., Courvalin P., Dabernat H. Et Al. (2006).** Concentrations, diamètres critiques et règles de lecture interprétative pour *Staphylococcus* ssp. *Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie* ; **119** (1) : 33-5.
- **Chaker H., 2006.** Régulation de l'adaptation de la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* à son hôte: implication des métabolites du tryptophane. Thèse Doctorat, Université de Grenoble, 290p.
- **Chalchat, J.C.; Özcan, M. Food Chem. 2008, 110, 501–503.)**
- **Chenni M.** 2016. Etude comparative de la composition chimique de l'activité biologique et l'huile essentielle des feuilles du basilic " *Ocimum basilicum* .L " extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse de doctorat, université Ahmed Benbella, Département de chimie, Oran, 185p.
- **Chioma. A., Odinaka N. L., Okwesilieze F. C. N. (2017).** Antioxidant properties and membrane stabilization effects of methanol extract of *Mucuna pruriens* leaves on normal and sickle erythrocytes. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*.1-7.
- **Cillard J., 2006-** Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. Laboratoire de biologie cellulaire et végétale. Faculté de pharmacie, Vol. 12 : 24-29
- **COLETTE E., 2003.** Etude phytochimique et pharmacologique de 5 recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et de la cystite. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université de Bamako : 147 P
- **Coraline, B., Aurélie, B., Tanguy, C., Aurélie, L. G. (2006).** Les Huiles Essentielles. *U.C.O Bretagne Nord*.
- **Couic-Marinier F et Lobstein A., 2013a.** Composition chimique des huiles essentielles. *Elsevier Masson SAS*, **525**, 22-25.
- **Cushnie T. P. and Lamb A. J. (2005).** Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26, pp: 343-356.
- **Dabire, C., Nebie, R. H. C., Belanger, A., Nacro, M., & Sib, F. S. (2011).** Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydante d'extraits de *Ocimum basilicum* L. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(3).
- **Dacosta Y., 2003-** Les phytonutriments bioactifs. Ed. Yves Dacosta, Paris, 317p

Références bibliographiques

- **Degenhardt J., Kollner T.G et Jonathan Gershenzon J., 2009.** Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. *Phytochemistry* **70**, 1621–1637.
- **Demoré B,** Grare M, Duval R. Pharmacie clinique et thérapeutique 4ème édition. Chapitre 40 : Généralités sur les antibiotiques par voie systémique et principes d'utilisation. Elsevier Masson; 2012.2013 , vol.9,pp.35-40
- **Descamps O.** Stress oxydant et vieillissement: aspects mitochondriaux et stratégies nutritionnelles anti-cancer et anti-vieillesse chez la souris OHI. Thèse de Doctorat, Université René-Descartes Paris 5. 2004. olivier.descamps@worldmail.com .21/05/2007.
- **DIALLO A., 2005.** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *syzygium guineense* willd(Myrtaceae). Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako : 13-14
- **Drobniewski F.A., 1993.** *Bacillus cereus* and related species. *Clin. Microbiol. Rev.* **6**(4), 324p.
- **Duke, J.A.; Bogenschutz-Godwin, M.J.; duCellier, J.; Duke, P.A.K.** « *Handbook of Medicinal Herbs* », 2èmeEd. CRC Press, New York **2002**, p. 870.
- **Dupont F et Guignard J.L., 2012.** Botanique des familles de plantes. 15ème Edition. Elsevier Masson SAS, 237-300p.
- **Ebrahimzadeh M. A., Pourmmorad F. et Hafezi S.** 2008. Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish journal of biology.* **32**: 43-49
- **EL KALAMOUNI C., (2010).** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits aromatiques oubliées de Midi- Pyrénées ; *thèse de doctorat* ; université de Toulouse
- **Emilie.Cardot Martin.Oana Dumitrescu, Phillipe lesprit** « La résistance aux antibiotiques »,6,12,2019.
- **Eric K et Rowinsky M.D., 1997.** The development and Clinical utility of the taxane class of antimicrotubule chemotherapy agents. *Annu. Rev. Med.* **48**, 74-353
- **Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Abdelly, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities, *C. R. Biologies.* Vol. (331): 372-379.
- **Favier A. (2003).** Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, pp:108-115

Références bibliographiques

- **FAVIER A.**, 2003. Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité Chimique. p108-11
- **Favier A.**, 2006- Stress oxydant et pathologies humaines. Ann. Pharm. France. Vol. 64: 390-396
- **FESTY D., (2013).** Ma bible des huiles essentielles. Ed. Quotidien malin .
- **Figueredo G., 2007.** Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse Doctorat, Université de Blaise Pascal, 416p.
- **Forsberg, L., de Faire, U., & Morgenstern, R.** Oxidative stress, human genetic variation, and disease. Archives of Biochemistry and Biophysics. (2001); 389(1), 84-93.
- **Garrel C, Ceballos-Picot I, Germain G, Al-Gubory KH.** Oxidative stressinducible antioxidant adaptive response during prostaglandin F2alpha-induced luteal cell death in vivo. Free radical research. 2007; 41: 251-259
- **Gauthuret R.J., 2004-** Les composés phénoliques des végétaux. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Paris, 289 p.
- **Georgetti S.R., Casagrande R., Di Mambro V. M., Azzolini Ana ECS et Fonseca Maria J.V. (2003).** Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the chemiluminescencemedhod. AAPS Pharm Sci. 5 (2):5p
- **Gibbons S.** 2008. Phytochemicals for bacterial resistance - Strengths, weaknesses and opportunities. *Planta Med.* 74: 594-602.
- **Gunckel, S. Santander, P.G., Cordano, J., Ferreira, S., Munoz, L.J., Vergara, N., Squella, J.A. (1998) ,**"Chemico-Biological Interactions." 114; 45–59
- **Haïoun, A Hamoudi, F .(2015).** Activité antioxydante et anti-inflammatoire de la plante médicinale Algérienne *Anethumgraveolens* et leur effet cardioprotectrice contre la toxicité de la. Université des Frères Mentouri, Constantine .
- **Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C., & Chapelle, J. P.** Le stress oxydant. Revue Medicale de Liege. (2007); 62(10) : 628-38.272

Références bibliographiques

- **Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C., & Chapelle, J. P.** Le stress oxydant. *Revue Medicale de Liege*. (2007); 62(10) : 628-38.272
- Halliwell, How to characterize a biological antioxidant, *Free Radic. Res. Commun.* (1990); 9, 1-32
- Hammerich, O., Svensmark, B. (1990), "Anodic oxidation of oxygen-containing compounds." in: H. Lund, M. Baizer (Eds.), *Organic Electrochemistry*, Marcel Dekker, New York, p
- **Hammoudi, R. (2015).** Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah, Ouargla. Algérie. 152 p.
- **Hennebelle T., Sahpaz S. and Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothér.* 1: 3-6
- **Hirasa K. et Takemasa M., 1998-** Spice science and technology. Ed. Marcel Dekker, New York, 1184p
- **Hota S., Hirji Z., Stockton K., Lemieux C., Dedier H., Wolfaardt G et Gardam M. A., 2009.** Outbreak of Multidrug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Colonization and Infection Secondary to Imperfect Intensive Care Unit Room Design. *Infection control and hospital epidemiology*, 30(1).
- **Houée-Levin C.; Sicard-Roselli C. et Bergès J. (2005).** Introduction à la biochimie radicalaire. In « Chimie et biochimie radicalaires » , Ed.: Échelles, ISBN 2-7011-3717-9, pp: 86-102
- **Jacob C, Knight I, Winyard PG.** Aspects of the biological redox chemistry of cysteine: from simple redox responses to sophisticated signalling pathways. *Biol Chem.* 2006; 387: 1385-1397
- **Jacotot B., 1997-** Vitamine E et athérosclérose. *Rev. Méd. Interne*. Vol. 15: 627-629
- **Jacques B, and André R. (2004).** Biochimie métabolique Ed ellipses .Paris. pp: 217-219- 220-223-225
- **JEANNE ROSE., (1999).** « 375 » Essential Oils and Hydrosols, Frog, Ed. Berkeley, California .

Références bibliographiques

- **Jones J. D. G., et Dangel J. L. 2006.** The plant immune system. *Nature*. 444: 323-329.
- **Kang, J., C. Xie, Z. Li, S. Nagarajan, A. G. Schauss, T. Wu et X. Wu. (2011),** "Flavonoïde from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and antiinflammatory activities." *Food Chemistry* 128(1): 152-157
- **Karthika R., Meenatchi P., Sundaram R., et Purushothaman A. 2017.** Phytochemical Analysis, Antioxidant and Antibacterial Activities of Two Traditionally Used Indian Medicinal Plants. *Asian*
- **Khamouli O. Et Grazza B., (2007).** Détection et comparaison de composition chimique de plusieurs variétés de basilic « *Ocimum basilicum* L.» cultivées en trois régions différentes de sud d'Algérie ; Univ. kasdi merbah ouargla; *mémoire d'Etudes Supérieures* en Biologie.
- **Kirkham, P. et Rahman, I. (2006).** Oxidative stress in asthma and COPD: Antioxidants as a therapeutic strategy. *Pharmacology & Therapeutics*, 111: 476-494
- **Kluytmans J., van Belkum A et Verbrugh H., 1997.** Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clinical Microbiology Reviews*, 10 (3), 505-520.
- **Ko, T. P., Safo, M. K., Musayev, F. N., Di Salvo, M. L., Wang, C., Wu, S. H., & Abraham, D. J.** Structure of human erythrocyte catalase. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*. (2000); 56(2), 241-245
- **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, pp: 165-177
- **Kosalec I.; Pepeljnjak S.; Bakmaz M. and Vladimir-Knežević S. (2005).** Flavonoid analysis and antimicrobial activity of commercially available propolis products. *Acta. Pharm.* 55, pp: 423-430.
- **Ksouri R., Megdiche W., Debez A., Falleh H., Grignon C. et Abdelly C., 2007-** Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant Physiol. Biochem.*, Vol. 45: 244-249.
- **Labiod R. (2016).** Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide.

Références bibliographiques

Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat En BIOCHIMIE Option :Biochimie appliquée. universite badji mokhtar-Annaba. 115p.

- **Lahoum, A., Aouiche, A A., Bouras, N., Verheecke, C., Klenk, H.-P., Sabaou, N. & Mathieu, F. (2016).** Antifungal activity of a Saharan strain of *Actinomadura* sp. ACD1 against toxigenic fungi and other pathogenic microorganisms, *Journal de Mycologie Médicale*, MYCMED-605, 1- 8.
- **Le Loir Y., Baron F et Gautier M., 2003.** *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genetics and Molecular Research : GMR*, 2(1), 63-76.
- **Lee B.-C.; Lee S. Y.; Lee H. J.; Sim G.-S.; Kim J.-H.; Kim J.-H.; Cho Y.-H.; Lee D.-H.; Pyo H.-B.; Choe T.-B.; Moon D. C.; Yun Y. P. and Hong J. T.(2007).** Anti-oxidative and Photo-protective Effects of Coumarins Isolated from *Fraxinus chinensis*. *Arch Pharm Res*, 30, pp: 1293-13
- **Leverve X. (2006).** Stress oxydant et régulation de la glycémie : implications pour le syndrome métabolique. *Obes*, 1, pp: 11-15.
- **Lee, S.J.; Umamo, K.; Shibamoto, T.; Lee, K.G. Food Chem. 2005, 91, 131–137.**
- **Lewis K. 2001.** In search of natural substrates and inhibitors of MDR pumps. *Journal of Molecular Microbiology Biotechnology*. 3: 247-254.
- **Lisu, W., Jui-Hung, Y., Hsiao-Ling, L.,Ming-Jiuan, W. (2003),** "Antioxydant effect of methanol extracts from Lotus Plumule and Blossom (*Nelumbo nucifera* Gertn)." *Journal of food and drug analysis*, 11(1): 60-66.
- **Loziene K., Venskutonis P.R., Sipailien A. And Labokas J., 2007 -** Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes. *Food Chemistry*, 103 : 546-559.
- **Maataoui B.S., Hunyeur A & Hilalis. (2006).** Activités antiradicalaires d'extraits de jus de fruits du Figuier de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica*). *Lebanese Science Journal*. 7(1), 3-8.
- **Macheix J.J., Fleuriet A et Jay-Allemand C., 2005.** Les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne.
- **Macheix J.J., Fleuriet A et Sarni-Manchado P., 2006.** Composés phénoliques dans la plante : structure, biosynthèse, répartition *In* Sarni-Manchado P et Cheynier V. *les polyphénols en agroalimentaire. Editions TEC et DOC .Lavoisirm*, 399p.

Références bibliographiques

- **Mahmoud AB, Zahran WA, Hindawi GR, Labib AZ, Galal R., 2013.**Prevalence of Multidrug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* in Patients with Nosocomial Infections at a University Hospital in Egypt, with Special Reference to Typing Methods. *J Virol Microbiol*.
- **Mahmoudi S., Khali M. et Mahmoudi N. 2013-** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technologie*, Vol. 2: 35-40.
- **Mahmoudi S., Khali M., et Mahmoudi N. (2012).** Étude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Revue « Nature & Technologie »*. B- Sciences Agronomiques et Biologiques 2013, 9 : 36.
- **Maidi, L. (2014).** Mise en évidence des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles et des extraits de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) de la région d'El Assafia (W. de Laghouat) Algérie. Mémoire de majester, Université Ziane Achour –Djelfa.
- **Majhenic, L., Kerget, M. S & Knez, Z. (2007).** Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts, *Food Chemistry*. p 104
- **Marfak A. (2003).** Thèse de doctorat Radiolyse Gamma des flavonoïdes ; Etude de leur réactivité avec des radicaux issus des alcools. pp: 6-7-10
- **Marfak, A. (2003),**" Radiolyse Gamma des Flavonoïdes. Etude de Leur Réactivité avec Les Radicaux issus des Alcools: Formation de depsides." Thèse de doctorat, Université de LIMOGES, p187
- **Markowicz, B. D. H., Saldanha, L.A., Catharino, R., Sawaya, A.C.H. F., Cunha, I B.S., Carvalho, P. O & Eberlin, M.N. (2007).** Phenolic antioxidants identified by ESIMS from Yerba Maté (*Ilex paraguariensis*) and Green Tea (*Camelia sinensis*), *Extracts Molecules*. (12), 423-432
- **Martinez-Cayuela M., 1995-** Oxygen free radicals and human disease. *Biochem.*, Vol. 77: 147- 161 Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M.T.D., Mazur M. et Telser J., 2007- Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, Vol. 39: 44-84.

Références bibliographiques

- **Medjouda.O. Et Benlifa .A., 2013.** " Etude de Méthodes d'études d'activité des antioxydants des plantes médicinales" Mémoire licence Biologie, Spécialité
- **Menon SG, Goswami PC.** A redox cycle within the cell cycle: ring in the old with the new. *Oncogene*. 2007; 26: 1101-1109
- **Messaili, B. (1995).** Botanique, systématique des spermaphytes. OPU (Ed).Alger. 91p.
- **Meyer, S., Reeb, C., Bosdeveix, R. (2004).** Botanique Biologie et Physiologie Végétales. Ed. Maloine, Paris. 462p.
- **Middleton E., Kandaswami C. et Theoharides T., 2000-** The effects of plants flavonoids on mammalian cells: Implication for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, Vol 52: 673-751.
- **Morello J.A., Granato P.A et Mizer H.E., 2003.** Laboratory Manual and Workbook in Microbiology Applications to Patient Care. 7^{ème} Edition. *Spiral Bound.Comb*, 286 p.
- **Mueen, Ahmed. et al.** Biological properties of the sweet basil (*Ocimum basilicum*).*British Journal of Phrmaceutical Research*, 2015; 7(5); p.336-339.
- **Natarajan D., John Britto S., Srinivasan K., Nagamurugan N., Mohanasundari C. and Perumal G., 2005** - Anti-bacterial activity of *Euphorbia fusiformis*-A rare medicinal herb. *J-Ethnopharmacol*. 102 : 123-126.
- **Negre-Salvayre A. et Salvayre R. (2005).** Effet protecteur des acides gras contre le stress oxydatif : Implication en physiologie vasculaire. *OCL*, 12, pp: 433-437
- **Ngom S., Faye F.D., Diop M., Kornprobst J.M et Samb A., 2012.** Composition chimique et propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Ocimum basilicum* et de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. Récoltés dans la région de Dakar au Sénégal. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège.*, 81, 166 – 175.
- **Ngom, S., Diop, M., Mbengue, M., Kornprobst, J. M., & Samb, A. (2014).** Composition chimique et propriétés antibactériennes des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et d'*Hyptis suaveolens* (L.) Poit récoltés dans la région de Dakar au Sénégal. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(4), 109-117.

Références bibliographiques

- **Nkhili E.Z., 2009-** Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Thèse de Doctorat en Sciences des Aliments. Université Cadi Ayyad, Marrakech. Maroc. 327 p
- **Nouioua w., 2012.** Biodiversité et ressources phytogénétiques d'un écosystème forestier « *Paeonia mascula* (L.) Mill. ».Memoire Magister, universite de SETIF, 80p.
- **Noun A., (2013).** « Etude de l'extraction et de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *rosmarinus offininalis* L. de la region d'Ain defla » ; *mémoire de master* ; univ. Khemis Miliana .
- **Ouis, N. (2015).** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre de fenouil de persil. Thèse de doctorat. Université d'Oran 1. 223p.
- **Ozenda, P. (1977).** Flore du Sahara. 2ème ED. CNRS. Paris.622p)
- **Özgüven M., et Tansi S. 1998.** Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L as in influenced by ecological and ontogenetical variation. The Turkish journal of agriculture and
- **Park H. J., et Cha H. C. 2003.** Flavonoids from leaves and exocarps of the grape Kyoho. Korean journal of biological society. 7: 327-330.
- **Pastre J., Priymenko N., 2007.** Intérêt des anti-oxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Revue Méd. Vét. (4) :187p.
- **Paul Iserin, (2001).** *Encyclopedie des plantes médicinales*, 2ème Ed, Larousse, Paris, P 180.
- **Pellecuer J., Jacob M., Simeon Bouchberg M., (1980).** Essais d'utilisation d'huiles essentielles des plantes aromatiques méditerranéennes en odontologie conservatrice ; *Plant Médicinales Phytothérapie* ; P : 83-98
- **Pengelly A., 2004.** The constituents of medicinal plants an introduction to the chemistry and therapeutic of herbal medicines. *Editions Allen ET Unwin*, Australie, 172p.
- **Pincemail J.; Bonjean K.; Cayeux K. and Defraigne J.-O. (2002).** Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante. Nutrition et stress oxydant. Nutrition clinique et métabolisme, 16, pp: 233-239
- **Pousset L.J., (2004).** « Plantes médicinales d'Afrique : comment les reconnaître et les utiliser ? » ; Ed. La calade, UE ; P : 287 (187-188)

Références bibliographiques

- **Prasath S. G., Bharathi S., Subramanian S. 2019.** Antioxidant Properties of Ocimum basilicum Leaves Extract: An in vitro study. *Der Pharmacia Lettre.* 11(1): 33-41.
- **Pushpangadan, P. and George, V. « Basil », In Peter, K.V. (Ed.), Handbook of herbs and spices,** Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK **2012**, pp. 55–72
- **Rahman I et Chung S., 2011.** Dietary polyphenols, deacetylases and chromatin remodeling in inflammation. *Nutrigenet Nutrigenomics*, 3(4-6), 220-230.
- **Rayman, M. P.,** the argument for increase selenium intake. *Proc Nutr Soc.* (2002); 61, 203-215.
- **Ré, D.B., Nafia, I., Nieoullon, A., Kerkerian le Goff, L. et Hade-Aissouni, L. (2005).** Cerebral oxydative stress : are astrocytes vulnerable to low intracellular glutamate
- **Reguieg L.2011. ,** Using medicinal plants in Algeria . *Am. J. Food. Nutr*, 1(3), 126-127
- **Rezzoug M., Bakchiche B., Gherib A., Roberta A., Guido F., Kilinçarslan Ö., Mammadov R., et Bardaweel S. K. 2019.** Chemical composition and bioactivity of essential oils and Ethanolic extracts of Ocimum basilicum L. and Thymus algeriensis Boiss. & Reut. from the Algerian
- **Rizzo L., Manaia C., Merlin C., Schwartz T., Dagot C., Ploy M. C., Michael I., Fatta-Kassinou D. 2013.** Urban Wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: A review. *Science of the Total Environment.* 447: 345–360.
- **Rochette, L. (2008).** Stress oxydant et sepsis. *Réanimation*, 3: 1-4.
- **Rondeau, P. (2009).** Stress oxydant et glycation: relation structure et activités biologiques de l'albumine in vitro et in vivo dans le cadre de la pathologie diabétique (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).
- **Roussel, T. H., Ferry, M.,** Le stress oxydant, nutrition et vieillissement. *Nutr Clin Metabol.* (2002); 16, 285-292

Références bibliographiques

- **Sagdic, O., Kusu, A., Özcan, M., Özcelik, S. (2002)** Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth of *Escherichia coli* O157:H7. *Food Microbiology*. 19: 473-480
- **Saharan Atlas.** *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 19 : 1-10.
- **Sahu M C., Debata N. K., et Padhy R. N. 2012.** Antibacterial activity of *Argemone mexicana* L. against multidrug resistant *Pseudomonas aeruginosa*, isolated from clinical samples. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. Volume 2, Issue 2: S800 - S807.
- **Saija, A ., Scalese, M ., Lanza, M ., Marzullo ,D ., Bonina, F ., Castelli ,F.(1995),** "Flavonoids as antioxidant agents importance of their interaction with biomembranes ." *Free radical biology & medicine*, 19:481-486.
- **Servais S., 2004-** Altérations mitochondriales et stress oxydant pulmonaire en repense à l’ozone. Thèse de Doctorat, université Claude Bernard, Paris, 152p.
- **Shirazi, M. T., Gholami, H., Kavooosi, G., Rowshan, V., & Tafsiry, A. (2014).** Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of *Tagetes minuta* and *Ocimum basilicum* essential oils. *Food science & nutrition*, 2(2), 146-155.
- **Sikkema, J A de Bont et B Poolman, 1995.** Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons, *Journal of Applied Microbiology* . Wiley Online Library .p 63-69.
- **Sivananthan M. 2013.** Antibacterial activity of 50 medicinal plants used in folk medicine. *Int. J. Biosci.* 3(4): 104-121.
- **Sokol-Letowska, A., Oszmianski, J., Wojdyło, A. (2007),**"Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn pine and skullcap." *Food chemistry*, 103:853-859
- **Stahl, W., et Sies, H.,** Carotenoide and protection against UV radiation. *Skin Pharmacol.Appl. Skin Physiol.* (2002); 15, 291-296
- **Surville, N.** « Quelques types de plantes des principales familles Camerounaises », Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer. Institut de recherches scientifiques du Cameroun. Ed. J. & R. Sennac, Paris, France **1959**, p. 59
- **Tanguy M., 2009.** Antioxydants Première partie : Les antioxydants dans l’alimentation. *Médecine*. Vol 5 (6):256-260.

Références bibliographiques

- **Tonzibo ZF, Bonzi-Coulibaly Y, Chalchat JC, N'Guessan T, Sib FS. 2000b.** Etude de la variation au cours du séchage de lateneur et de la composition chimique
- **Turkmen N., Velioglu Y.S., Sari F. And Polat G., 2007** - Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules*, 12 : 484-496.
- **Valente, M.J., Baltazar, A.F., Henrique, R., Estevinho, L. & Carvalho, M. (2010).** Biological activities of Portuguese propolis: protection against free radical-induced erythrocyte damage and inhibition of human renal cancer cell growth in vitro, *Food Chem Toxicol.* 49: 86–92.
- **Valnet J., (2010).** L'Aromathérapie : se soigner par les huiles essentielles. Ed. Livre de Poche.
- **Vamecq, J., Vallée, L., Storme, L., Gelé, P., Bordet, R. (2004).** Les acteurs immédiats du stress oxydatif : Key players in oxidative stress. *Pharmacologie*, 18(1): 16-23
- **Vora, J., Srivastava, A. & Modi, H. (2017).** Antibacterial and antioxidant strategies for acne treatment through plant extracts. *Informatics in Medicine Unlocked*, 1-12.
- **Warsi Z., Sholichah A. R. 2017.** Phytochemical screening and antioxidant activity of ethanolic extract and ethyl acetate fraction from basil leaf (*Ocimum basilicum* L.) by DPPH radical scavenging method. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 259: 1-11.
- **Wichtl M., Anton R. Plantes thérapeutiques – Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, 2^{ème} édition, Ed. TEC & DOC, 2003.**
- **Yin, N.S., Abdullah, S. & Phin, C.K. (2013).** Phytochemical constituents from leaves of *elaeis guineensis* and their antioxidant and antimicrobial activities. *Int J Pharm PharmSci*, 5(4), 137-140.
- **Yu, R, Mandlekar, S., Tony Kong, A.N. (2000),** "Molecular mechanisms of butylated hydroxyanisole induced toxicity: induction of apoptosis through direct release of cytochrome c." *Molecular Pharmacology*, 58
- **Z.Hellal, 2011.** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou

Références bibliographiques

- **Zübeyir H., Mehmet R., Fekero L., Rag J., Balahoro L., Tahsin K. and Erdem Çokluk. (2016).** The Relationship of Oxidation Sensitivity of Red Blood Cells and Carbonic Anhydrase Activity in Stored Human Blood:Effect of Certain Phenolic Compounds. BioMed Research International. 3057384, 8 pages.