

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : S.N.V

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie Appliquée

THEME

Etude phytochimique et de l'activité antioxydante de trois plantes : *Euphorbia guyoniana*, *Oudneya africana* et *Zilla macroptera*

Présenté par :

M^{lle}. NOUAI Nour El Imane
M. GRINE Ahmed
M. NOUAR Ahmed Lamine

Devant le jury composé de :

M. ZERROUKI Mohamed Houcine, MAA, Université Amar Télidji
Mlle. BENDA HGANE Soumia, MAA, Université Amar Télidji
M. GOUZI Hicham, Professeur, Université Amar Télidji
Mr. BENACEUR Farouk, MCA, , Université Amar Télidji

Président
Examinatrice
Rapporteur
Co-Rapporteur

Année Universitaire : 2019 / 2020

Dédicaces

*Aux êtres les plus chers à mon cœur, **mes parents** merci pour votre patience et pour m'avoir aidée à garder mon objectif en vue. C'est grâce à vous et pour vous que j'ai fait mon mémoire. Aucun mot sur cette page ne saurait exprimer ce que je vous dois, ni combien je vous aime. Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté.*

Qu'Allah les bénisse, les assiste, les vienne en aide

*À mon frère **Lamine** pour son infailible soutien et son encouragement et pour être toujours présent malgré les nombreuses responsabilités.*

*À **Omar**, à qui je me sens chanceux de l'avoir à mes côtés.*

*À mes chères sœurs : **Messaouda, Yamina et Aicha***

À mes neveux, mes nièces et tous les membres de ma famille, petits et grands

*Sans oublier les membres de mon équipe **NouarAmine** et **NouaiNourElImane**, en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère. Je vous souhaite un avenir radieux plein de réussite*

Je tiens à exprimer mes sincères gratitudee à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Ahmed.G

Je voulais prendre ma plume et la tremper dans mes souvenirs pour écrire ces quelques mots en dédicace pour remercier tous ceux qui m'ont aidé à arriver là où je me trouve maintenant. Et je me rends compte que la liste de tous ceux qui m'ont soutenu est un peu longue, et tiendra en plus d'une simple page, mais l'ingratitude ne sera pas mon premier pas vers la vie professionnelle.

Donc je tiens à m'excuser d'avance auprès de ceux que j'oublierais par malheur de citer leur nom.

*Tout d'abord je dédie tout mon travail à ma **chère mère**, toi l'étoile qui me guidait quand il faisait noir, tout est grâce à toi et surtout pour toi, et j'ai eu la chance d'avoir une deuxième mère qui m'a élevé en tant qu'homme avec principes et valeurs.*

*À toi mon **cher père**, toi le pilier de la famille, toi qui as consacré ta vie, ton temps et ta santé pour nous tous, et tes cheveux blancs en sont témoins, je suivrai tes pas et tu en seras fier.*

*À toi **grand-père**, toi qui m'as cultivé et tout appris, toi qui m'as fait boire du verre de ta sagesse en me faisant connaître les failles du succès et les gains d'un échec.*

*A ma grand sœur **Nacira** et Vous aussi mes petits frères **Ali, Youcef, abdou**, toi aussi ma petite sœur **Amina** et mon petit ange **Lina**.*

*Merci aussi à mes Camarades, **Ahmed et Nour**.*

*Tous ceux qui me Sont chers, **Chikh, Amine, Walid, Redha, Abd El Basset**, vous qui étiez mes frères avant d'être des amis.*

*merci aussi à un frère que m'a offert la vie, avec qui j'ai partagé ma joie et tous mes chagrins, **Khaled** loin des yeux mais toujours auprès du coeur.*

Merci à tous, proches ou éloignés, amis ou famille, vous avez tous fait part de cette réussite.

Et enfin merci et grand merci à tous mes enseignants de la maternelle à l'enseignement supérieur, c'est grave à vous que j'ai pu prendre tout ce bagage qui me Permettra d'ouvrir la Porte et faire mes Premiers pas vers ma Carrière professionnelle.

Amine.N

*A la mémoire de mon grand-père que dieu lui garde dans son vaste paradis
A la lumière de nos jours, la source de nos efforts, ma vie et mon bonheur. **Ma grand-**
mère, que dieu la garde pour nous*

*A ma très chère maman pour ton soutien, écoute et encouragements dans toutes mes
décisions, pourtes conseils durant mon chemin d'étude, tu as toujours été là pour
moi,*

*J'espère que vous serez fier de votre fille et que Dieu vous bénisse pour moi.
Cher **papa** tu es toujours mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et
d'amour*

*Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton
soutien dans tout mon parcours.*

*Chers parents, je vous remercie de votre confiance et de votre soutien en tout. Puisse
Dieu, tout puissant, te prêter longue vie,santé et bonheur.*

*A ma douce sœurs **Basma** et à mes gentilles frères **Mido, Taher** et mon petit prince
Amir*

A Sousou, Mimi, Malika et Hanane

A mon cher oncle Belkacem et sa famille

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous m'avez apporté tout le
temps*

*À ma chère amie **Amira Takhi**, cela me fait un grand plaisir de vous connaître,
Merci d'être à mes côtés et de partager les différents chapitres de ce parcours.*

*À mes chers collègues, **Amine Nouar** et **Ahmed Grine** qui ont partagées avec moi la
patience et le courage pour réaliser ce travail. Au nom de l'amitié qui nous unit et
des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce
travail et vous souhaite une vie radieuse pleine de santé et de bonheur.*

A toutes les personnes qui mon aidé de proche ou de loin.

Nour.N

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force, le courage, la patience, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles à fin d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre prometteur **Monsieur Gouzi Hicham** qui nous a dirigé dans ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa patience, ses conseils, sa disponibilité et ses généreux secours au cours de nos moments difficiles ont été d'immense réconfort. Merci infiniment

Nous désirons remercier, **Mr Benacer Farouk**, pour ses suggestions pertinentes, ses critiques constructifs et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.

Nous tenons à remercier vivement **Mr.Boualem Benamar Aïssa** et **Mr. Khaled Lagraa** pour leur aide au cours de nos travaux expérimentaux.

Nous désirons remercier, **Mme Rouari Linda**, pour sa disponibilité et ses conseils.

A **Mr Riad Bensmaine**, une vive reconnaissance pour sa gentillesse.

Nos remerciements sont également adressés à l'ensemble des membres du jury, pour leur disponibilité et l'intérêt qu'ils ont accordé au présent travail :

On est très honoré que vous ayez accepté la présidence du jury de ce mémoire. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements et soyez assuré de notre profonde gratitude.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de nos chaleureux remerciements.

Table des matières

<i>Liste de figures</i>	I
<i>Liste des tableaux</i>	II
<i>Liste des abréviations</i>	III
<i>Résumé</i>	IV
<i>Introduction</i>	1
<i>Synthèse Bibliographique</i>	4
<i>Chapitre I. Phytothérapie et Métabolites secondaire</i>	5
<i>Phytothérapie</i>	5
<i>1- Définition</i>	6
<i>2- Phytothérapie en Algérie</i>	6
<i>3- Avantages et inconvénients de la phytothérapie</i>	7
<i>4- Métabolites secondaire</i>	7
<i>4.1 Généralités</i>	7
<i>4.2 Classification</i>	8
<i>4.2.1 Les composés phénoliques</i>	8
<i>4.2.2 Les alcaloïdes</i>	10
<i>4.2.3 Les huiles essentielles</i>	10
<i>Chapitre II. Activités biologiques des plantes</i>	12
<i>1- Activité antimicrobienne</i>	13
<i>2-Activité anticancéreuse</i>	15
<i>3-Activité anti-inflammatoire</i>	16
<i>4-Activité antidiabétique</i>	17
<i>5-Activité antioxydante</i>	17
<i>Chapitre III. Généralités sur les plantes étudiées</i>	24
<i>Utilisation en médecine traditionnelle</i>	26
<i>Autre usage</i>	26
<i>Travaux antérieurs</i>	26
<i>Utilisation en médecine traditionnelle</i>	29
<i>Autre usage activité biologique</i>	30
<i>Travaux antérieurs</i>	30
<i>Utilisation en médecine traditionnelle</i>	32
<i>Autre usage</i>	32
<i>Travaux antérieurs</i>	33
<i>Chapitre IV. Matériels et méthodes</i>	34
<i>1- Matériels</i>	35

1.1 Matériel végétale	35
2- Méthodes	35
2.2 Tests phytochimiques	38
2.2.1 Stéroïdes	38
2.2.2 Alcaloïdes	38
2.2.3 Protéine	38
2.2.4 Anthocyanine	38
2.2.5 Coumarine	38
2.2.6 Sucres réducteurs	38
2.2.7 Flavonoïde	38
2.2.8 Leucoanthocyanine	39
2.2.9 Glycosides cardiaques (Test de Keller-Killani) :	39
2.2.10 Phlobatannins	39
2.2.11 Terpénoïdes	39
2.2.12 Test pour les phénols et les tanins : Test du chlorure ferrique :	39
2.2.13 Composés réducteurs.....	39
2.2.14 Acides aminés	39
2.2.15 Phénols	39
2.2.16 Stérols et les triterpènes	40
2.2.17 Saponosides	40
2.3 Dosage de quelques constituants phytochimiques	40
2.3.1 Dosage des phénols totaux	40
2.3.2 Dosage des flavonoïdes totaux.....	41
2.3.3 Dosage des caroténoïdes	42
2.4 Méthodes de dosages de la capacité antioxydante	43
2.4.1 Etude de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH	43
2.4.2 Activité de piégeage des radicaux ABTS.....	44
2.4.3 Dosage du phosphomolybdate (capacité antioxydante totale)	44
2.4.4 Méthode FRAP (ferric reducing antioxidant power)	45
2.4.5 Test du pouvoir réducteur : test FRAP.....	46
2.5 Analyses des données	47
<i>Chapitr V : Résultats et discussion.....</i>	46
1. Rendement d'extraction.....	47
2.Tests phytochimiques	47
3.Test de piégeage du radical libre DPPH.....	51
4.Activité de piégeage du radical ABTS.....	52
5. La capacité antioxydante totale : méthode de phosphomolybdate	53

6. Le pouvoir réducteur (FRAP ; ferrucyanure)	54
7. Test FRAP (TPTZ)	55
<i>Chapitre VI : Conclusion et Perspective</i>	56
<i>Références Bibliographiques</i>	59
Résumé :	75

Liste de figures

N°	Titre	Page
Figure 01	Différentes familles de polyphénols.....	08
Figure 02	Classes et exemples d'alcaloïdes.....	10
Figure 03	Structure chimique des caroténoïdes : lutéine et zéaxanthine.....	11
Figure 04	Produis naturels dans le traitement des leucémies.....	16
Figure 05	Origine extracellulaire et intracellulaire des radicaux libres dérivés de l'oxygène.....	18
Figure 06	Les principales étapes de production des espèces réactives de l'oxygène.....	20
Figure 07	Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant.....	20
Figure 08	Origine des différents radicaux libre oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie	21
Figure 09	Les origines des espèces réactives à l'oxygène.....	22
Figure 10	Protocole expérimentale d'obtenir l'extrait à tester.....	37
Figure 11	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	40
Figure 12	Principe de réaction entre les flavonoïdes et $AlCl_3$	40
Figure 13	Courbe d'étalonnage de quercétine (mg/ml) pour le dosage des flavonoïdes.....	41
Figure 14	Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (AH).....	42
Figure 15	la forme réduite ABTS et la forme radicale de cation $ABTS^{+}$	43
Figure 16	Mécanisme réactionnel du teste de FRAP(TPTZ).....	44
Figure 17	Mécanisme réactionnel du teste de FRAP(Ferricyanure).....	45
Figure 18	Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH• en fonction des concentrations des extraits hydroéthanoliques de trois plantes médicinales (A) et de l'acide ascorbique (B).....	51
Figure 19	Courbes représentants la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extraits hydroéthanoliques de trois plantes médicinales (A) et de la concentration d'acide ascorbique (B).....	52
Figure 20	Résultats de la réduction du molybdate par les extraits méthanoïques de trois plantes médicinales (A) et de l'acide ascorbique (B).....	53
Figure 21	Résultats du pouvoir réducteur du fer par les extraits hydroéthanoliques de trois plantes médicinales (A) et de l'acide ascorbique (B).....	54
Figure 22	Résultats de la réduction du complexe fer ferrique tripyridyl tétriazine (TPTZ- Fe^{3+}) par les extraits méthanoïques de trois plantes médicinales.....	55

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 01	Quelques exemples des différents types de terpenoïdes.....	10
Tableau 02	Principaux composés phénoliques ayant une activité antimicrobienne.....	14
Tableau 03	Exemples des médicaments anticancéreux dérivés des plantes médicinales.....	16
Tableau 04	Exemples de plantes antidiabétiques.....	17
Tableau 05	Les effets du stress oxydant sur les structures moléculaires.....	19
Tableau 06	Principales espèces oxydantes.....	21
Tableau 07	Présentation, Systématique, description, utilisation et autre usage des plantes étudiées.....	25
Tableau 08	Taux d'usage des maladies traitées par <i>Z. macroptera</i>	32
Tableau 09	Rendement des différentes extractions des plante étudiier	47
Tableau 10	Résultats des tests phytochimiques sur les trois plantes étudiées...	48
Tableau 11	Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et en caroténoïdes des extraits méthanoïques de trois plantes d'Algérie.....	49
Tableau 12	Les valeurs d'ec ₅₀ des activités antioxydantes de l'extrait méthanoïque de trois plantes médicinales et de l'acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS et FRAP (Bleu de prusse Phosphomolybdate d'ammonium et FRAP _(TPTZ)).....	50
Tableau 13	Les résultats de la corrélation entre les tests antioxydants et les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes des trois plantes étudiées.....	50

Liste des abréviations

Abs :	Absorbance
ABTS :	2,2-Azinobis 3-Ethyl-Benzothiazoline 6-Sulphonate
ADN :	Acide Désoxyribonucléique
AFNOR :	Association Française De Normalisation
AINS :	Les Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens
AIS :	Les Anti-Inflammatoires Stéroïdiens
AOPP :	Produit D'oxydation Avancée Des Protéines
ARP :	Puissance Anti Radicalaire
BCR-ABL+ :	Le Gène De Fusion BCR-ABL, Aussi Appelé Gène De Philadelphie Ou Chromosome Ph1.
BHA :	Butylhydroxyanisol
BHT :	Butylhydroxytoluène
CMI :	Concentration Minimale Inhibitrice
DEPG :	N, N-Diméthyle-P-Phenylene Diaminedihydrochloride
DPPH+ :	(2,2- Diphényl-1-Picrylhydrazyl)
ERO :	Espèces Réactives De L'oxygène
EQ :	Equivalent de Quercétine
EAG :	Equivalent d'Acide Gallique
FRAP :	Ferric Reducing Antioxidant Power
FTC :	Thiocyanate Ferrique
IC50 :	La Concentration Inhibitrice Médiane
LDL :	Low-Density Lipoprotein
MPUP :	Les Matières Premières A Usage Pharmaceutique
NADPH :	Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate
NCI :	National Cancer Institute Des États-Unis
O₂⁻ :	Superoxyde
OG :	Gallate D'octyle
OMS :	Organisation Mondiale De La Santé
ORAC :	Oxygene Radical Absorbance Capacity
ROS :	Les Espèces Réactives De L'oxygène
SOD :	L'enzyme Superoxydedismutase
TPTZ :	2,4,6-Tris-2,4,6-Tripyridyl-2-Triazine
R ° :	Alkyle
RLO :	Radicaux Libres Dérivés De L'oxygène
ROO• :	Le Radical Peroxyl
TEAC :	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
UV :	Ultra-Violet
UV/Vis :	UV Visible

Résumé

Les plantes médicinales constituent des sources prometteuses pour une large variété de composés biologiquement actifs. Ce travail a porté sur la valorisation de trois plantes médicinales Algériennes à savoir *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia* et *Zilla macroptira*. Un screening phytochimique de mise en évidence des principaux métabolites secondaires des plantes étudiées a été établi ainsi qu'une quantification colorimétrique des polyphénols totaux (par la méthode de Folin-Ciocalteu), des flavonoïdes totaux (par la méthode au trichlorure d'aluminium), et des caroténoïdes.

La détermination quantitative a montré que l'extrait hydroéthanolique de *Euphorbia guyoniana* est le plus riches en polyphénols totaux (640.00 (mg EAG/ g_{Residu sec})) et en flavonoïdes totaux (129.42 (mg EQ/100g)).

Les résultats de tests phytochimiques de trois extraits par des réactions de coloration montrent la présence de divers composés phytochimiques avec prédominance des polyphénols. L'extrait hydroéthanolique d'*Oudneya africana* a montré un fort pouvoir antioxydant par le test de DPPH (IC₅₀ = 0.05 mg/mL). Concernant les tests de FRAP (TPTZ et Bleu de prusse), FRAP(ferricyanure) ABTS et molybdate d'ammonium, l'extrait d'*Euphorbia gynnonia* possède les activités antioxydante et antiradicalaire les plus élevées. Les résultats de l'analyse de corrélation montrent que le pouvoir antioxydant pourrait être lié surtout aux hautes teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes.

Mots clés : *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia*, *Zilla macroptira*, extrait hydroéthanolique, analyse phytochimique, activité antioxydante.

Summary

Medicinal plants are promising sources for a wide variety of compounds biologically active. This work focused on the valorisation of three Algerian medicinal plants, namely *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnionia* and *Zilla macroptira*. A phytochemical screening to detect of the main secondary metabolites of the plants studied was established as well as a quantification colorimetric of total polyphenols (by the Folin-Ciocalteu method), total flavonoids (by the aluminium trichloride method), and carotenoids. The quantitative determination showed that the hydroethanol extract of *Euphorbia gynnionia* is the richest in total polyphenols (640.00 (mg EAG/ g Residu dry)) and total flavonoids (129.42 (mg EQ/100g)).

The results of phytochemical tests of three extracts by colouring reactions show the presence of various phytochemical compounds with a predominance of polyphenols. The hydroethanol extract of *Oudneya africana* showed a strong antioxidant power by the DPPH test ($IC_{50} = 0.05$ mg/mL). About FRAP (TPTZ and Prussian Blue), FRAP (Ferrucyanure), ABTS and ammonium molybdate tests, the extract of *Euphorbia gynnionia* has the following properties highest antioxidant and anti-free radical activity. The results of the correlation analysis show that the antioxidant power could be linked especially to the high levels of phenolic compounds and flavonoids.

Key words : *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnionia*, *Zilla macroptira*, hydroethanolic extract, analysis phytochemical, antioxidant activity.

ملخص

تعتبر النباتات الطبية من المصادر الواعدة لمجموعة متنوعة من المركبات النشطة بيولوجيا. ركز هذا العمل على تقييم ثلاث نباتات طبية جزائرية وهي (حنة الابل) *Oudneya africana* (اللبينة) *Euphorbia gynnonia* و(الشبرق) *Zilla macroptira* تم إنشاء فحص كيميائي نباتي لتسليط الضوء على المستقلبات الثانوية الرئيسية للنباتات التي تمت دراستها بالإضافة إلى قياس لوني لمجموع البوليفينول (بطريقة الفولان سيوكالتو)، إجمالي الفلافونويد (بطريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم، والكاروتينات) التقدير الكمي للمستخلص الهيدروإيثانولي لفصيلة *Euphorbia guyoniana* (اللبينة) سجل أكبر تقدير بالنسبة لإجمالي البوليفينول بقيمة (640mg EAG/ gResidu sec) و أيضا بالنسبة لإجمالي الفلافونويد بقيمة (129,42mg EQ/100g) بينما أظهرت نتائج الدراسات الفيتوكيميائية عن طريق التفاعلات اللونية وجود مواد كيميائية نباتية مختلفة وملاحظة نسبة كبيرة من البوليفينول للثلاث مستخلصات النباتية.

بالنسبة لاختبارات الكشف عن الجذور الحرة أظهر المستخلص الهيدروإيثانولي لفصيلة *Oudneya africana* (حنة الابل) أكبر قيمة في اختبار DPPH بنسبة (IC₅₀ = 0,05 mg/mL) أما الاختبارات الأخرى المتمثلة في FRAP(tptz) و FRAP(ferricyanure) و ABTS و ammonium molybdate فقد سجلت أكبر قيم بالنسبة للمستخلص الهيدروإيثانولي لفصيلة *Euphorbia guyoniana*

أظهر تحليل الارتباط ان النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للجذور الحرة مرتبط جدا بنسب المركبات الفينولية و الفلافونويد

الكلمات المفتاحية *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia*, *Zilla macroptira*: مستخلص هيدروإيثانوليتحليل فيتوكيميائي. نشاط مضاد للأكسدة

Introduction

Depuis l'aube, l'homme a travaillé dur pour développer les ressources naturelles pour répondre à ses besoins médicaux et alimentaires. Il a appris à identifier les plantes pour distinguer les plantes comestibles, savoureuses, voire nocives, voire toxiques. Dans ce dernier, il en utilise certains à des fins de guerre, de crime, de magie ou pour la pêche et la chasse; dans la première catégorie, il les a utilisés à des fins nutritionnelles, aromatiques, ornementales, colorantes et médicinales, Favorisant ainsi le développement de nombreux secteurs, notamment agroalimentaire, cosmétique et médicinal **(Naouaoui, 2019)**.

Parmi les 300 000 plantes recensées sur terre, 200 000 espèces végétales vivent dans les pays africains la médecine et les pharmacopées traditionnelles viennent en tête avec ceux qui les pratiquent à savoir 70 % de la population du tiers monde. Dernièrement les pays développés on tant register de grands progrès dans leur utilisation car ils croient souvent que naturel est le synonymes d'inoffensif. Désormais, la plante peut être à la fois utile et toxique: "La potion et le poison partagent la même racine latine"**(Naouaoui, 2019)**.

Selon les estimations de l'Organisation mondiale de la santé (2002) (Organisation mondiale de la santé), plus de 80% de la population en Afrique utilise encore des médicaments traditionnels pour répondre à ses besoins en matière de soins et de santé **(Boussahel, 2011)**.

Le Sahara Algérien connu pour son hostilité, dispose pourtant d'une grande diversité floristique. Cette richesse connait une dégradation intense depuis quelques décennies. Les espèces qui ont évolué dans cet environnement fournissent souvent des molécules aux activités biologiques intéressantes. Parmi ces composés, nous avons trouvé dans une large mesure des métabolites secondaires, ce qui est particulièrement évident en traitement. **(Smara, 2014)**.

Actuellement, il y a un regain d'intérêt pour la phytochimie comme source potentielle d'antioxydants naturels. L'objectif est de les utiliser dans les préparations alimentaires et pharmaceutiques pour remplacer les antioxydants synthétiques (BHA, BHT, etc.) qui présentent plusieurs inconvénients telques, la toxicité, le changement des propriétés organoleptiques des produits alimentaires, cout élevé et l'efficacité faible. La plupart des antioxydants isolés des plantes sont des composés phénoliques. Cependant, les informations scientifiques sur les propriétés antioxydantes de diverses plantes sauvages, en particulier les plantes sauvages largement répandues en raison de leurs particularités, sont encore rares **(Oueslati et al.,2012)**. Nous connaissons actuellement plus de 250000 espèces végétales. Celles-ci produisent un large éventail de substances chimiques de structures variées comme les métabolites primaires et secondaires **(Chaouche.,2020)**.

La recherche de principes actifs d'origine végétale est d'une importance capitale car elle a permis le développement de nombreux médicaments. La séparation de cette dernière du XIX^e siècle, en approfondissant la connaissance des structures, a progressivement séparé, et parfois opposé, la phytothérapie traditionnelle, souvent empirique, avec une thérapie officielle faisant intervenir des principes chimiques et végétaux dont la pharmacologie était mieux connue **(Hemmami et Guezei., 2013)**.

Ce travail a pour objectif de participer à de nouvelles recherches sur la capacité antioxydante de trois plantes du Sahara septentrional d'Algérie; *Euphorbia guyoniana*, *Odeneya africana* et *Zilla macroptera*. Un tel choix a été effectué grâce aux informations fournies par la médecine traditionnelle et en puisant dans la littérature sur la richesse avérée de ces plantes en qui peuvent avoir un grand intérêt biologique.

Ce mémoire est divisé en deux parties, la première partie présente trois chapitres, le contenu principal est le suivant. Tout d'abord ce chapitre traite des conseils bibliographiques sur la phytothérapie, les métabolites secondaires et les méthodes d'extraction et les techniques de mesure de l'activité antioxydante. Le deuxième chapitre présente les activités biologiques, le troisième chapitre est consacré aux plantes étudiées. La deuxième partie décrit les principales étapes expérimentales qui sera suivie par une discussion des résultats obtenus. Enfin, un bref résumé des résultats avec quelques perspectives sont représenté dans la conclusion.

Synthèse

Bibliographique

Chapitre I.

Phytothérapie et

Métabolites secondaire

1- Définition

Le mot « Phytothérapie » est étymologiquement composé de deux racines grecques: *phuton* et *therapeia*, signifie respectivement « Plante » et « Traitement ». Par conséquent, la phytothérapie peut donc définie comme Prévenir et traiter certaines maladies fonctionnelles et / ou certaines pathologies en Plantes, parties de plantes ou préparations à base de plantes, qu'elles soient consommées ou utilisées en voie externe. **(Chabrier., 2010).**

On peut distinguer trois types de pratiques :

Une pratique traditionnelle : parfois très ancienne, basée sur les vertus découvertes par l'expérience et sur l'utilisation des plantes. Selon l'OMS, cette plante est considérée comme une médecine traditionnelle et est encore largement utilisée dans les pays en développement. En raison du manque de recherche clinique, il s'agit généralement d'un médicament non conventionnel **(Bouzabata., 2016).**

Une approche basée sur les progrès de la recherche et les preuves scientifiques, c'est-à-dire l'étude des extraits actifs de plantes. Une fois ces extraits identifiés, ils seront standardisés: c'est le cas de phytomédicaments (selon la réglementation en vigueur dans le pays, la diffusion est soumise à La licence de mise sur le marché du produit et la réglementation sur les matières premières à usage pharmaceutique (MPUP). Pour les préparations phares de plantes médicinales, celles-ci doivent être spécialement attribuées dans la pharmacie **(Bouzabata, 2016).**

Une mesure préventive a été utilisée dans les temps anciens. Nous sommes tous des phytothérapeutes, mais nous ne savons rien: c'est particulièrement vrai en cuisine, en utilisant de la ciboulette, de l'ail, du thym, du gingembre ou juste du thé vert. Etc, une alimentation équilibrée avec certains principes actifs est une herbe préventive **(Bouzabata., 2016).**

2- Phytothérapie en Algérie

Les produits à base de plantes sont sans aucun doute aussi populaires en Algérie que dans le monde. Cependant, de nombreux pratiquants en Algérie estiment qu'il est injuste d'être reconnu depuis le début de l'ère, mais c'est aujourd'hui modernisé. Bien qu'il puisse y avoir de multiples indications de produits de phytothérapie, la plupart des professionnels de la santé algérienne restent fidèles aux médicaments traditionnels. Le problème réside dans l'utilisation de certaines substances dont l'innocuité n'a pas été pleinement reconnue. **(Chouya et Boudina., 2019).**

3- Avantages et inconvénients de la phytothérapie

Les avantages de la phytothérapie sont sa relative sécurité. Parce qu'il est accepté par le corps humain sur la base des thérapies naturelles, et que les effets secondaires reconnus sont inférieurs à ceux de nombreux médicaments synthétiques. La phytothérapie est le seul moyen pour l'homme de traiter plusieurs maladies simples ou de prévenir les maladies les plus complexes depuis l'Antiquité. Tout cela s'additionne, comparé au traitement standard, son prix est bas, donc les pays du tiers monde sont plus facilement disponibles. **(Iserin., 2001).**

4- Métabolites secondaire

4.1 Généralités

Le terme « Métabolite secondaire » désigne toute substance qui existe dans un organisme et ne participe pas directement aux processus de base des cellules vivantes. Ce concept est historiquement attribué à Kossel 1891, qui l'a introduit par opposition aux principaux métabolites, directement impliqués dans les principales voies du métabolisme cellulaire de base. Chez les plantes, ces composés mineurs combinent des milliers de molécules différentes, généralement sous la forme d'une superfamille chimique, comme les polyphénols, les terpènes et stérols, les alcaloïdes, etc. Ces métabolites secondaires sont généralement caractérisés par de faibles concentrations dans les tissus végétaux **(Bourgaud., 2013).**

La distribution des métabolites secondaires au sein des plantes et entre les différentes espèces végétales est limitée et ils sont généralement produits dans des organes, des tissus ou des types de cellules spécifiques à des stades de développement spécifiques (par exemple, pendant le développement des fleurs, Fruit, graine ou plant). Les métabolites secondaires sont produits à différents endroits de la cellule, principalement stockés dans des vacuoles. Ils sont généralement synthétisés dans une partie de la plante puis stockés dans une autre partie. De plus, leur concentration dans la plante varie souvent considérablement dans le temps. Dans les 24 heures **(Raven et al., 2003).** Concernant leur fonction dans les plantes, les métabolites secondaires jouent un rôle important dans l'adaptation des plantes à leur environnement.

Ils jouent un rôle clé dans la résistance aux restrictions biologiques (phytopathogènes, herbivores, etc.) et abiotiques (UV, température, etc.). D'un point de vue agronomique, le rôle de ces composés dans la protection des cultures est connu (résistance aux maladies fongiques, infections bactériennes, certains insectes), mais ils sont rarement utilisés dans le développement de variétés résistantes. Aujourd'hui, ces métabolites secondaires constituent l'un des leviers d'une éventuelle intensification agro-écologique, notamment en remplaçant l'utilisation d'intrants chimiques par les mécanismes de défense naturels des plantes.

D'un point de vue pharmacologique, les métabolites secondaires sont la partie la plus active des composés présents dans les plantes, on estime qu'environ 1/3 des médicaments actuellement sur le marché contiennent au moins une de ces substances végétales. Au cours des 30 dernières années, cet effet pharmacologique des métabolites secondaires a conduit au développement de médicaments majeurs, comme le Taxotère ou la Vinorelbine pour le traitement de certains cancers **(Bourgaud., 2013)**.

4.2 Classification

Il y a trois classes principales de métabolites secondaires chez les plantes: les substances phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes **(Raven et al., 2003)**.

4.2.1 Les composés phénoliques

Le nom « Polyphénol » ou « Composé phénolique » comprend plus de 8 000 molécules, réparties en dizaine classes chimiques, qui ont un point commun: il y a au moins un cycle aromatique en 6 carbone dans leur structure avec un nombre variable de groupes fonctionnels hydroxyle (OH) **(Hennebelle et al., 2004)**. Les polyphénols sont les antioxydants les plus courants dans la nature et aussi dans nos assiettes. Ils permettent aux plantes de se défendre contre les phénomènes d'oxydation, certaines agressions extérieures et contre le pourrissement **(Menat., 2006)**.

Les composés phénoliques (ou polyphénols) représentent un ensemble complexe de métabolites secondaires, comprenant plusieurs familles: dérivés de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique, flavonols, flavonoïdes, isoflavones, flavanes, flavanones, chalcones, aurones et stilbène. Certains sont des précurseurs de polymères de paroi, tels que la lignine et la subérine. D'autres sont des polymères intracellulaires tels que des tanins condensés et des tanins hydrolysables **(Regnault-Roger et al., 2008)**.

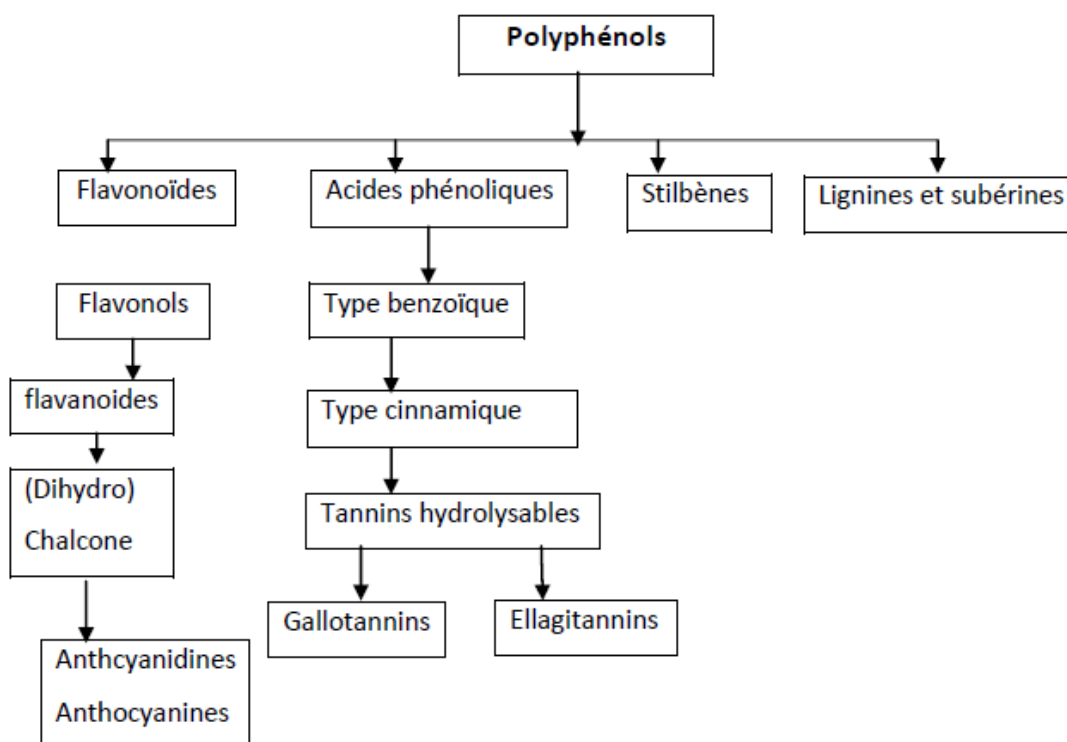


Figure 01 : différentes familles de polyphénols (Collin et Crouzet., 2011).

Le rôle des composés phénoliques est maintenant reconnu dans tous les aspects de la vie végétale et dans l'utilisation des plantes par l'homme. Ils peuvent en effet intervenir :

Dans certains aspects de la physiologie végétale (ligninisation, régulation de la croissance, interaction moléculaire avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites, etc.).

Dans l'interaction entre les plantes et leur environnement biologique et physique (relation aux bactéries, champignons, insectes et résistance aux UV), directement dans la nature ou lors de la conservation de certaines plantes après récolte.

Respectez les normes de qualité (couleur, astringence, amertume, qualité nutritionnelle, etc.) et guidez les personnes dans leur choix lors de la consommation d'organes végétaux (fruits, légumes, tubercules, etc.) et des produits qui en dérivent par transformation.

Dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentées...) pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini

Protégez les humains de certaines maladies car ils peuvent interagir avec une variété d'enzymes et ont des propriétés antioxydantes (Macheix et al., 2005).

4.2.2 Les alcaloïdes

Un alcaloïde est un composé d'origine naturelle (le plus souvent végétal), azoté plus ou moins basique, de distribution restreinte et doué, à faible dose. L'appartenance aux alcaloïdes est confirmée par les réactions communes de précipitations avec les réactifs généraux des alcaloïdes (ex: réactif de Dragendorff) (Mergham.,2009). Les alcaloïdes figurent parmi les principes actifs les plus importants en pharmacologie et en médecine. L'intérêt qu'on leur porte reposait traditionnellement sur leur action physiologique et psychologique et particulièrement violente chez l'homme (William., 2003).

On distingue trois classes d'alcaloïdes :

Les pseudo-alcaloïdes : Ne possèdent pas d'azote intra cyclique et l'incorporation de l'azote dans la structure se fait en phase finale : exemple la coniine.

Les proto-alcaloïdes : L'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique. Ils sont élaborés à partir d'acides aminés : exemples mescaline, hordénine, colchicine.

Les alcaloïdes vrais : que l'on classe suivant de leur cycle. L'atome d'azote est inclus dans un hétérocycle; biosynthétiquement formés à partir d'acides aminés; possèdent une activité Pharmacologique marquée (Mergham., 2009).

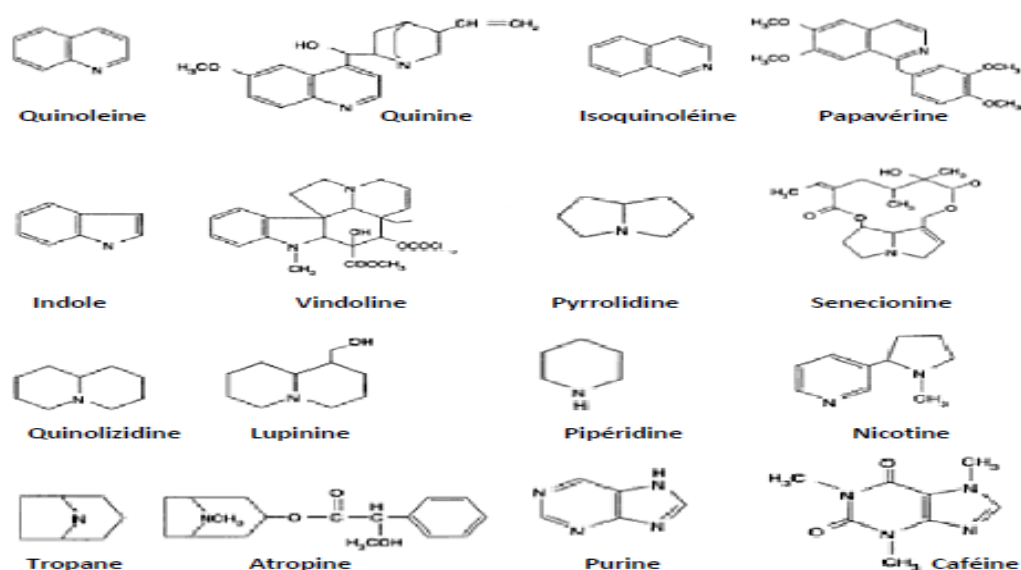


Figure 02 : Classes et exemples d'alcaloïdes (William., 2003).

4.2.3 Les huiles essentielles

Chaque fois que les pétales, les feuilles, les branches ou toute partie de la plante sont écrasés, l'arôme sera libéré, ce qui signifie que l'huile essentielle a été libérée. L'huile essentielle, également connue sous le nom d'essence, est un mélange de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et existe sous forme de fines gouttelettes dans les feuilles, la peau des

fruits, la résine, les branches et les forêts. Par rapport à la qualité des plantes, leur contenu est très faible: elles sont parfumées et très volatiles, c'est-à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air. Selon L'Afnor (Association française de normalisation): Les huiles essentielles sont «des produits obtenus à partir de matières végétales par entraînement de vapeur, procédés mécaniques ou distillation à sec» (Festy., 2012).

Tableau 1 : Quelques exemples des différents types de terpénoïdes (Belbache., 2003).

N	Squelette carboné	Type de terpénoïdes	Exemple de molécule
1	C5	Hemiterpene	Isoprène
2	C10	Monoterpène	Nérol , citronnelle, huiles essentielles
3	C15	Sesquiterpène	β-Cadinène
4	C20	Diterpène	Sclaréol , phytol
6	C30	Triterpène	Lanostérol
8	C40	Tetraterpène	Caroténoïdes
8>	40>	Polyterpène	Caoutchouc

4.2.4 Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des molécules liposolubles produites par les organismes photosynthétiques et qui doivent être acquis par l'alimentation chez les animaux.

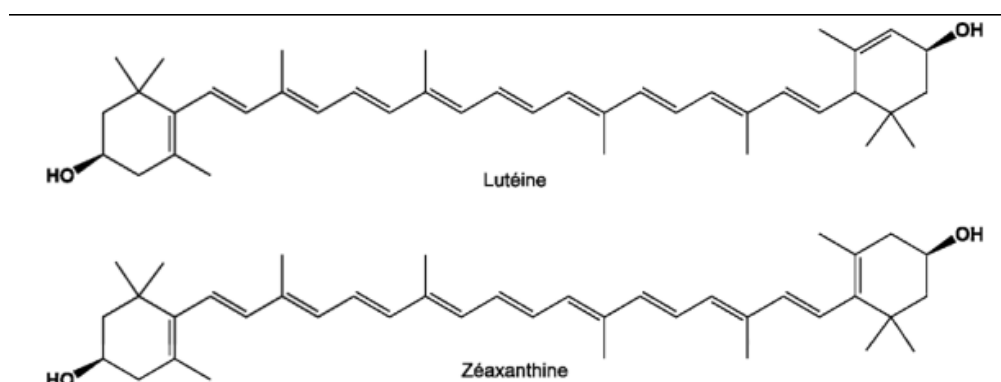


Figure 03: structure chimique des caroténoïdes : lutéine et zéaxanthine (Bourcier., 2015).

Les caroténoïdes sont des composés isoprénoïdes hydrophobes synthétisés dans les membranes cellulaires (Figure 3). La majorité s'accumule au sein de complexes protéiques dans la membrane photosynthétique. Les caroténoïdes les plus répandus dans le règne végétal sont le β-

carotène et la zéaxanthine, mais les cyanobactéries, elles, synthétisent des céto-caroténoïdes rares tels que l'échinénone, l'hydroxyéchinénone ou la canthaxanthine et des caroténoïdes glycosylés tels que les myxoxanthophylles **(Takaichi et Mochimaru., 2007)**.

Les propriétés chimiques et biologiques des caroténoïdes ont fait l'objet de plusieurs études antérieures. Il semble tout à fait logique que les actions biologiques de cette famille intéressante de composés doivent découler de leurs propriétés physiques et chimiques. La majorité des 600 caroténoïdes présents dans la nature ont une longueur de 40 atomes de carbone et peuvent être des hydrocarbures purs, appelés carotènes, ou posséder des groupes fonctionnels oxygénés, auquel cas on les appelle xanthophylles. Les structures de nombreux caroténoïdes et xanthophylles présents dans le sérum humain. La structure du polyène conjugué à longue chaîne explique la capacité de ces composés à absorber la lumière visible, mais les rend également très sensibles à l'oxydation. Cette dernière propriété est étroitement liée à leur capacité à agir comme antioxydants **(Normani., 2006)**.

Chapitre II. Activités biologiques des plantes

1- Activité antimicrobienne

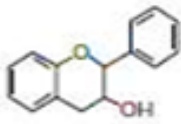
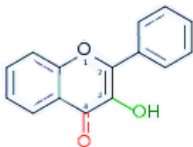
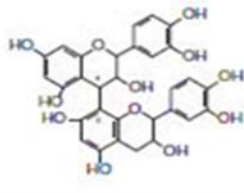
Les plantes synthétisent plus de 100 000 petites molécules, dont la plupart ont une activité antibiotique. En général, cette activité est inférieure à celle produite par les antibiotiques d'origine microbienne (**Tegos et al., 2002; Lewis et Ausubel., 2006**). Par conséquent, la concentration de molécules isolées de plantes pour exercer une activité antibactérienne est supérieure à celle des molécules obtenues à partir de bactéries et de champignons. En effet, si une molécule phytochimique inhibe la croissance des microorganismes à une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 100 µg / ml à 1000 µg / ml, elle est considérée comme « Antibactérienne ». Pour les antibiotiques d'origine microbienne, la valeur CMI varie de 0,01 µg / ml à 10 µg / ml, ce qui est suffisant pour produire une activité inhibitrice. (**Tegos et al., 2002 ; Abudunia., 2018**).

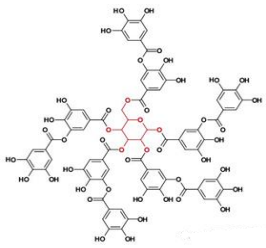
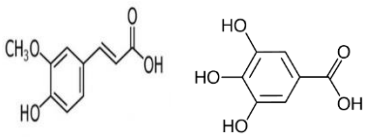
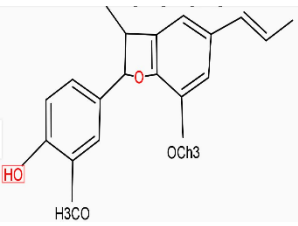
Ces dernières années, les recherches se sont concentrées sur la caractérisation de nouveaux agents antimicrobiens d'origine naturelle, tels que les peptides bactériens, les bactériophages et les molécules bioactives dans les plantes, qui peuvent remplacer les antibiotiques conventionnels ou agir en synergie avec eux. Les plantes synthétisent divers métabolites secondaires avec une activité antibiotique, mais cette activité est généralement plus faible que les antibiotiques dérivés de microbienne (**Kordali et al., 2008**).

Parmi ces métabolites, les polyphénols ont une variété d'activités antibactériennes importantes, et cette diversité certainement relie à leur diversité structurale (tableau 02). Le phénol a généralement un effet bactéricide sur les bactéries Gram + et Gram. Cet effet peut être dû à l'inhibition de certaines enzymes (**Taguri et al., 2006**).

L'hydrophobie des polyphénols est aussi un critère de toxicité qui leur permet de s'insérer dans les phospholipides membranaires des bactéries et exercer leurs effets antibactériens (**Daglia., 2011**). La déstabilisation de la membrane cytoplasmique pour la rendre perméable, l'inhibition des enzymes bactériennes extracellulaires, l'action sur le métabolisme bactérien et la privation des substrats requis pour la croissance bactérienne, spécialement les micronutriments minéraux essentiels comme le fer et le zinc sont des mécanismes adaptés par les proanthocyanidines dans l'inhibition des bactéries (**Daglia., 2011**). L'activité des flavonoïdes est due principalement à la capacité de ces molécules à inhiber l'expression de l'ADN et la synthèse de certaines enzymes et protéines membranaires des microorganismes (**Ulanowska et al., 2006**). Les flavonoïdes sont capables aussi de détruire la membrane cytoplasmique des cellules bactériennes (**Kusuda et al., 2006**) ou de changer sa fluidité (**Tsuchiya et Linuma., 2000**). Les flavonoïdes peuvent aussi interférer avec le métabolisme énergétique des bactéries. En effet, les retrochalcones et le flavanonolchocarpole A inhibent fortement la consommation d'oxygène (**Haraguchi et al., 1998**).

Tableau 2 : Les principaux composés phénoliques ayant une activité antimicrobienne (Seoussen., 2018).

Composés phénoliques	Microorganismes sensibles	Exemples
 Flavone-3-ol	Bactéries	<i>V.cholerae</i> , <i>S.mutans</i> , <i>C.jejuni</i> , <i>C.perfringes</i> , <i>E.coli</i> , <i>B. Cereus</i> , <i>H. pylori</i> , <i>S. aureus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>A. naeslundii</i> , <i>P. gingivalis</i> , <i>P. melaninogenica</i> , <i>F. nucleatum</i> , <i>C. pneumonia</i>
 Flavonole	Virus	Adénovirus, Entérovirus, Flu virus.
	Champignons	<i>Candida albicans</i> , <i>Microsporum gypseum</i> , <i>Trichophyton menta-grophytes</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> .
 Tannins condensés	Bactéries	<i>S.mutans</i> , <i>E.coli</i> , <i>S.aureus</i> .
	Virus	Virus de l'influenza A, type -1 herpes simplex virus (HSV)

 Tannins hydrolysable	Bactéries	Différentes Souches de: <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Helicobacter</i> , <i>E. coli</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Campylobacter</i>
	Champignons	<i>Candida parapsilosis</i> .
 Acides phenoliques	Bactéries	<i>S.aureus</i> , <i>L.monocytogenes</i> , <i>E.coli</i> , <i>P.aeruginosa</i> .
 Néolignane	Bactéries	Différentes Souches De <i>Mycobacterium Tuberculosis</i>

2-Activité anticancéreuse

Les plantes ont une longue histoire dans le traitement du cancer (**Hartwell,1992 ;Abudunia.,2018**). Dans sa revue, Hartwell a répertorié plus de 3000 plantes utilisées pour traiter le cancer (Tableau 3). La recherche des agents anticancéreux d'origine végétale a véritablement commencé dans les années 1950 avec la découverte et le développement de la vinca-alcaloïde, la vinblastine et la vincristine, et l'isolement des podophyllotoxines cytotoxiques. En conséquence, le National Cancer Institute des États-Unis (NCI) a lancé un programme vaste de collecte des plantes en 1960, porté principalement dans les régions tempérées Exmples : L'herbimycine A et la génistéine (**Honma.Yet *al.*, 1990**) et la vincristine (Oncovin®) (**Bohannon.R.A et *al.*, 1963**).

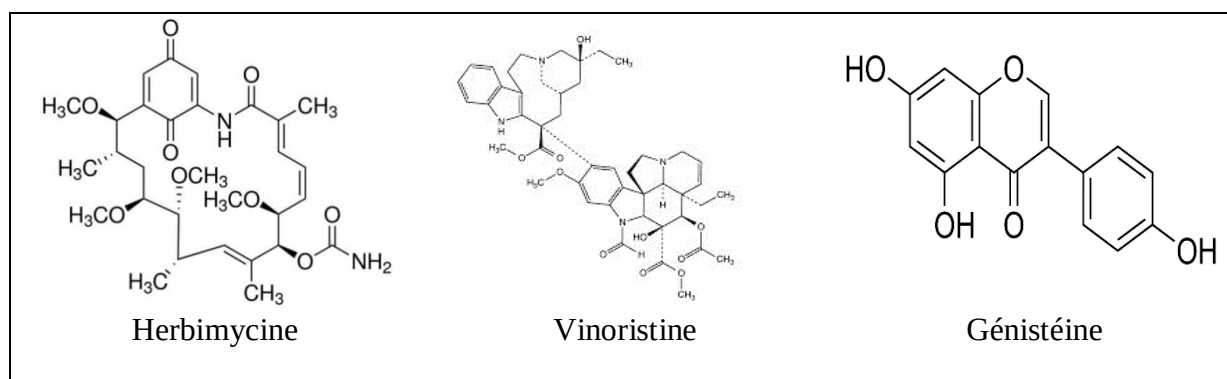


Figure 04. : produit naturelle dans le traitement de leucémie (Bohannon et al., 1963).

Tableau 3 : Exemples des médicaments anticancéreux dérivés des plantes médicinales (Abudunia.,2018).

Médicament	Principe Actif	Source	Mécanisme d'action	Indications
Vincasar PFS	Vincristine	Catharanthusroseus	Inhibiteur de la Tubuline	Leucémie, Hodgkin et le lymphomenon hodgkinien de, la tumeur de Wilm, le neuroblastome, le rhabdomyosarcome
Taxol	Paclitaxel	Taxus brevifola	Inhibiteur de la β sousunité de tubuline	Cancer du poumon, de l'ovaire, sein, cancer de la tête et du cou, sarcome de Kaposi, resténose

3-Activité anti-inflammatoire

Il est largement utilisé pour traiter la douleur, l'inflammation, la polyarthrite rhumatoïde et l'arthrose. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont l'un des traitements les plus utilisés dans le monde. Ces médicaments ont des effets antalgique et antipyrétiques ainsi que des effets anti-inflammatoires. L'effet des anti-inflammatoires non stéroïdiens est principalement dû à l'inhibition de la cyclooxygénase et donc à la synthèse des prostaglandines. L'effet inhibiteur des AINS salicylés peut être irréversible, contrairement aux autres AINS (Tréchet et Jouzeau., 2014). Cependant, les bons effets des anti-inflammatoires non stéroïdiens sont limités par leurs effets indésirables graves, qui sont principalement le système digestif (ulcère gastro-duodéal) et dans une moindre mesure le rein (Lahmidani et al., 2012). Ils sont largement utilisés pour traiter la douleur, l'inflammation, la polyarthrite rhumatoïde et l'arthrose (Seoussen., 2018).

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) ou glucocorticoïdes sont des molécules synthétiques dérivées des hormones naturelles (cortisone et cortisol) ou hémi-synthétisés à partir d'extraits animaux ou végétaux. Ils ont des propriétés anti-inflammatoires, antalgiques et immuno-suppressives (**Dangoumau., 2006**). En raison de ses multiples activités biologiques bénéfiques, les plantes médicinales sont largement utilisées par l'homme. Ces activités sont dues au fait qu'elles sont riches en métabolites secondaires biologiquement actifs, tels que polyphénols, stérols, alcaloïdes, coumarines, terpènes, etc (**Seoussen., 2018**).

4-Activité antidiabétique

Les plantes ont toujours été une source inépuisable de nouvelles substances à potentiel thérapeutique, c'est pourquoi leurs extraits sont utilisés comme pratique courante en médecine traditionnelle. Plusieurs espèces ont prouvé une activité antidiabétique. L'évaluation des effets anti-diabétiques des plantes médicinales et la recherche d'ingrédients efficaces sont des pistes prometteuses pour découvrir de nouveaux produits anti-diabétiques. Ce sont des glycanes, certains terpènes, des sulfites, des polysaccharides, des huiles, des vitamines, des alcaloïdes, des saponines et d'autres composés (**Boubekeur., 2019**).

Tableau 4 : Exemples de plantes antidiabetiques (**Boubekeur., 2019**).

Famille botanique	Noms scientifique	Préparation	Composition
Lamiaceae	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb	Infusion Décoction Poudre	Terpènes et flavonoïdes
Amaranthaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L	Infusion	Alcaloïdes et flavonoïdes

5-Activité antioxydante

5.1 Définition de stress oxydant

Le stress oxydatif est défini comme le déséquilibre entre la présence d'espèces réactives de l'oxygène et de l'azote et la capacité du corps à neutraliser leurs effets grâce au système antioxydant. Ce déséquilibre peut endommager certaines macro- molécules (acides nucléiques, lipides et protéines). Causer l'apparition de diverses maladies (**Seoussen.,2018**).

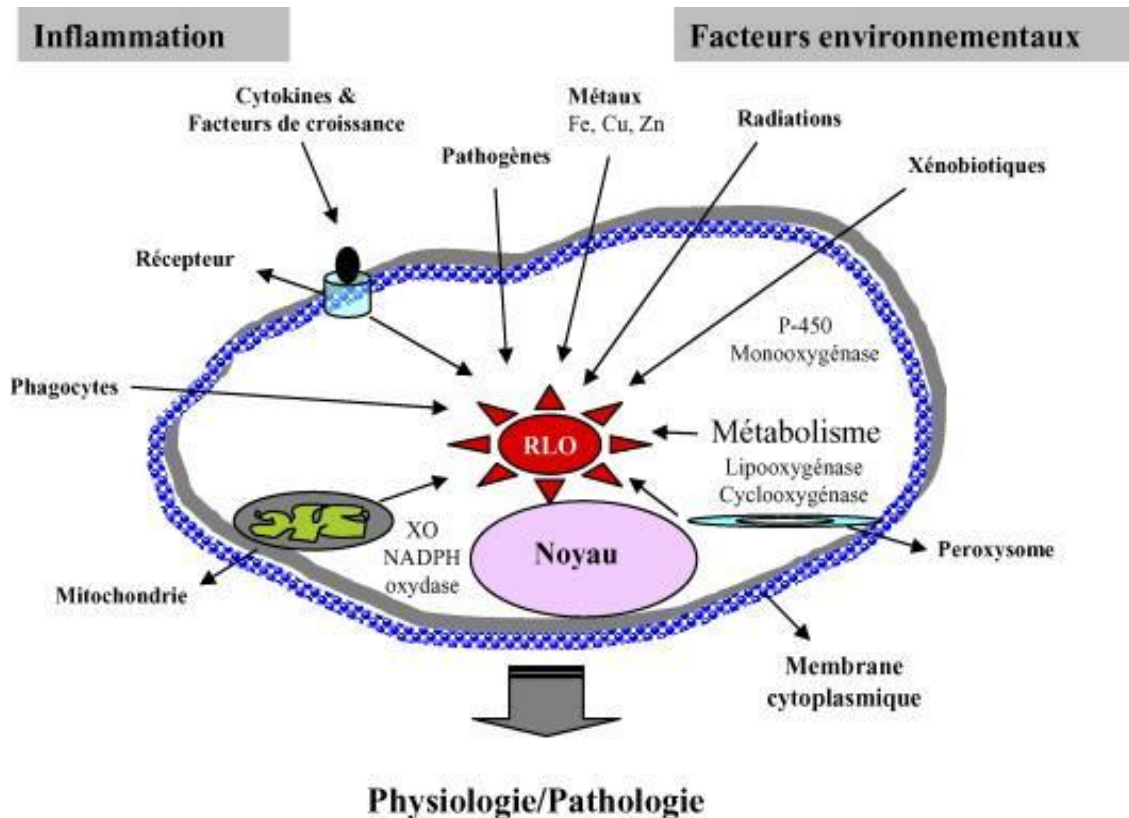


Figure 05: Origine extracellulaire et intracellulaire des radicaux libres dérivés de l'oxygène (Afonso et al., 2007).

5.2 Espèces réactives de l'oxygène

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) comprennent les radicaux libres avec au moins un électron libre dans la couche externe (radical hydroxyle OH, superoxyde O₂⁻, radical peroxy ROO⁻) et les dérivés non radicalaires, et leur réactivité est très élevée, comme le peroxyde Hydrogène H₂O₂, oxygène singulet ¹O₂ et acide hypochloreux HOCl.

A cause de leur hyperréactivité, les radicaux libres ont une demi-vie très courte (quelques nanosecondes à quelques millisecondes). Cette réactivité dépend des éléments en présence, si un radical rencontre un autre radical, le produit sera non radicalaire ($A^{\bullet} + B^{\bullet} \rightarrow AB$). Si un radical rencontre un non radical, un nouveau radical sera formé ($A^{\bullet} + B \rightarrow A + B^{\bullet}$) et donnera naissance à une chaîne qui continuera jusqu'à ce que le radical rencontre un autre radical ou un antioxydant (Seoussen., 2018).

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) sont connues pour jouer un double rôle dans les systèmes biologiques, car ils peuvent être bénéfiques ou nuisibles pour les systèmes vivants (Branislav., 2013). Dans des conditions normales, elles sont générées en faible quantité et jouent un rôle de messagers secondaires capables, notamment de réguler le phénomène de l'apoptose ou d'activer des facteurs de transcription.

Citons aussi le processus de fécondation, la régulation du tonus vasculaire, la relaxation du muscle lisse, l'adhésion plaquettaire, et la défense antimicrobienne (**Dröge., 2002; Haleng et al., 2007**). Ils sont également nécessaires pour les procédés biosynthétiques, y compris la production d'hormones thyroïdiennes et la réticulation de la matrice extracellulaire (**Brieger et al., 2012**).

Tableau 5 : Les effets du stress oxydant sur les structures moléculaires (Seoussen., 2018).

Molécules	Modifications moléculaires	Marqueurs de Stress oxydant	Mécanismes de défense	Conséquences possibles en cas de débordement des mécanismes de défense	Exemples de Manifestations cliniques associées à un stress oxydant
ADN	Exemples de manifestations cliniques associées à un stress oxydant	8-hydroxy-desoxyguanosine urinaire	Excision et resynthèse Vitamine C	Mutation	Tumeurs
Lipides polinsaturés	Formation de radicaux alkyles qui réagissent avec O ₂ pour former des radicaux peroxydes	LDL oxydés Anticorps anti-LDL oxydés	Antioxydants physiologiques : Vitamines A, C et E Coenzyme Q10 Glutathion GPX	Altération de la fluidité des membranes cellulaires avec désorganisation totale pouvant conduire jusqu'à la lyse	athérosclerose
Protéines	Apparition de groupements Hyperoxydes (-OOH), groupements carbonyles par oxydation du squelette carboné et des chaînes latérales des acides aminés, formation de ponts disulfure, formation de dérivés chlorés	Mise en évidence de groupements carbonyles. Produits d'oxydation avancée des protéines (AOPP)	Protéine de stress thermique vitamine c	Perte de l'activité enzymatique Dégradation protéolytique accélérée	Maladies neurodégénératives

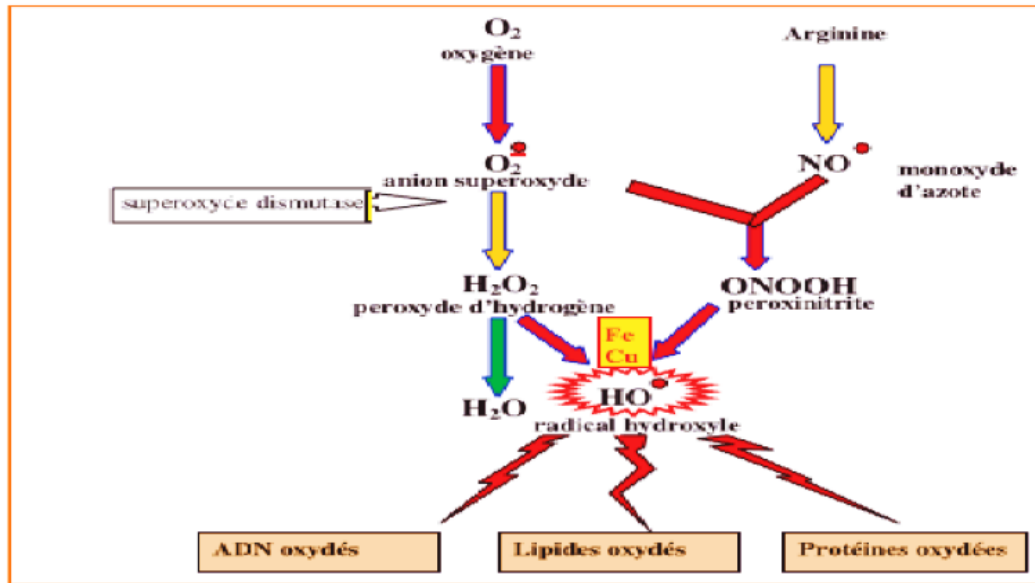


Figure 06 : Les principales étapes de production des espèces réactives de l'oxygène (Favier., 2003).

5.3. Définition des radicaux libres

Un radical libre est défini comme tout atome, groupe d'atomes ou molécule avec des électrons non appariés (célibataire) dans son orbitale externe. Ce sont des espèces chimiques hautement réactifs qui recherchent des électrons dans l'environnement pour se coupler (c'est-à-dire former des liaisons chimiques) (Hechifa et Merad., 2016). Les radicaux libres peuvent être exogènes (rayons ultraviolets, rayonnements ionisants, xénobiotiques, ozone, etc.), ou ils peuvent être produits par des processus cellulaires normaux: respiration mitochondriale.

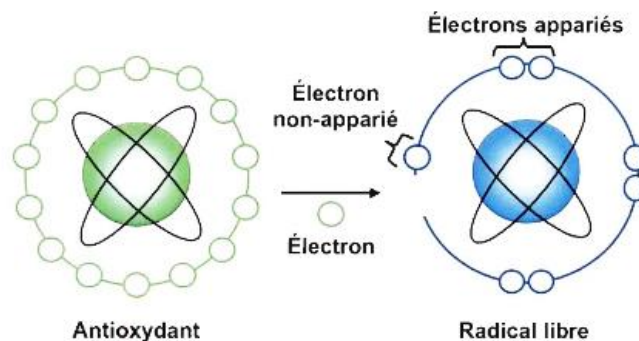


Figure 07 : Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant (Carange., 2010).

Tableau 6 : Les principales espèces oxydantes (Mecran., 2010).

Radicals		Non-radicals	
Hydroxyl	$\text{OH}\cdot$	Peroxynitrate	ONOO
Alkoxy	$\text{L(R)O}\cdot$	Hypochlorite	$\cdot\text{OCL}$
Hydroperoxyla	$\text{HOO}\cdot$	Hydroperoxideb	L(R)OOH
Peroxyl	$\text{L(R)OO}\cdot$	Singlet oxygène	$^1\Delta\text{O}_2$
Nitricoxide ^e	$\text{NO}\cdot$	Hydrogèneperoxyde ^d	H_2O_2
Superoxyd	$\text{O}_2\cdot$		

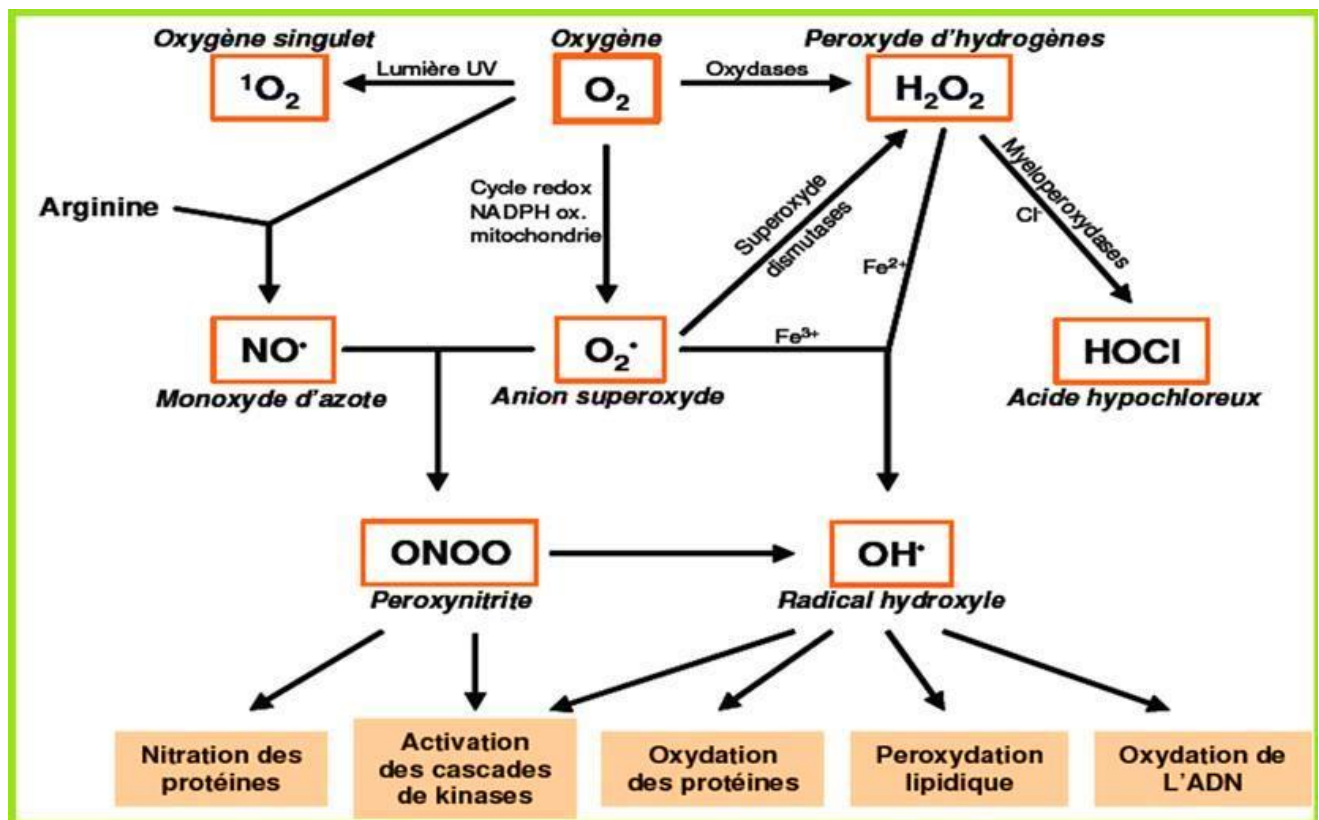


Figure 08 : Origine des différents radicaux libre oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie (Favier.,2003).

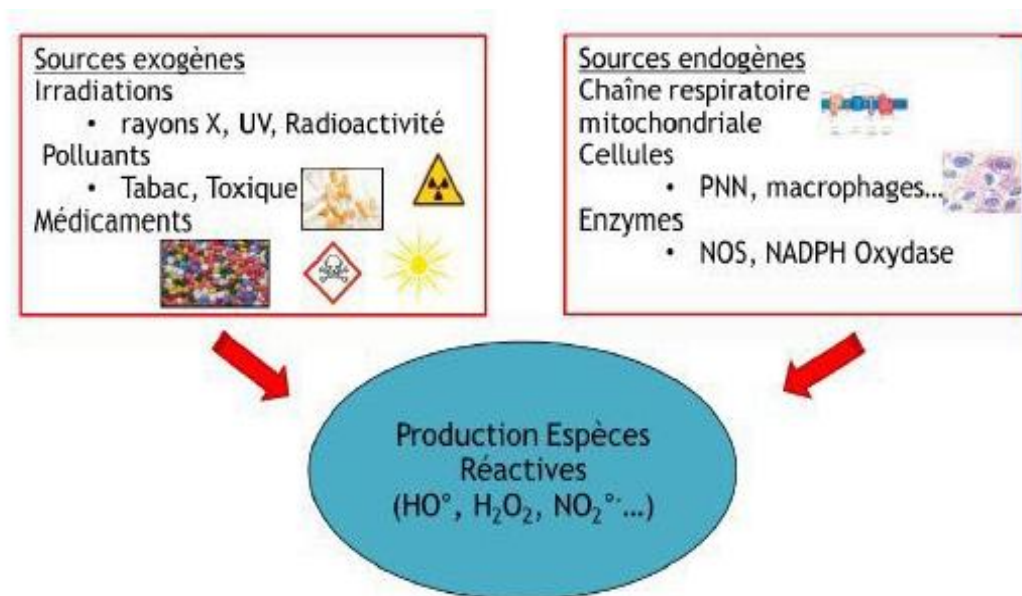


Figure 09 : les origines des espèces réactives à l'oxygène (Pincemail et *al.*, 1999).

La neutralisation des radicaux libres suit généralement le même principe: les molécules «vulnérables» comme un thiol réduisent les radicaux libres en molécules neutres ou en ions stables (eau, anions hydroxyde). Les molécules antioxydantes deviennent alors des radicaux plus stables et moins dangereux, qui peuvent être réduits par des enzymes ou des protéines appropriées. Par exemple, le tocophérol (vitamine E) neutralise les radicaux libres avant d'être régénéré par des molécules d'acide ascorbique (vitamine C). Ces dernières sont ensuite réactivées grâce aux enzymes ascorbate réductases. Les polyphénols, alcaloïdes, flavonoides, tanin, phytates, Sélénium présents dans l'alimentation (Abudunia., 2018).

5.4 Les antioxydants

Le terme "antioxydant" a été exprimé comme "une substance qui ralentira ou empêchera de manière significative l'oxydation de la matrice matérielle en présence d'une matrice oxydable à de faibles concentrations. Les antioxydants sont des systèmes enzymatiques ou non enzymatiques, endogènes ou exogènes (Guillouty., 2016).

5.4.1 Les antioxydants endogènes

Les antioxydants Enzymatique : *Catalase* (Guillouty., 2016), Superoxyde dismutase (Afonso et *al.*, 2007 ; Hamadi., 2010).

Les antioxydants Non Enzymatique : Les vitamines C, E, (Guillouty., 2016), les caroténoïdes (Krinsk., 2001; Gardès-Albert et *al.*, 2003).

5.4.2 Les antioxydants exogènes

De nombreux phytonutriments ont été identifiés comme antioxydants. Les plus importants sont les caroténoïdes, les flavonoïdes, les phénols, les phytostérols et les glucosinolates. Ils ont des propriétés antioxydantes intéressantes comme piègeurs / inhibiteurs de radicaux lipidiques, anions superoxydes, oxygène singulet ou comme régulateurs du système antioxydant **(Dufour et al., 2007 ; Gobert et al., 2009)**.

5.4.3 Les antioxydants de synthèse

Plusieurs antioxydants synthétiques sont autorisés dans les aliments pour protéger les lipides insaturés de l'oxydation. Parmi eux, l'éthoxyquine, l'hydroxytoluène butylé (BHT), l'hydroxyanisolebutylé (BHA), le gallate d'octyle (OG) et le gallate de propyle (PG) **(Lundebye.Ket al., 2010)** Malgré leur forte capacité antioxydante, un excès de ces antioxydants synthétiques peut encore être toxique et provoquer une mutagénicité **(Massart., 2011)**.

5.5 Autre antioxydants

Des protéines comme la ferritine, l'albumine, la bilirubine, la protéine du choc thermique pourraient agir directement sur les ROS ou indirectement par captation de métaux redox actifs **(Finaud et al., 2006 ; Duarte et Jones., 2007)**.

Chapitre III.
Généralités sur les
plantes étudiées

Les trois plantes étudiées ont été représentés sous forme détailler dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant

Tableau 7 : Présentation, systématique, description, utilisation et autres usages des plantes étudiées

Euphorbia Guyoniana Boiss	
Présentation de la famille Euphorbiaceae :	
• La famille des Euphorbiaceae comprend environ 10 000 espèces, réparties en 300 genres. • Il est considéré comme l'une des familles les plus grandes et les plus internationales de la famille des angiospermes Pas encore systématiquement compris. • La tendance à la scission se manifeste souvent. Par exemple, plus de cinquante genres ont été introduits, qui sont alors considérés comme des synonymes. • Cette découverte peut s'expliquer par sa distribution, car il est principalement situé dans les régions tropicales, et il y a des fleurs éphémères chez certains représentants. • De plus, la plupart des experts du système qui ont examiné sa classification s'accordent toujours à dire que la principale famille représentative des Euphorbiacées (définie par Lindeli en 1833) est toujours les Euphorbiacées. (Haba., 2008)	
Position systématique	Image
Taxon : Rhizophytes	
Embranchement : Spermaphytes	
Sous-embranchement : Angiospermes	
Classe : Dicotylédones	
Sous-classe : Dialypétales	
Série : Thalamiflores	
Sous-série : Méristémones	
Ordre : Tricoques	
Famille : Euphorbiaceae	
Sous-famille : Euphorbiadeae	
Genre : Euphorbia	
Espèce : Euphorbia Guyoniana Boiss.L	
Synonyme : Tithymalus guyonianus (Boiss. & Reut.) Klotzsch & Garcke	Site web 1
Description botanique	
• Cette plante est souvent appelée Lebbina ou Oum-Ellebina chez les populations du	

Site web 1

Sahara septentrional Algérien. • C'est une plante vivace de la famille des Euphorbiaceae à système racinaire très développé, pénétrant profondément dans le sol, d'environ 1 m de hauteur. Ses tiges, dressées, non charnues et très ramifiées, contiennent du latex. • Les feuilles, petites, linéaires et alternées, se dessèchent rapidement. Elle présente des graines sans caroncule, noirâtres et munies d'un côté longitudinales gris. • La floraison s'échelonne sur les saisons d'hiver et du printemps (Ozenda., 1991 ; Chehma., 2006). • Chez les populations du Sahara septentrional Algérien est souvent appelée Lebbina ou Oum-Ellebina. C'est une laticifère vivace de la famille des Euphorbiaceae, d'environ 1 m de hauteur. Ses tiges sont dressées, non charnues et très ramifiées. • Les feuilles sont très petites, linéaires et alternés (souvent absentes sur les rameaux fleuris). Elle présente des graines sans caroncule, noirâtres et munies d'un côté longitudinales gris. • La floraison s'échelonne sur les saisons d'hiver et du printemps (Ozenda., 1991 ; Chehma., 2006). Bien qu'elle soit toxique, <i>Euphorbia guyoniana</i> est utilisée en pharmacopée des populations sahariennes contre les morsures de serpents et comme expectorante et diurétique. (Gubba., 1913 ; Maire., 1933)
Utilisation en médecine traditionnelle
Les plantes Euphorbiaceae sont largement utilisées en médecine traditionnelle pour guérir de nombreuses maladies. Cette utilisation à grande échelle de la société primitive en fait un argument majeur, justifiant les travaux de recherche approfondis sous l'angle de la phytochimie et de la pharmacologie. Jusqu'à présent, de nombreuses espèces ont été utilisées en médecine traditionnelle. (Haba., 2008)
Autre usage
En raison de l'origine polygénique des plantes Euphorbiaceae, de leur répartition sur tous les continents et de la grande diversité végétale et chimique, cette famille fournit un grand nombre de plantes économiquement précieuses. Il y a du latex, des fibres, des graines oléagineuses, de la nourriture et du bois, du papier et des poisons. (Haba., 2008)
Travaux antérieurs
Il existe des types spécifiques de diterpènes, macrocycliques, polycycliques et aromatiques

,de triterpènes et de stéroïdes, Les composés alcaloïdes et les flavonoïdes expliquent cette activité biologique, notamment anti-tumorale, antivirale, des effets vasculaires multiples et des propriétés cytotoxiques . Deux nouveaux diterpènes et polyesters de jatropha ont été isolés dans les parties aériennes de coliformes de Guyane (**Ahmed et al., 2006; Kúsz. et al., 2016**). Ils sont considérés comme des inhibiteurs efficaces (**Corea et al., 2003; Jassbi., 2006**), et le latex de la plante est utilisé pour traiter les morsures de serpents et les scorpions (**Ionut-Florin., 2016**)

Oudneya africana R. Br

Présentation de la famille

- Le genre *Oudneya* appartient à la famille des Brassicaceae, comprenant quatre mille espèces. Ils se produisent principalement dans les régions tempérées et froides de l'hémisphère nord (**Salhi et al., 2013**). *Oudneya africana* R. Br. C'est une espèce sauvage de ce genre qui pousse spontanément dans les zones arides (**Hammami et al., 2009**). La plante est endémique de la région du Sahara, répartie dans les déserts de Libye, de Tunisie, d'Algérie et du Maroc (**Talbi et al., 2014**). Il vit dans le sol de gypse et les roches désertiques et est largement répandu dans les régions au nord du Sahara (**ZakariaI et Belhattab., 2016**).
- Le rôle principal de cette plante dans le désert est la stabilisation de dunes mobiles (**Talbi et al., 2014**).
- *Oudneya africana* R. Br. est une plante saharienne de la famille Brassicaceae. C'est un arbuste avec de longues feuilles (2 à 3 cm) et des fleurs dans des racèmes courts, roses ou violettes. Cette plante, endémique de l'Algérie, de la Tunisie et du Maroc, vive dans le sol de gypse et dans la roche du désert, et répandue dans le nord du Sahara (**Quezel et Santa., 1962-1963 ; Ozenda., 1991**).
- Les (indigènes) peuples autochtone utilisent cette plante pour soigner les maladies de la peau et les piqûres de scorpion (**Ould El Hadj et al., 2003**) , et préparent également les feuilles et les graines de cette plante pour traiter les maladies du système digestif, l'arthrite, le rhume, la grippe et la fièvre (**Nabti and Belhatta., 2016**)
- selon (**Telli et al., 2016**), cette plante est utilisée pour traiter le diabète par

décoction ou poudre. Aucune étude n'a été signalée sur les polysaccharides de <i>Oudneya africana</i> R. Br. C'est à ce constat que la présente étude s'oriente vers la recherche des polysaccharides hydrosolubles de cette plante spontanée à caractère médicinale de la pharmacopée traditionnelle du Sahara septentrional Est algérien. L'étude porte sur la caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles et leur activité antidiabétique. (Mehellou et al., 2017).	
Position systématique (Quézel & Santa., 1963)	Image
Embranchement : Spermaphytes	
Classe : Dicotylédone	
Ordre : Pariétale	
Famille : Brassicaceae ou Crucifères	
Sous- Famille : Brassicoideae.	
Tribu : Brassiceae	
Sous-série : Méristémones	
Genre : Oudneya	
Espèce : <i>Oudneya Africana</i> R.Br	
Synonyme : Henophyton deserti (Coss. & Dur.)	Site web 2
Description botanique	
<i>Oudneya africana</i>, plante endémique du Sahara septentrional (Quézel & Santa., 1963) Elle se rencontre en Algérie, en Tunisie, au Maroc et en Libye. En Algérie elle se trouve dans le Mezab, El Golea, Ouargla et Biskra (Ozenda et al., 1977). La floraison s'effectue pendant l'hiver et le printemps. <i>Oudneya africana</i> R .Br. est une espèce vivace formant des bourgeons en profondeur au ras de sol (Benbrahim et al., 2015). <i>Oudneya africana</i> R. Br est une Arbrisseau très rameux. Feuilles entières, charnues-spathulées. Fleurs en grappe courte, rose pourpré, assez grandes (10-15 mm) (Quézel & Santa., 1963). Cette plante est un	

arbuste avec de longues feuilles (2 à 3 cm) et des fleurs dans des racèmes courts (**Ozenda., 1991**). Elles se développent en siliques ascendantes qui renferment plusieurs graines aillées (12 à 20), disposées en deux rangs (**Ozenda., 1991**).

Utilisation en médecine traditionnelle

- "Alga" ou "Hannet l'ibel", est le nom arabe connus *Oudneya africana* largement exploitée en Algérie et au Maroc.
- La concemation de cette espèce considérée comme un traitement fiable pour les maladie d'intestin. Leur utilisation en phytothérapie est relativement ancienne au Maroc, (**Bellakhdar., 1997**).
- Au sud Algérien, elle est aussi indiquée sous forme de pâte pour les maladies de la peau en usage externe, , mélangée avec du Henné (*Lawsonia inermis*) (**Chehma., 2006**)

Autre usage activité biologique

- Après une étude réalisée sur l'espèce d'*Oudneya africana* montre que l'isolement des fractions de l'extrait phénolique de cette plante ont fait l'objet de tests biologiques. Ces tests ont permis de mettre en évidence pour le composé Maackiaine 3-O-(6''-O-malonyl- β -glucoside) [isoflavone 7- O-(6''- O-malonyl- β -glucoside)] une activité inhibitrice de l'acylase I avec une valeur de K_i égale à 11 μ M (**Stocker et al., 2005**)
- Une autre étude a été réalisée par la même équipe de chercheurs (**Stocker et al., 2004**). Sur 15 plantes de l'Atlas Algérien. Cette dernière a permis de montrer que la plupart de ces espèces, y compris l'espèce *Oudneya africana* présentent des propriétés anti-inflammatoires.
- Les analyses antimicrobiennes ont prouvé que les extraits des stéroïdes des feuilles et les fruits empêchent la croissance des pseudomonas et montrent un large spectre antifongique (**Bouhadjera et al., 2005**).

Travaux antérieurs

- Une recherche bibliographique exhaustive réalisée sur l'espèce *Oudneya africana* a montré que cette dernière est très peu étudiée. L'étude chimique concernant cette espèce est relativement récente. Cette étude réalisée par Stocker et collaborateurs a permis de mettre en évidence la présence de trois isoflavonoïdes : Maackiaine 3-O-(6''-O-malonyl- β -glucoside) [isoflavone 7- O-(6''- O-malonyl- β -glucoside)] , Judaicine 7-O-glucoside 161 et Judaicine 7-O-(6''-Omalonylglucoside) (**Stocker et al., 2005**).
- Et une autre étude par **Smadi** montrée Les différentes méthodes d'extraction, de séparation et de purification qui ont été réalisées sur les parties aériennes de cette plante. Ces travaux ont permis l'isolement de trois composés : un acide gras ; l'acide palmitique, un stérol ; le β -Sitostérol et une saponine stéroïdique ; la β -Sitostéroline. L'élucidation des structures des différents composés est réalisée au moyen des techniques physico-chimiques modernes (RMN 1 H et RMN 13C, MS-EI, MS-ESI)

(Smadi ., 2006)

Zilla macroptera (Coss.)Maire**Présentation de la famille**

- Le genre *Zilla* Forsk. Appartient de la famille des Brassicaceae, selon Warwick et al.,2006 ce genre comportent seulement deux espèces indigènes aux régions désertiques s'étendant du Maroc à l'Arabie Saoudite (**Berhail., 2014**).
- Traditionnellement, ce genre utile dans le traitement des maladies comme les calculs rénaux (**El-Menshawi et al., 1980**) et biliaires (**Heneidy et Bidak., 2001**).

Position systématique
(Berhail., 2014)

Image

Royaume : Plantae**Sous- royaume** : Tracheobiontae**Embranchement** : Spermaphytes**Sous- Embranchement** : Magnoliophytae**Classe** : Magnoliopsida**Sous-Classe** : Dillennidae**Order** : Capparadae**Famille** : Brassicaceae**Genre** : *Zilla***Espèce** : *Zilla macroptera* (Coss.)Maire**Synonyme** : *Zilla spinosa* subsp. *macroptera* (Coss.) Maire & Weiller

(Berhail., 2014)

Description botanique

- *Zilla macroptera* (Coss.) Maire est une espèce du Sahara nord-occidental telles que Mzab, Tademaït, sud oranais et sud-est marocain.
- Cette espèce a une taille de 20 à 60 cm formant une boule très dense, glabre, épineuse, de couleur vert bleu; ses feuilles sont sessiles, charnues, en spatule, présentent sur les jeunes rameaux; ses fleurs violettes sont pratiquement sans pétiole et le fruit est une silicule à quatre ailes (**Quezel et Santa., 1962**).

Utilisation en médecine traditionnelle

- Cette espèce est utilisée essentiellement dans le traitement des troubles gastriques, contre les maux d'estomac. Elle est utilisée dans le traitement des diarrhées chez les enfants, et comme antifongique pour traiter l'eczéma, elle entre aussi pour calmer les douleurs des reins.
- C'est la plante de choix pour détoxifier le foie et le pancréas. Elle combat les nausées, active le transit et purifie l'organisme. On peut en faire des cures régulières pendant 2 à 3 semaines.
- Elle est parfois ajoutée au tabac après avoir été réduit en poudre pour en augmenter la quantité, mais cela n'apporte que des fibres en plus.
- Dans le temps, pendant la famine, les gens faisaient griller les graines, les pilaient et les rajoutaient à d'autres farines pour en augmenter le volume. Mais cela n'apportait que des fibres et pas d'éléments nourrissants (**Berreghioua., 2016**).

Tableau 8 : Taux d'usage et maladies traitées par *Z. macroptera*

	Maladies	Taux(%)
1	Troubles gastriques et maux d'estomac	47
2	Diarrhées	21
3	Douleurs des reins, de foie et de pancréas	11
4	Nausées et rhumes	7
5	Maux des voies respiratoires	6
6	Eczéma	3

Autre usage

Après plusieurs études sur la plante *zilla macroptera* et sa composition chimique, son activité biologique varie en raison de la teneur en composés phénoliques. Parmi ces composés, on peut distinguer la génistéine, qui a fait l'objet de nombreuses évaluations biologiques, a des effets anti-estrogéniques, a des effets anti-tumoraux et serait intéressante dans les maladies cardiovasculaires et les troubles liés à la **ménopause** (**Dixon and Ferreira., 2002**) Une autre molécule est l'apigénine (ou apigénol), qui possède des propriétés anti-inflammatoire et brise l'immortalité des cellules cancéreuses,

et a également la propriété de se lier à environ 160 protéines dans le corps humain (Bédard., 2008) La lutéoline est un anti-inflammatoire (Saebyeol et al., 2008) , similaire à l'apigénine, c'est un antioxydant, anti-radicalaire. IL est un puissant inhibiteur de l'angiogénèse anormale dans les cellules néoplasiques (Ko et al., 2002). Il a des effets cardiovasculaires et antispasmodiques et inhibe l'effet de l'AMP phosphodiesterase cyclique (Abdalla et al., 1994).

Travaux antérieurs

L'évaluation de *Zilla macroptera* in vitro indique un pouvoir antibactériennes important et leur fruit semblent être une source antioxydantes satisfaisantes (Berreghioua., 2016).

- Une étude phytochimique faite par (Berreghioua., 2016) pour la détection des métabolites secondaires exercé sur *Zilla Macroptera*elle ont détecté la présence des majorités des métabolites secondaires sauf les acides gras, anthraquinones, et les alcaloïdes. D'autres part la présence des tanins justifie l'utilisation de *Zilla macroptira* pour les troubles gastriques et les maux d'estomac.
- En plus sont confirmé leur test phytochimique par des tests chromatographiques avec différents extraits (Berreghioua., 2016).
- Pour détecter les différentes familles de composés existantes dans les parties étudiées de la plante on passe par des tests phytochimique par des réactions qualitatives de caractérisation. (Berreghioua., 2016).
- Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composés.
- Après avoir examiné la plante nous avons remarqué la présence de la majorité des des métabolites secondaires. En revanche, on note l'absence des acides gras, des anthraquinones, des coumarines, et des stéroïdes dans l'espèce *Zilla macroptira*.

Chapitre IV

Matériels et méthodes

1- Matériels

1.1 Matériel végétale

L'analyse phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante ont été effectuées sur trois plantes du Sahara septentrional d'Algérie : *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia* et *Zilla macroptira*.

La partie aérienne a été récoltée dans la région d'Oued Dine de la wilaya de Ghardaïa durant la période entre le mois d'Janvier et le mois de Février 2020. L'identification botanique a été faite par Pr. Abdellah KEMASSI (Laboratoire de Mathématique et Sciences Appliquées, Université de Ghardaïa). Les spécimens ont été déposés dans l'herbier de laboratoire de sciences biologiques et agronomiques (LSBA), Université Amar Thelidji.

Les plantes ainsi récoltées sont séchées à l'air libre et à l'ombre à la température ambiante pendant environ 15 jours, jusqu'à la stabilisation de leur masse. Ensuite, les échantillons broyés à l'aide d'un mortier ont été conservés verre à l'abri de la lumière et d'humidité dans des flacons en verre.

1.2 Produits chimiques

L'éthanol absolu (100%), acide sulfurique (H_2SO_4), ABTS (2, 2'-azino-bis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acide)), persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$), le DPPH (2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl), molybdate d'ammonium, 2, 4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ), ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$, chlorure de fer ($FeCl_3$), Na_2HPO_4 , KH_2PO_4 , NaOH, acide trichloracétique, acide hydrochlorique, acide acétique glaciale, carbonate de sodium, le FolinCiocalteu, le nitrite de sodium, et le chlorure d'aluminium ($AlCl_3^{3+}$). Tous les autres produits chimiques utilisés dans ce travail sont de grade analytique.

2- Méthodes

2.1 Préparation de l'extrait hydroéthanolique

20 g de la poudre végétale des trois plantes sont ajoutés dans des flacons contenant à 200 mL d'éthanol à 70% , (80% EtOH + 20% eau) .Après agitation pendant 24 heures à température ambiante, le macérat est filtré à l'aide du papier filtre. Après évaporation de l'éthanol à 45°C à l'aide d'un rotavapeur, les solutions aqueuses seront ensuite dégraissées avec de l'éther de pétrole (3: 1, v / v) afin d'éliminer les lipides et les pigments. Cette étape a été répétée trois fois.

La phase aqueuse est récupérée dans des cristallisoirs qui seront incubé à 40°C jusqu'à l'évaporation totale du solvant. L'extrait sec est dissout dans un volume approprié de méthanol pour avoir une concentration finale de 200 mg/mL.. Le rendement d'extraction (%) est déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Rd (\%)} = (\text{Masse de l'extrait sec} / \text{Masse du matériel végétal utilisé}) \times 100$$

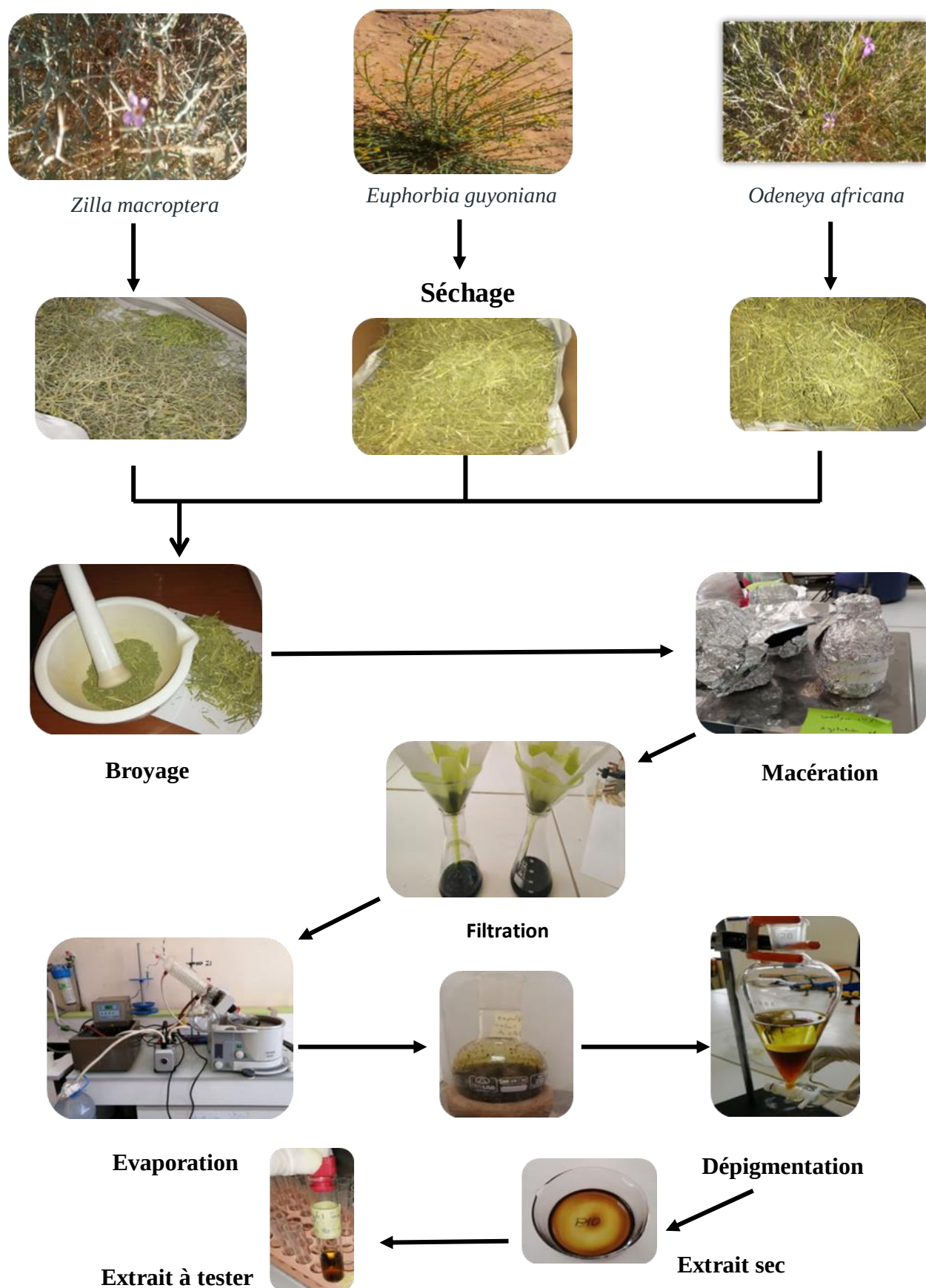


Figure 10 : Protocole expérimentale d'obtenir l'extrait à tester

2.2 Tests phytochimiques

2.2.1 Stéroïdes

Dans des tubes à essai, on introduit 5 ml de chloroforme et 5 ml de H₂SO₄ puis 500 µl de chaque extrait hydroéthanolique des plantes. La présence de stéroïdes a été indiquée par l'une des remarques suivantes :

- Changement d'une couleur du violet au bleu .
- Changement d'une couleur du violet au vert .
- Anneau de bleu/vert .

La couche supérieure devient rouge et la couche sulfurique est jaune avec une fluorescence verte (**Lerato et al., 2017**).

2.2.2 Alcaloïdes : Environ 3 ml d'extraits ont été ajoutés à 3 ml de HCl à 1 %. Ce mélange a été chauffé pendant 20 minutes. Après refroidissement des tubes, on ajoute le réactif de Mayer goutte à goutte (environ 1 mL). La formation d'un précipité de couleur verdâtre ou crème indiquait la présence d'alcaloïdes (**Lerato et al., 2017**).

2.2.3 Protéine : Test xanthoprotéique : Quelques gouttes d'acide nitrique ont été ajoutées à 2 ml d'extraits de plantes et un changement de couleur vers le jaune a été observé (**Lerato et al., 2017**).

2.2.4 Anthocyanine : Environ 2 ml des extraits de plantes préparés ont été ajoutés à 2 ml de HCl 2N et d'ammoniac. L'apparition d'une coloration rose rouge qui est devenue bleu violet indiquait la présence d'anthocyanine (**Lerato et al., 2017**).

2.2.5 Coumarine : Environ 3 ml de NaOH à 10% ont été ajoutés à 2 ml d'extraits de plantes. La formation d'une couleur jaune était une indication de la présence de coumarines (**Lerato et al., 2017**).

2.2.6 Sucres réducteurs : Test de Fehling : Deux millilitres de chaque extrait de plante ont été hydrolysés avec du HCl dilué, neutralisés avec un alcali, puis chauffés avec les solutions A et B de Fehling. La formation d'un précipité rouge était une indication de la présence d'un sucre réducteur (**Madike et al., 2017**).

2.2.7 Flavonoïde : Test de réactifs alcalins : Trois millilitres d'extrait de plante ont été traités avec 1 ml de solution de NaOH à 10%. La formation d'une couleur jaune intense était une indication de la présence de flavonoïdes (**Madike et al., 2017**).

2.2.8 Leucoanthocyanine : Environ 5 ml d'alcool isoamylique ont été ajoutés à 5 ml d'extraits de plantes. L'apparition d'une couche supérieure rouge indiquait la présence de leucoanthocyanine (**Madike et al., 2017**).

2.2.9 Glycosides cardiaques (Test de Keller-Killani) : Deux millilitres d'extrait de plante ont été traités avec 2 ml d'acide acétique glacial contenant une goutte de FeCl₃. Un anneau de couleur brune ou brun-violet sous une couche brun verdâtre indiquait la présence de glycosides cardiaques (**Lerato et al., 2017**).

2.2.10 Phlobatannins : Deux millilitres de HCl à 1 % ont été ajoutés à 3 ml d'extraits de plantes et ont été bouillis. Le dépôt d'un précipité rouge a été pris comme preuve de la présence de phlobatannines (**Lerato et al., 2017**).

2.2.11 Terpénoïdes : Environ 2 ml de chloroforme et 3 ml de H₂O₄ ont été ajoutés à 5 ml d'extraits de plantes. Une coloration brun-rougeâtre a été prise comme test positif pour les terpénoïdes (**Lerato et al., 2017**).

2.2.12 Test pour les phénols et les tanins : Test du chlorure ferrique : Deux millilitres d'une solution à 5 % de FeCl₃ ont été ajoutés à 1 ml d'extraits bruts. Une couleur noire ou bleu-vert indiquait la présence de tanins et de phénols (**Lerato et al., 2017**).

2.2.13 Composés réducteurs

Leur détection consiste à traiter 1ml de l'extrait (50 µl d'extrait + 0.95 ml méthanol) avec 2 ml de la liqueur de Fehling (1ml de solution A + 1ml de solution B), puis chauffer dans le bain marie (70°, 2 min). Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge brique (**Trease et Evans., 1987**).

2.2.14 Acides aminés : Ce test est basé sur la réaction des acides aminés avec la ninhydrine 5% (4 g ninhydrine ; 40 ml méthanol). 50 µl de l'extrait (50µl d'extrait + 0.95 ml méthanol) avec 1ml de ninhydrine. Chauffer dans le bain marie et observer le changement de couleur. La présence des aminoacides est confirmée par l'apparition d'une couleur violette (**Harbone., 1998**).

2.2.15 Phénols : A 1ml de l'extrait (50 µl d'extrait + 0.95 ml méthanol) avec quelques gouttes du chlorure ferrique FeCl₃ (5%). En présence de tanins gallique on observe une coloration bleu noire alors qu'en présence de tanins catéchique cette coloration est une brune verdâtre (**Rizk., 1982**).

2.2.16 Stérols et les triterpènes : La révélation des stérols et les triterpènes ont été mis en évidence par la méthode de Libermann. On évapore 1 ml de l'extrait brut dans une boîte de Petrie (évaporation par stérilisateur), le résidu sec est dissout par l'acide acétique nous avons ajouté 0,5 ml de l'acide sulfurique concentré. L'apparition d'un anneau rouge ou violet à l'interphase, virant au bleu puis au vert, indique une réaction positive (**Trease et Evans., 1987**).

2.2.17 Saponosides : La détection des saponosides est réalisée en ajoutant un peu d'eau distillé à l'extrait (50 µl extrait + 950 µl méthanol), puis la solution est fortement agitée. Ensuite le mélange est abandonné pendant 20 min. La teneur en saponosides est évaluée :

- Pas de mousse : test négatif
- Mousse moins de 1cm : test faiblement positif
- Mousse de 1-2 cm : test positif
- Mousse de 2 cm : test très positif (**Trease et Evans., 1987**).

2.3 Dosage de quelques constituants phytochimiques

2.3.1 Dosage des phénols totaux

Principe : Les polyphénols ont été quantifiés par spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu qui est une solution de couleur jaune ; le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (**Ribéreau-Gayon., 1968**). La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 725 et 750 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux. La quantification des polyphénols a été faite à l'aide d'une courbe d'étalonnage linéaire, réalisée dans les mêmes conditions que l'échantillon, en utilisant l'acide gallique comme standard (**Boizot et Charpentier., 2006**).

Protocole expérimentale : Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (**Singleton.V.Let al ., 1999**). Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par (**Singleton et Rossi., 1965**) en y apportant quelques modifications. Brièvement, dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 200 µl de chaque extrait a été ajouté, avec un mélange de 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois, et 800 µl d'une

solution de carbonate de sodium à 7,5 %. Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min. L'absorbance est lue à **765 nm**.

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 1000 µg/ml) (**Ali-Rachedi et al., 2018**).

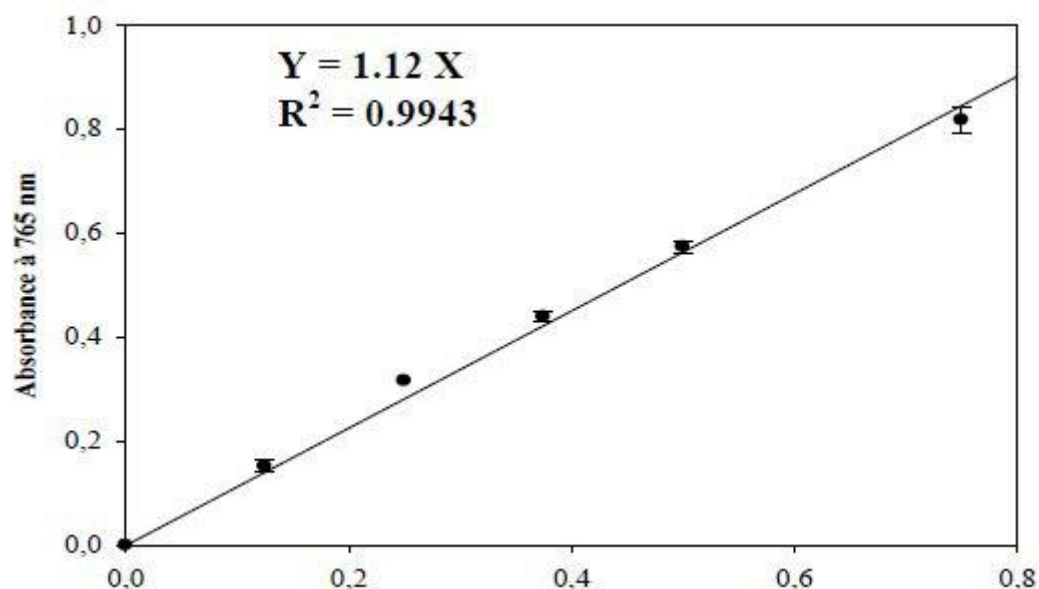


Figure 11 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

2.3.2 Dosage des flavonoïdes totaux

Principe : Le dosage des flavonoïdes totaux a été effectué par la méthode du trichlorure d'Aluminium (AlCl_3) décrite par (**Bahorum.T et al., 1996**) en utilisant le quercétine comme étalon. La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (Figure 12).

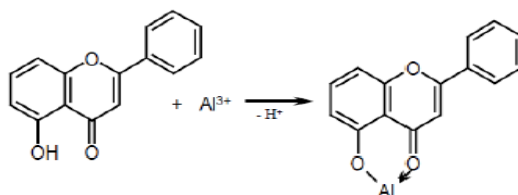


Figure 12 : Principe de réaction entre les flavonoïdes et AlCl_3 (**Ali-Rachedi et al., 2018**).

Protocole expérimentale : La teneur totale en flavonoïde des extraits est mesurée selon la méthode spectrophotométrique décrite par (Kim.D et al., 2003). 25 µl de l'extrait (100 µl l'extrait + 400µL méthanol) sont ajoutés à 300 µl de nitrite et 300 chlorure d'aluminium à 10%. Les tubes à essai sont incubés à la température ambiante pendant 5 min, puis 0,1 ml d'hydroxyde de sodium (2%) est ajouté. L'absorbance du mélange est lue à 510 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Vis. La teneur en flavonoïdes a été calculée à partir d'une courbe d'étalonnage ($y = ax + b$) réalisée par la quercétine à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les échantillons. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de quercétine par gramme de la plante.

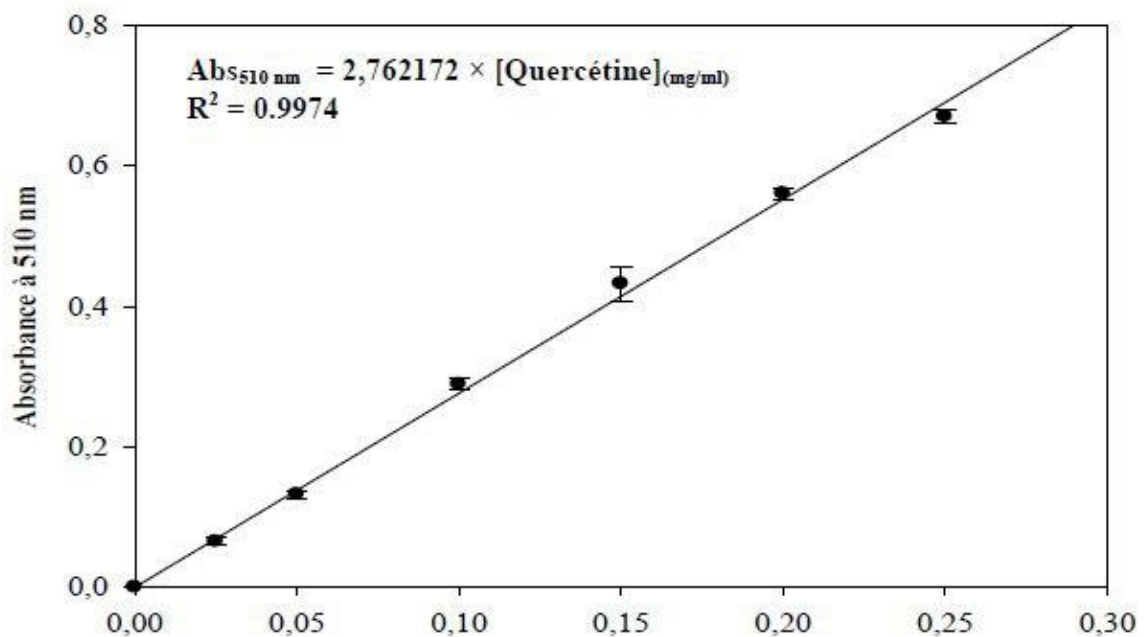


Figure 13 : Courbe d'étalonnage de quercétine (mg/ml) pour le dosage des flavonoïdes.

2.3.3 Dosage des caroténoïdes

Les extraits hydroéthanoliques des trois plantes (10 mg/mL) ont été analysés à l'aide de spectrophotomètre UV-Vis à différentes longueurs d'ondes 470, à 653 et à 666 nm. Les concentrations des caroténoïdes et des chlorophylles **a** et **b** étaient déterminées par les équations rapportées par Lichtenthaler et al.(1985) comme suit :

$$\text{Chlorophylle a (mg/ml)} = 15.65 \text{ Abs}_{666} - 7.340 \text{ Abs}_{653}$$

$$\text{Chlorophylle b (mg/ml)} = 27.05 \text{ Abs}_{653} - 11.21 \text{ Abs}_{666}$$

$$\text{Chlorophylle totaux (mg/ml)} = 1000 \text{ Abs}_{470} - 2.860CA - 129.2 \times CB / 245$$

2.4 Méthodes de dosages de la capacité antioxydante

Quatre méthodes ont été utilisées pour évaluer l'activité antioxydante et antiradicalaire des extraits hydroéthanolique des trois plantes.

2.4.1 Etude de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH

La méthode du DPPH• est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de l'espèce radicalaire stable DPPH• en présence d'un antioxydant donneur d'hydrogène (AH), qui aboutit à la formation d'une forme non-radicalaire, le DPPH-H (Figure 14).

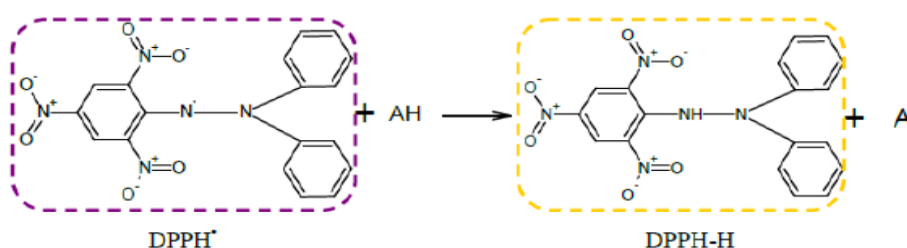


Figure 14 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (AH) (Shumaila et al., 2013).

Dans un tube à essai, une quantité de 2.9 ml de DPPH• à 100 µM (40 mg/100mL) préparé dans du méthanol pur a été ajoutée à 100 µl d'extrait méthanolique des extraits à des concentrations croissantes. Après incubation pendant 20 min à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance des échantillons est lue à l'aide d'un spectrophotomètre calibrer à 517nm (Brand-Williams.Wet al., 1995).

Le pourcentage d'inhibition est calculé à partir de la relation suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition de DPPH} = \left(\frac{\text{Abs}_c - \text{Abs}_e}{\text{Abs}_c} \right) \times 100$$

Avec :

Abs_c: Absorbance du contrôle.

Abs_e: Absorbance de l'échantillon testé.

Nos résultats ont été exprimés en tenant compte de la moyenne de deux mesures obtenues. L'acide ascorbique est utilisé comme témoins positif (substance de référence).

Les résultats sont exprimés en valeur d'IC₅₀ où la concentration inhibitrice de 50% (aussi appelée EC50 pour Efficient concentration) est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH° (Samarth et al., 2008).

Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions non linéaires des graphes tracés, représentées par pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testés.

2.4.2 Activité de piégeage des radicaux ABTS

L'activité de piégeage radical de l'ABTS a été déterminée en calculant la disparition de l'ABTS cation radical, selon la méthode de Re et *al.* ABTS (7 mM) et persulfate de potassium (2,4 mM) a été mélangé pour faire la solution de base et placé dans le sombre pendant 12-16 heures à température ambiante. Ensuite, le 248 S. Jan, et *al.* a été diluée en mélangeant 1 ml de solution ABTS+ avec 60 % de méthanol pour obtenir une absorbance de 0,708 0,800 unités à 734 en utilisant le spectrophotomètre. Pour chaque test, la solution ABTS+ a été renouvelée. Puis 1 ml d'extraits de plantes a été ajouté pour réagir avec 1 ml de la solution ABTS+ et l'absorbance a été mesurée à 734 nm. La diminution de l'absorbance a été prise après 1 minute jusqu'à 6 minutes. Ensuite, l'absorbance finale était de noté.

Le pourcentage d'inhibition du radical ABTS est calculé selon la formule suivante :

$$PI\% = [(AC - AE) / AC] \times 100$$

Où :

Ac: Absorbance de solution ABTS;

A_E: Absorbance de la solution contenant l'extrait.

La capacité antioxydante des échantillons testés a été donnée par IC₅₀, la concentration nécessaire pour une réduction de 50% de l'ABTS (Shumaila et *al.*, 2013).

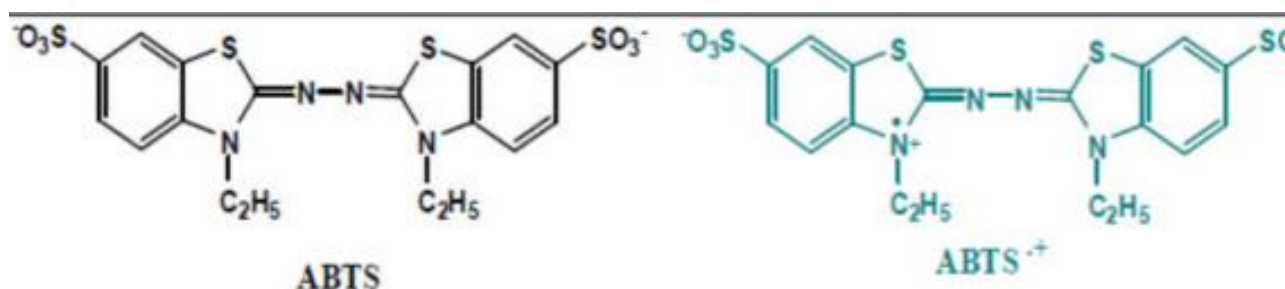


Figure 15: La forme réduite ABTS et la forme radicale de cation ABTS^{•+}.

2.4.3 Dosage du phosphomolybdate (capacité antioxydante totale)

L'analyse de la capacité antioxydante totale des échantillons a été par la méthode au phosphomolybdène. A une aliquote de 0,1 ml de la solution de l'échantillon a été secouée

avec 1 ml de solution de réactif (acide sulfurique 0,6 M, 28 mM phosphate de sodium et molybdate d'ammonium 4 mM). Les tubes à essai ont été couverts et incubés dans une bain à 95 C pendant 90 min. Après refroidissement des échantillons, l'absorbance du mélange a été mesurée à 765 nm. L'acide ascorbique a été utilisé comme étalon. La capacité antioxydante a été estimée à l'aide de la formule suivante : **(Shumaila et al., 2013)**.

Capacité antioxydant totale (%) = $[(\text{Abs de control} - \text{Abs de l'extrait}) / (\text{Abs de control})]$

Les résultats sont exprimés en valeurs IC_{50} qui est calculée à partir de la courbe d'absorbance en fonction de la concentration de l'échantillon.

2.4.4 Méthode FRAP (ferric reducing antioxidant power)

La méthode FRAP est réalisée selon le protocole décrit initialement par Benzie et Strain (1996) et modifiée par Pulido et al. (2000). Cette méthode mesure le pouvoir réducteur des antioxydants présents dans un mélange par leur capacité de réduire le tripyridyl-triazine ferrique (Fe^{3+} -TPTZ) en ferreux (Fe^{2+}) à pH acide. Une solution fraîche du réactif FRAP est préparée par mélange de 2,5 ml de la solution du TPTZ (10 mM dans 40 mM HCl) avec 2,5 ml du $FeCl_3 \cdot 6 H_2O$ (20 mM) et 25ml du tampon acétate (300 mM d'acétate de sodium, pH conduit à 3,6 par l'acide acétique). 900 μ l du réactif FRAP, préalablement incubé à 37°C, sont mélangés avec 90 μ l d'eau distillée et 30 μ l de l'échantillon (avec dilutions appropriées). La dilution finale des solutions d'échantillons dans le volume final est de 1/34. Après incubation à 37 °C pendant 30 minutes, l'absorbance a été mesurée à 593 nm contre le blanc **(Belkhiri., 2009)**. Les résultats sont exprimés en valeurs IC_{50} qui est calculée à partir de la courbe d'absorbance en fonction de la concentration de l'échantillon.

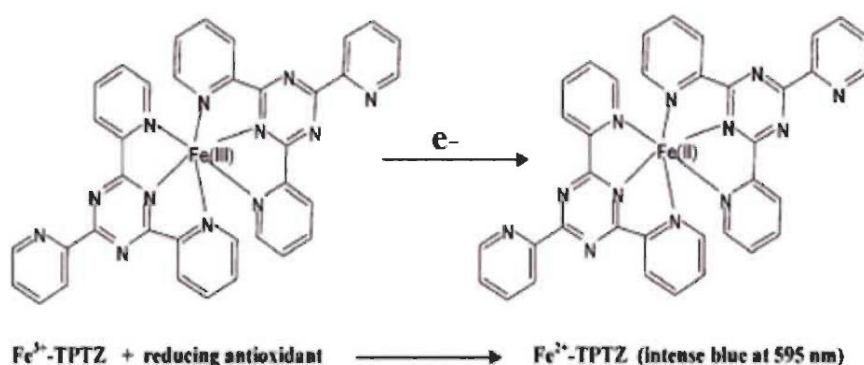


Figure 16 : Réaction de la méthode FRAP **(Prior et al., 2005)**.

2.4.5 Test du pouvoir réducteur : test FRAP

Principe de la méthode : L'activité antioxydante des extraits a été évaluée en utilisant la méthode FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible. Il est universel peut être appliqué aussi bien chez les plantes que les plasmas et dans les extraits organiques ou aqueux (Li *et al.*, 2008 ; Benzid et Litim., 2016). La présence de réducteurs dans les extraits provoque la réduction du Fe^{3+} sous forme d'un complexe ferricyanure à la forme ferreuse. Par conséquent, le Fe^{2+} peut être évalué en mesurant et en surveillant l'augmentation de la densité de la couleur bleu vert dans le milieu réactionnel à 700 nm. En d'autre terme, le système $\text{FeCl}_3/\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ confère à la méthode la sensibilité pour la détermination « semi quantitative » des concentrations des polyphénols, qui participent à la réaction redox (Amarowicz *et al.*, 2004).

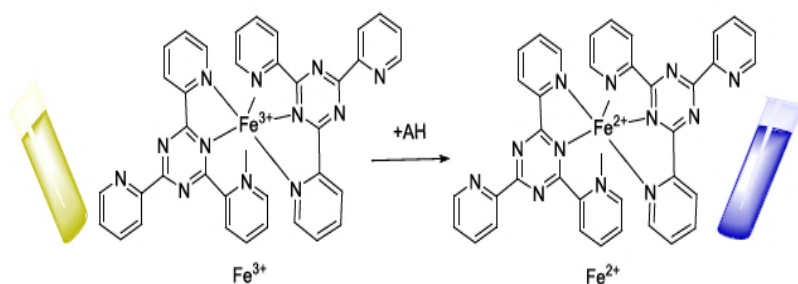


Figure 17 : mécanisme réactionnel du teste de FRAP.

Protocole expérimentale : Le pouvoir réducteur des extraits méthanoliques des trois plantes a été déterminé par la méthode d'Oyaizu (1986) modifiée. Dans des tubes en verre, 50 μl d'extrait de différentes concentrations ont été ajoutés dans un mélange de 1 ml de ferricyanure de potassium ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) à 1% et 1 ml d'une solution tampon phosphate à 1 M (pH= 6). Après incubation des tubes à 50°C pendant 20 min, 1 ml d'acide trichloracétique à 10% ont été ajoutés afin d'arrêter la réaction. 1 ml de cette solution a été ajouté à 1 ml d'eau distillée et 0.2 ml d'une solution de chlorure de fer (FeCl_3) à 0.1%.

L'absorbance des différents échantillons est lue à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à 700 nm contre un blanc. L'acide ascorbique est utilisé comme standard.

2.5 Analyses des données

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne $\pm$ écart type (n=2). Les courbes d'étalonnages et des activités antioxydante et antiradicalaire des extraits méthanoliques des 3 plantes et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) sont effectuées à l'aide du logiciel SigmaPlot (SigmaPlot for Windows Version 11.0, Copyright 2008 Systat Software, Inc.).

Chapitr V : Résultats et discussion

1. Rendement d'extraction

L'éthanol est connu comme un bon solvant pour l'extraction des polyphénols et ne présente aucun danger pour la consommation humaine. L'éthanol aqueux permet aussi l'obtention des extraits ayant une activité antioxydante élevée (**Do et al., 2013**). Par conséquent, nous avons utilisé également ce solvant pour la préparation des extraits bruts de nos plantes.

D'après le tableau (9), le rendement d'extraction des composés phénoliques est plus élevé pour *Oudneya africana* et *Euphorbiaguyoniana* (14.5-16.2%) mais faible pour *Zilla macroptera* (7.6%).

Tableau 9 : Rendement des différentes extractions des trois plantes étudiées.

Plante	Rendement d'extraction (%)
<i>Oudneya africana</i>	16.24%
<i>Euphorbiaguyoniana</i>	14.50 %
<i>Zilla macroptera</i>	7.62%

Dahane (2017) et **Berreguioua (2016)** ont obtenu respectivement des rendements d'extraction très faibles, 0,41 et 1,17%, pour *Zilla macroptera* avec l'hexane et le chloroforme. Par contre **Zebidi et Seghieiri (2018)** ont obtenu des résultats comparables de 13,49% d'une extraction aqueuse.

D'après les résultats trouvés par d'autres auteurs qui ont utilisé d'autres solvants d'extraction, on constate que l'éthanol aqueux donne le rendement d'extraction le plus élevé pour les mêmes plantes étudiées (**Djaber et Kherraz., 2016 ; Kemassi et al., 2019 ; Boumaza., 2019**).

2. Tests phytochimiques

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles des composés existantes dans la plante par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composé. Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques effectués sur les extraits de *Zilla macroptera*, d'*Oudneya africana* et d'*Euphorbia guyoniana* sont reportés dans le Tableau 10. Nous remarquons que les composés phénoliques, les flavonoïdes, les caroténoïdes, les acides aminés, les coumarines et les glycosides cardiaques sont présents en quantité plus ou moins importante dans tous les extraits. On note une absence totale des saponosides, des sucres réducteurs et des alcaloïdes chez toutes les plantes.

Nous avons également détecté seulement la présence des quinones libres et des anthraquinones chez *Euphorbia guyoniana*.

Tableau 10 : Les résultats des tests phytochimiques sur les trois plantes étudiées.

Constituant phytochimique	<i>Euphorbia guyoniana</i>	<i>Odeneya africana</i>	<i>Zilla macroptera</i>
Composés phénoliques	++++	+++	++
Flavonoïdes	+	+	+
Sucres réducteurs	-	-	-
Alcaloïdes	-	-	-
Caroténoïdes	+	+++	++
Acides Aminés	++	++++	+++
Stérols et triterpènes	-	++++	++
Coumarines	+++	++	+++
Xanthoprotéine	+	++	++
Glycosides cardiaques	+++	++++	++
Phlobotanins	-	++	+
Saponines	-	-	-
Quinones libres	++++	-	-
Antraquinone	+	-	-
Anthocyanes	++	+++	-
Résines	-	+	-
- : Test négatif + : Test faiblement positif ++ : Test positif +++ : Test fortement positif			

Les résultats des teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes des extraits méthanoliques des trois plantes étudiées sont regroupés dans le Tableau 11. On remarque qu'*Euphorbia guyoniana* est la plus riche en polyphénols totaux et en flavonoïdes tandis que *Oudneya africana* est la plus riche en caroténoïdes.

Tableau 11 : Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et en caroténoïdes des extraits méthanoliques de trois plantes.

Plante	Polyphénolstotaux (mg EAG/ g _{Residu sec})	Flavonoïdes totaux (mg EQ/100g)	Caroténoïdes (mg/mL)
<i>Euphorbia guyoniana</i>	640.00±34.34	129.42±1.27	370.70±7.89
<i>Oudneya africana</i>	402,85±60,60	92.31±6.39	1047.42±42.57
<i>Zilla macroptera</i>	170.47±4.71	20.54±1.40	643.08±29.52

EAG : Equivalent Acide Gallique,

EQ : Equivalent Quercétine

Bouchouka et al. (2012) et **Bouchouka (2016)** ont signalé respectivement que la teneur de *Zilla macroptia* en polyphénol est 2.60 et 432.94mg EAg/g en utilisant le méthanol comme solvant d'extraction.

Selon **Hajlaoui et al. (2019)** et **Seghieiri et Zebidi (2018)** la teneur en polyphénol totaux de *Oudneya Africana* varie selon la nature du solvant d'extraction utilisé et est comprise entre 19.35et 661,66 mg GAE /g.

Mahomoodally et al. (2020) ont trouvé que les teneurs en flavonoïdes de l'extrait méthanolique d'*Euphorbiaconvululoide*, *Euphorbia heterophlla* et *Euphorbia hirta* sont respectivement, 68.98, 38.78, et 65.35 mg QE/g.

D'après les résultats trouvés par **Bouchouka et al. (2012)**, le méthanol s'est avéré être un bon solvant d'extraction des flavonoïdes (119.48 mg QE/g) pour *Zilla macroptera*.

La teneur en flavonoides d'*Oudneya africana* est dans la gamme des teneurs trouvés par d'autres auteurs (**Nabti et Belhattab, 2016 ; Seghieiri et Zebidi., 2018 ; Hamed Hajlaoui et al., 2019**) (3,97-344,68 mg QE / g).

Nous pouvons dire que le solvant d'extraction ainsi que l'espèce végétale utilisée influent sur les teneurs en flavonoïdes et en polyphénols totaux.

Tableau 12 : Les valeurs d'IC₅₀ des activités antioxydantes de l'extrait hydroéthanolique de trois plantes médicinales et de l'acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS, FRAP_(Bleu de prusse), Phosphomolybdate d'ammonium et FRAP_(TPTZ).

Plante	DPPH (IC ₅₀ ; mg/ml) ^a	ABTS (IC ₅₀ ; mg/mL)	Phosphomolybdate d'ammonium (IC ₅₀ ; mg/mL)	FRAP _(TPTZ) (IC ₅₀ ; mg/mL)	FRAP _{Bleu de prusse} (IC ₅₀ ; mg/mL)
<i>Euphorbia guyoniana</i>	0.16±0.00	0.08±0.00	1.04±0.4	0.27±0.01	0.49±0.00
<i>Oudneya africana</i>	0.05±0.00	0.10±0.00	0.83±0.22	0.39±0.03	1.24±0.01
<i>Zilla macroptera</i>	0.32±0.02	0.42±0.03	1.61±0.22	1.06±0.07	7.83±0.02
Acide ascorbique	0.12	0.0016	0.096±0.00	0.08	0.08

Tableau 13 : Les résultats de l'analyse de corrélation entre les teneurs des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des caroténoïdes et les tests de l'activité antioxydante des trois extraits hydroéthanoliques des plantes étudiées.

	DPPH	ABTS	Phosphomolybdate d'ammonium	FRAP _(TPTZ)	FRAP _{Bleu de prusse}
Polyphénol totaux	0.027	0.92	0.33	0.99	0.97
Flavonoïdes	0.12	0.99	0.51	0.99	0.88
Caroténoïdes	0.70	0.016	0.26	0.093	0.29

3. Test de piégeage du radical libre DPPH

L'activité antioxydante des extraits hydroéthanolique des trois plantes étudiées et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violet (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517 nm. (Serigne et al., 2017).

Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances antiradicalaires. Les résultats du pouvoir antioxydant des extraits testés montrent que le pourcentage d'inhibition des extraits d'*Oudneya africana* et d'*Euphorbia guyoniana* est supérieur à 90% à des concentrations de l'ordre de 0.1 et 0.4 mg/mL respectivement (Figure 18).

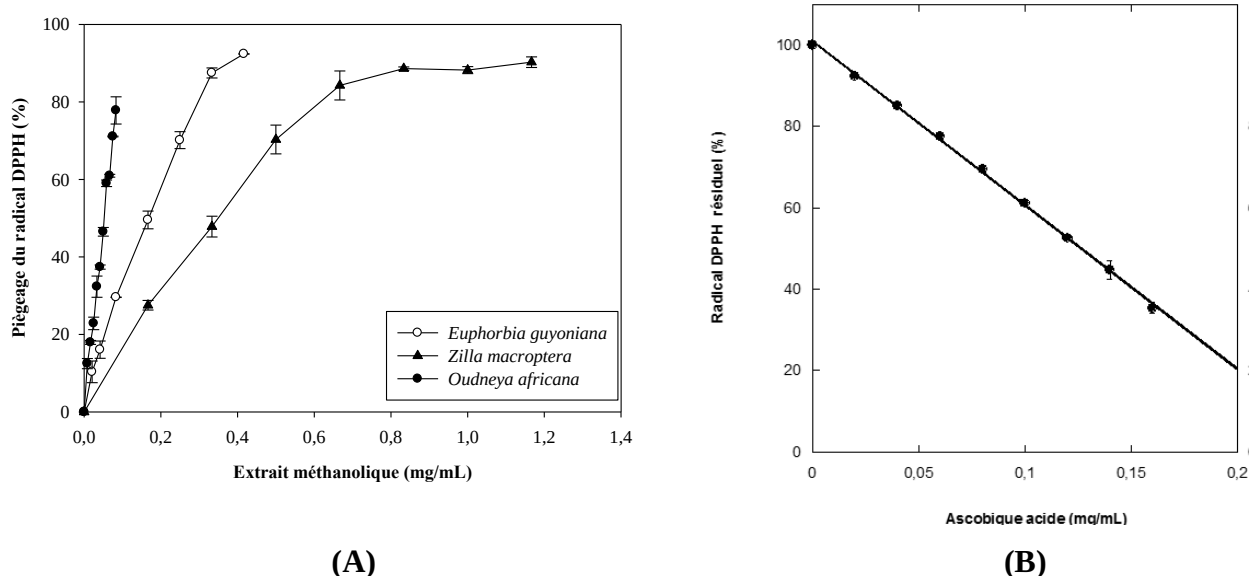


Figure 18 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH^{*} en fonction des concentrations des extraits hydroéthanolique de trois plantes médicinales (A) et de l'acide ascorbique (B).

Les valeurs IC₅₀ déterminées en mg/ml expriment la concentration efficace de l'extrait antioxydant nécessaire pour le piégeage et la réduction de 50% de moles de DPPH en dissolution dans du méthanol (Tableau 12). Selon les résultats enregistrés, l'extrait hydroéthanolique d'*Oudneya africana* est doté d'un pouvoir antioxydant le plus élevé, avec une valeur IC₅₀ de 50 µg/mL et plus élevée également que celle d'acide ascorbique (IC₅₀ = 0,1 mg/mL). La réduction et la décoloration du radical DPPH par les extraits des trois plantes est due en raison de leur capacité à céder l'hydrogène.

D'après l'analyse de corrélation, on peut dire que les caroténoïdes sont probablement les principaux responsables de l'activité antioxydante ($R^2 = 0.70$).

Nos résultats sont en accord avec les travaux menés sur les extraits méthanoliques des feuilles et des tiges d'*Euphorbia retusa* (Lahmadi et al., 2019). Ces auteurs ont trouvé que les valeurs IC_{50} du piégeage du radical DPPH par les extraits méthanoliques des tiges et des feuilles d'*Euphorbia retusa* sont respectivement 0,22 et 0,28 mg/mL.

4. Activité de piégeage du radical ABTS

L'activité de piégeage est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical libre $ABTS^+$ (Figure 19). Activité de piégeage de l'ABTS par les trois extraits hydrométhanoliques est faible par rapport à celle observée avec l'acide ascorbique.

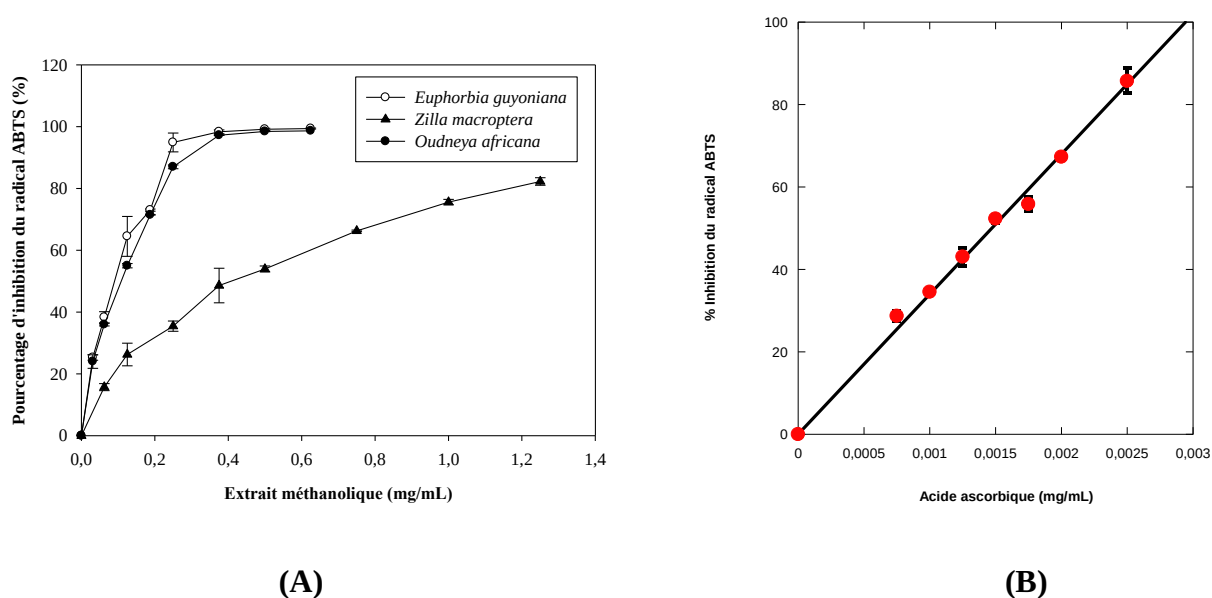


Figure 19 : Courbes représentant la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extraits hydroéthanoliques de trois plantes médicinales (A) et de la concentration d'acide ascorbique (B).

Lahmadi et al. (2019) ont signalé que les valeurs IC_{50} du piégeage du radical ABTS par l'extrait méthanolique des tiges et des feuilles d'*Euphorbia retusa* sont respectivement 91.45 et 126.75 $\mu\text{g/mL}$. Ces valeurs sont plus ou moins proches par rapport à notre valeur trouvée pour l'*Euphorbia guyoniana* (80 $\mu\text{g/mL}$). Le pouvoir antiradicalaire vis-à-vis du radical ABTS des extraits d'*Euphorbia guyoniana* et d'*Oudneya africana* est comparable à celui mesuré avec l'extrait acétonique d'*Euphorbia golondrina* ($IC_{50} = 95.61 \mu\text{g/mL}$) (Ndam et al., 2016). D'après le Tableau (13), on remarque une très bonne corrélation entre les teneurs des

plantes en polyphénols totaux et en flavonoïdes et l'activité de piégeage du radical ABTS⁺ (R^2 0.92-0.99).

5. La capacité antioxydante totale : méthode de phosphomolybdate

Le principe de base du test phosphomolybdate est la réduction du Mo (IV) en Mo (V) par les substances antioxydantes et la forme réduite du Mo forme un complexe avec le phosphate en milieu acide et à température élevée formant ainsi une solution de couleur vert foncé (Majid et al., 2015).

A partir des résultats indiqués dans la Figure 20, on s'aperçoit que tous les extraits des différentes plantes, exhibent une activité antioxydante remarquable qui augmente avec l'augmentation de leur concentration. Sur l'ensemble des résultats, on constate aussi que l'extrait hydroéthanolique d'*Oudneya africana* présente la plus grande valeur d'activité antioxydante par rapport aux deux autres espèces.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par (Pracheta et al., 2011). Ces auteurs ont trouvé que l'extrait hydroéthanolique d'*Euphorbia neriifolia* à une valeur IC_{50} égale à 0.7 mg/mL.

Il existe une corrélation significative entre la capacité antioxydante totale et les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes (Tableau 13). Cette méthode permet non seulement de quantifier l'apport de l'activité antioxydante des polyphénols mais aussi d'autres composés antioxydants tels que les vitamines (C, E...).

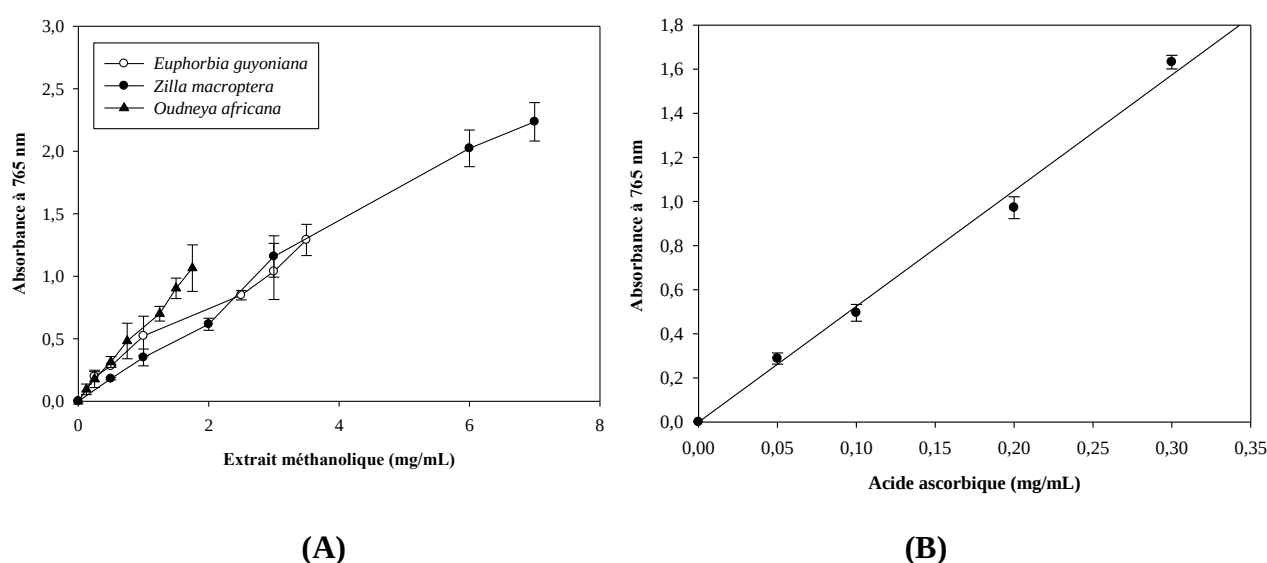
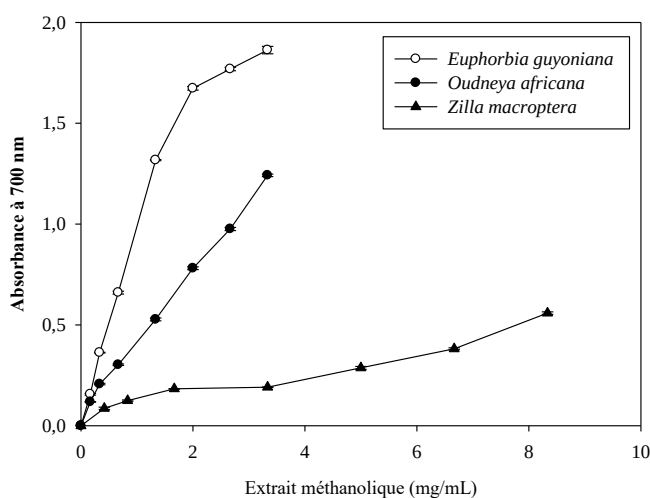


Figure 20 : Résultats de la réduction du molybdate par les extraits méthanoliques de trois plantes médicinales (A) et de l'acide ascorbique (B).

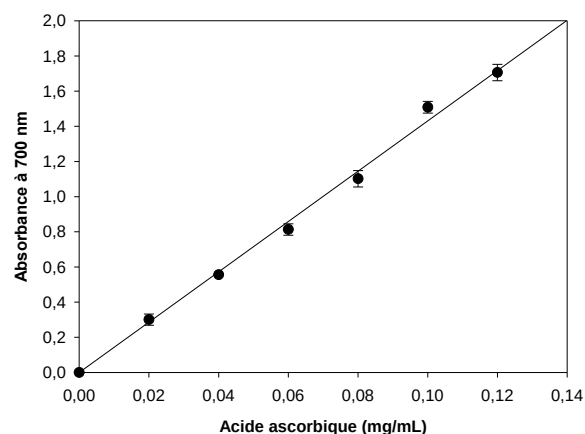
6. Le pouvoir réducteur (FRAP ; ferrucyanure)

Le test du pouvoir réducteur est basé sur la réduction du complexe F^{3+} /Ferricyanate en F^{2+} en présence des réducteurs (antioxydants) dans les échantillons testés. Le Fe^{2+} a été détecté par mesure spectrophotométrique de la formation de bleu de Prusse à 700 nm (Figure 17) (Chung et al., 2002).

La Figure (21) (A et B) montre le pouvoir réducteur des extraits hydroéthanolique des trois plantes et de l'acide ascorbique qui augmente en fonction de leur concentration. D'après les résultats indiqués dans le Tableau (12), on remarque que l'extrait hydroéthanolique d'*Euphorbia guyoniana* a le pouvoir réducteur le plus élevé par rapport aux autres extraits ($IC_{50} = 0,49$ mg/mL) qui est due probablement à sa richesse en composés phénoliques et flavonoïdes qui peuvent servir comme donneur d'électrons (Siddhuraju et Becker., 2007). Ces résultats obtenus montrent que la capacité des extraits de réduire le Fer est largement inférieure à celle de l'acide ascorbique ($IC_{50} = 0,08$ mg/mL).



(A)



(B)

Figure 21: Résultats du pouvoir réducteur du fer par les extraits hydroéthanoliques de trois plantes médicinales (A) et de l'acide ascorbique (B).

7. Test FRAP (TPTZ)

La capacité des extraits hydroéthanoliques des trois plantes à réduire les ions ferriques a été déterminé à l'aide du test FRAP. Le changement de l'absorbance à 593 nm est dû à la formation d'un complexe coloré bleu Fe^{2+} -tripyridyltriazine (TPTZ) à partir de la forme incolore oxydée Fe^{3+} sous l'action des antioxydants donneurs d'électrons.

D'après la Figure (22), on constate que les extraits hydroéthanoliques d'*Euphorbia guyoniana* et d'*Oudneya africana* ont un pouvoir réducteur du Fe^{3+} le plus élevé par rapport à l'extrait de *Zilla macroptera*. Par conséquent, ces deux plantes sont riches en composés donneurs d'électrons.

D'après le Tableau (13), les résultats du test FRAP sont fortement corrélés avec les teneurs en polyphénols totaux et les flavonoïdes qui sont des donneurs d'électrons (Moukette et al., 2015).

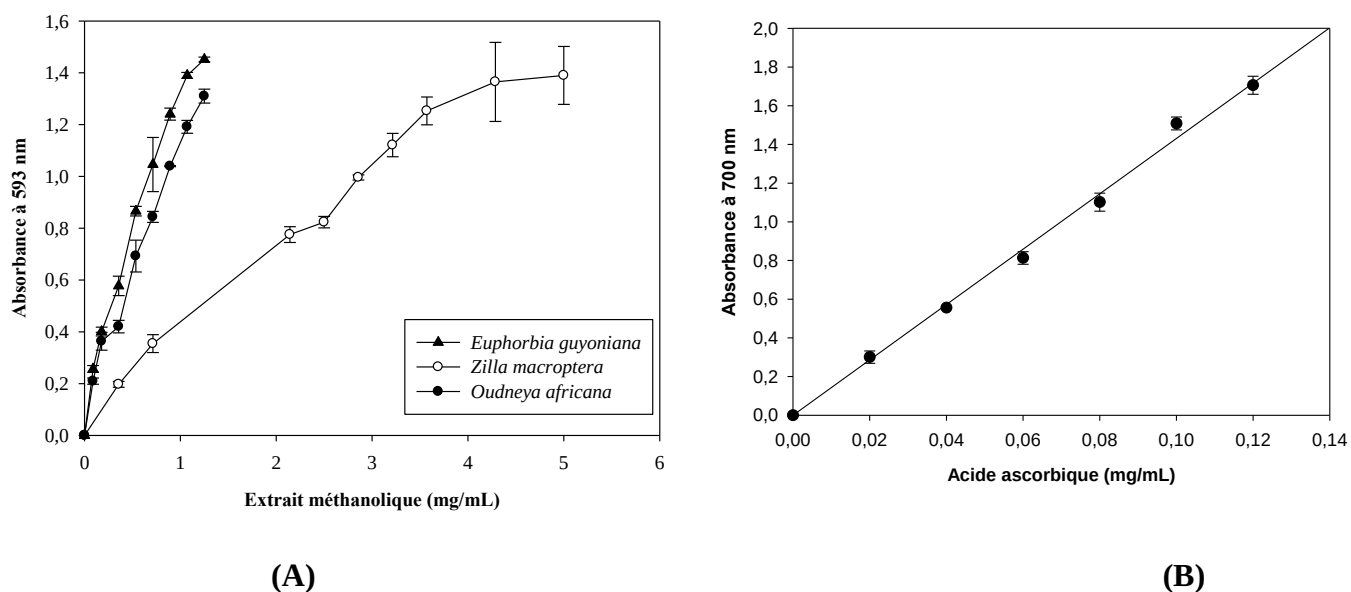


Figure 22: Résultats de la réduction du complexe fer ferrique tripyridyl tétriazine (TPTZ- Fe^{3+}) par les extraits méthanoliques de trois plantes médicinales (A) et de l'acide ascorbique (B).

Chapitre VI :
Conclusion et
Perspective

Au cours de notre travail, qui s'inscrit dans le cadre d'une étude de l'activité antioxydante des plants médicinaux du sud Algérien, nous avons commenté les études concernant les familles des plantes à savoir l'usage populaire de ses espèces, leurs substances isolées en s'appuyant la recherche bibliographique sur les trois espèces (*Oudneya Africana*, *Euphorbia guyoniana* et *Zilla macroptera*) faisant l'objet de notre investigation.

Notre investigation s'est portée sur le dosage qualitatif et quantitatif des antioxydants présents dans ces trois plantes et elle aboutit aux conclusions suivantes ;

Les teneurs en composés phénoliques totaux révèlent que la teneur la plus élevée des polyphénols est constatée dans la fraction méthanolique du *Euphorbia guyoniana* ($640.00 \pm 34.34 \mu\text{g} / \text{mg}$). En deuxième lieu on a le dosage des flavonoïdes qui a démontré que l'extrait méthanolique du *Euphorbia guyoniana* présente la valeur la plus élevée $129.42 \pm 1.27 \mu\text{g} / \text{mg}$. Par la suite, l'activité antioxydante des trois extraits a indiqué que l'activité antiradicalaire (DPPH) est supérieure dans l'extrait du *Oudneya Africana* avec une IC_{50} minimale équivalente à $0.05 \pm 0.00 \mu\text{g} / \text{mg}$.

De plus, nous avons constaté pour l'activité antioxydante par la méthode de FRAP (ferucyanure) que l'extrait du *Euphorbia guyoniana* avait l'activité la plus élevée ($\text{IC}_{50} = 0.49 \pm 0.00 \mu\text{g} / \text{mg}$). Ensuite, nous avons trouvé pour l'activité antioxydante par la méthode de FRAP (tptz) que l'extrait du *Euphorbia guyoniana* avait l'activité la plus élevée ($\text{IC}_{50} = 0.27 \pm 0.01 \mu\text{g} / \text{mg}$). Concernant l'effet scavenger (ABTS), la fraction du *Euphorbia guyoniana* présente ainsi l'activité la plus élevée ($\text{IC}_{50} = 0.08 \pm 0.00 \mu\text{g} / \text{mg}$). Pour le teste de Phosphomolybdate d'ammonium l'extrait de *Oudneya africanaa* présenté le meilleure pouvoir réducteur avec un $\text{IC}_{50} = 0.83 \pm 0.22 \mu\text{g} / \text{mg}$

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous avons conclu que *Oudneya Africana*, *Euphorbia guyoniana* et *Zilla macroptera* sont riches en phénols totaux et flavonoïdes

Comme perspectives il reste à compléter ce travail par l'investigation de :

- L'étude des possibles activités biologiques de ces extraits afin de mettre en évidence d'éventuelles activités : anti-inflammatoire, antimicrobienne.
- L'inclusion d'autres paramètres pour l'optimisation de l'extraction des antioxydants.
- La caractérisation des composés actifs dans les différents extraits en vue d'identifier les différentes molécules responsables des différentes activités biologiques de ces deux plantes.
- L'ensemble de ces résultats obtenus *in vitro* ne constitue qu'une première étape dans l'investigation du pouvoir antioxydant de ces deux plantes ; une étude *in vivo* est souhaitable, pour obtenir une vue plus approfondie sur leurs effets.

***Références
Bibliographiques***

- **(Abdalla.S ., Abu Zarga.M. and Sabri.S .,1994).**,"Effects of the flavone luteolin, isolated from *Colchicum richii*, on guinea-pig isolated smooth muscle and heart and on blood pressure and blood flow. *Phytotherapy Research*, Volume 8, Issue 5, pages 265–270, August.
- **(Abudunia.A.,2018).** Etude Phytochimique, Screening Biologique Et Pharmacologique Des Fleurs De *Calendula Arvensis* .Thèse de doctorat. Université Mohammed v - rabat faculté de medecine et de pharmacie.
- **(Ahmed.A.A. Gherraf.N. El-Bassuony.A.A., Rhouati.S ., Gad.M.H ., Ohta.S ., Hirata.T. 2006) .,** *Guyonianin A and B*, 2 polyester diterpenes from Algerian *Euphorbia guyoniana*. *Natural Product Communications*, 1, 273-279.
- **(Alain MASSART.,2011).**, Supplémentation en oméga 3 et antioxydant et stress oxydant au cours d'un entraînement de judo. Université D'orléans École Doctorale De Sciences Et Technologies.These de doctorat .page39-41.
- **(Amarowicza.R., Peggb.R.B. , Rahimi-Moghaddamc.P., Barld.B. , Weil.J.A.,2004).**,Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies.,84 (2004) 551–562.
- **(Ali-Rachedi .F et al.,2018).**,bulletin de la société royale des sciences de Liège, quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atropurpurea sub.Maitima L.*Vol.87,p.13-21.
- **(Azza M., Abdel.Aty., Mohamed Belal Hmed .,Walaa H. Salama., Mamdouh M.Ali ., Afaf S .Fahmy ., Saleh A .Mohamed., July 2019).**,*Ficus carica*, *Ficus sycomorus* and *Euphorbia tirucalli* latex extracts: Phytochemical screening, antioxidant and cytotoxic properties., Volume 20, , 101199.
- **(Bahorum.T.,Gressier.B.,Trotin.F.,Brynete.C.,Dine.T.,Vasseur.J.,Gazi.M.,1996).**, oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations.46,1086-1089.
- **(Baira.K et Tourbi.M.,2018).** Étude phytochimique et propriétés antioxydantes de l'extrait méthanoïque de quelques variétés de dattes d'Algérie . Université Amar Telidji Laghouat.
- **(Bédard.V.,2008) .,** "Les propriétés anti-angiogéniques des flavonoïdes". Mémoire de maîtrise en chimie. Université du Québec à Montréal, Canada.

- **(Belbache.H.,2003).** Investigation phytochimique de l'extrait chloroforme de *Centaurea Parviflora Desf*, mémoire de magister en chimie organique, université Mentouri Constantine. p 16-20.
- **(Belkhiri.F.,2009).** Université Farhat Abbas –Setif.,Mémoire de magister.,Activité antimicrobienne et antioxydante des extraits du *Tamus communis* L.et *Carthamus caeruleus* L.
- **(Bellakhdar.J., 1997).** Médecine arabe ancienne et savoir populaires. La pharmacopée marocaine traditionnelle, Ibris Press, 213-224.
- **(Ben Ahmed .I.,2017).**activité antioxydante de l'extrait hydroéthanolique et ses fraction des racines de l'*Arbutus Unedo.*,Université Abou Bekr Belkaïd -Tlemcen.
- **(Benbrahim.B.K., Chloufi.H ., Madani.H ., & Eddoud.A .,2015).** La flore de
- **(Benzid, A. and N. Litim.,2016).** Etude comparative de l'activité antioxydante de deux variétés d'*Ocimum basilicum* L. cultivées dans plusieurs régions d'Algérie.
- **(Berhail Boudouda Houria Épouse Bourouissa., 2014).** Etude phytochimique et biologique des espèces *Biscutella raphanifolia*, *Zilla macroptera*, *Inula graveolens* et *Inula viscosa*, Université Constantine Faculté des sciences Exactes Département de chimie, 36.
- **(Bohannon.R.A., Miller.D.G. & Diamond, H.D.,1963).** Vincristine in the treatment of lymphomas and leukemias. Cancer Res. 23, pp. 613-621.
- **(Boubekeur.H.,2019).** activité biologiques d'*Helichrysum stoechas.*, thèse de doctorat ., université Farhat AAbas stif..
- **(Bouhadjera.K ., Kebir.T ., Baba-Ahmed.A ., Bendahou.M .,2005).** Anti-microbial activity of the sterols and steroids Extracted from the Algerian *Oudneya africana* R .BR .,Pakistan journal of biological sciences, Vol. 8(6), 834-838.
- **(Bourgaud.F., 2013) :** Les questions et travaux de recherche nécessaires au développement de la filière ; Exemple de l'apport des sciences cognitives à la production/valorisation des métabolites secondaires d'intérêt, Unité Mixte de Recherche 1121 Université de Lorraine- INRA, Nancy-Colmar), Fondateur de la société Plant Advanced Technologies, Nancy.
- **(Bouzabata.A.,2016).** Springer link .Les médicaments à base de plantes en Algérie: réglementation et enregistrement. Phytothérapie.

- **(Boumaza.,2019).**,SarahEvaluation de l'effet des extraits flavonoïques et des huiles essentielles d'Euphorbia guyoniana sur les bactéries pathogènes d'origine tellurique. Thèse de Doctorat.Universite M'hamed Bougara- Boumerdes.page 64
- **(Bouchouka ELmouloud., Abdelouaheb Djilani ., Abdesselem Bekkouche.,2012)** .,Antibacterial and antioxidant activities of three endemic plants from Algerian Sahara. LSBO, Department of Chemistry, Annaba University, Algeria .,Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 11(1) 2012, 61-65.,.page 63-64
- **(Bouchouka Elmouloud.,2016).**, Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes. Universite Badji Mokhtar –Annaba.thèse de doctorat.page de 67 a 72
- **(Boussahel S., 2011).**, Étude biochimique et histologique de l'effet de quelques extraits des plantes toxiques dans la région de Sétif. Université Ferhat Abbes. Sétif. p 74.
- **(Branislav Ruttkay-Nedecky, Lukas Nejd, Jaromir Gumulec, Ondrej Zitka, Michal Masarik, Tomas Eckschlager, Marie Stiborova, Vojtech Adam, and Rene Kizek.,2013).**The Role Of Metallothionein In Oxidative Stress .international jornal of molecular science. 14(3): 6044–6066.
- **(Brand-Williams.W., Cuvelier.M.E .,Berset.C.,1995).**, Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie 28, 25–30.
- **(Brieger.K ., Schiavone.S ., Miller.Jr, F. J., & Krause.K.H.,2012).**Reactive oxygen species: from health to disease. *Swiss medical weekly* ; 142, w13659.
- **(Bruneton.J.,1993).**, Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 2ème édition, lavoisier Techniques et Documentation, paris.
- **(Bruneton.J.,1993).**, Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 2ème édition,lavoisier Techniques et Documentation, paris.
- **(Carange.J.,2010).**,Université du Québec à Trois-Rivières.,Rôle Antioxydant Et Anti-Apoptotique Des Brassinostéroïdes, Une Nouvelle Stratégie De Neuroprotection.
- **(Camille Migdal et Mireille Serres.,2011).**,Espèces réactives de l'oxygene et stress oxydant.université lyon 1, EA 41-69, laboratoire de recherche dermatologique ,pavillon R Hôpital Edouard Herriot,69437 lyon Cedex 03,France.volume 27 :405-12.page 406-411.

- **(Céline Bourcier.,2015).**Biosynthèse hétérologue de l'Orange Carotenoid Protein chez *Escherichia coli*. THÈSE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY, préparée à l'UNIVERSITÉ PARIS-SUD page 36.
- **(Chabrier.J.,2010).**,Universite Henri Poincare - Nancy 1.Thèse de doctorat .plantes Médicinales Et Formes D'utilisation En Phytothérapie.
- **(Chehma.A., 2006).**, Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien, Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides, Université de Ouargla, 2005/2006, 146 p. (en cours d'édition.
- **(Chouya Boutheyna et Boudina Nora.,2019)** Plantes médicinales et traitement anti cancer dans la région steppique du Hodna (M'sila). UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA.page 10-13.
- **(Collin.S ; Crouzet.J.,2011)** : Polyphénols et procédés,Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agroalimentaires ,Ed, Lavoisier ,p6-17.
- **(Corea.G ., Fattorusso.E ., Lanzotti.V ., Tagliata-Scafati.O ., Appendino.G ., Ballero.M ., Simon.P.N ., Dumontet.C ., Di Pietro.A .,2003)** ., Jatrophone diterpenes as Pglycoprotein inhibitors. First insights of structure–activity relationships and discovery of a new powerful lead. *J. Med. Chem.* 46, 3395–3402.
- **(Daglia M.,2011).**Polyphenols as antimicrobial agents. *Curr Opin Biotechnol*, 23, 1-8. Dalle-Donne I, Rossi R, Giustarini D, Milzani A, Colombo R. (2003). Protein carbonyl groups as biomarkers of oxidative stress. *Clinica Chimica Acta*, 329, 23-38.
- **(Dahane Née Rouissat Lineda .,2017).**, Etude des effets nématocides et molluscides des extraits de quelques plantes sahariennes ,these de doctorat .Université d'oran Ahmed ben bella ,Page 160.
- **(Dangoumau.J.,2006).** Pharmacologie générale. Edition 2006 Département de pharmacologie.Universite.Victor.Segalen.Bordeaux.2.<http://www.scribd.com/doc/24947187/pharmacologie-generale>.
- **(Do Q D, Angkawijaya A E, Tran-Nguyen P L, Huynh L H, Soetaredjo F E, Ismadji S, JY-H. 2013).** Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoidscontent, and antioxidant activity of *Limnophila aromatic*. *Journal of Food and DrugAnalysis*, xxx 1-7.
- **(Dai J, Mumper R.J. 2010).** Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*; 15:7313-752.

- **(Dixon R.A. and Ferreira.D.,2002).**, "Molecules of Interest: Genistein".
Phytochemistry; 60(3): 205- 211.
- **(Djaber Hana et Kherraz Mouna .,2016).**,Effet de la phytothérapie sur les modifications métaboliques et histologiques des certaines plantes médicinales sur l'envinération scorpionique. Université Echahid HammaLakhdar.page 44
- **(Dröge.W.,2002).** Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* .2002 ; 82 : 47-95.
- **(Dufour.Claire ,Loonis Michèle Dangles Olivier, O.,2007).**, Inhibition of the peroxidation of linoleic acid by the flavonoid quercetin within their complex with human serum albumin.volume 43.
- **(Duarte.TL, Jones.GDD.,2007).** Vitamin C modulation of H₂O₂-induced
- **(El-Menshaw.B ., Karawya.M ., Wassel.G ., Reisch.J ., Kjaer.A.,1980).**,
Glucosinolates in the genus *Zilla* (Brassicaceae). *J Nat Prod.*, 43 (4): 534-536.
- **(Fahima Ali-Rachedi., Souad Meraghni., Nourhène Touaibia& Sabrina Mesbah.,2018).**, Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atropurpurea* sub. *Maritima* L.Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol.87,articles,p. 13 -21.
- **(Favier.A.,2003).** Le stress oxydant intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*,106-115.
- **(Festy.D.,2012).**, Je ne sais pas utiliser les huiles essentielles : Découvrir l'aromathérapie, LE guide pour se soigner facilement et sans risque, ED, Leduc.s, p24, 25.
- **(Finaud J, Degoutte F, Scislowski V, Rouveix M, Durand D, Filaire E.,2006a).**,Competition and food restriction effects on oxidative stress in judo. *Int J SportsMed.* 27(10):834-41.135.
- **(Finaud J, Lac G, Filaire E.,2006b).**,Oxidative Stress. Relationship with Exerciseand Training. *Sports med* 36 (4): 327-58.136.
- **(Finaud J, Scislowski V, Lac G, Durand D, Vidalin H, Robert A, Filaire E.,2006c).** Antioxidant Status and Oxidative Stress in Professional Rugby
- **(Gardès-Albert.M., Bonnefont-Rousselot.D., Abedinzadeh.Z., & Jore, D.,2003).**,Espèces réactives de l'oxygène. *L'actualité chimique.* ; 91.

- **(Gheffour.K ., Boucherit.K ., Boucherit-Otmani.Z ., 2015).**, Étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des extraits d'Echinops spinosus page 3.
- **(Gobert.M, Martin.B, Ferlay.A, Chilliard.Y, Graulet.B, Pradel.P, Bauchart.D, Durand.D.,2009).**Plant polyphenols associated with vitamin E can reduce plasma lipoperoxidation in dairy cows given n-3 polyunsaturated fatty acids.Journal of Dairy Science. 92, 6095-104.
- **(Guerrah Mounira et Segueni Mériem.,2015).**, Contribution à l'étude biochimique de quelques plantes médicinales dans le Sahara Septentrional algérien. Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued.page de 36 a 43..
- **(Guillouty .A.,2016).**, Plantes médicinales et antioxydants., these de doctorat. Université Toulouse Iii Paul Sabatier.
- **(Haba Hamada.,2008).**, Etude phytochimique de deux Euphorbiaceae sahariennes :*Euphorbia guyoniana* Boiss. et Reut. et *Euphorbia retusa* Forsk .(thèse de doctorat) .Université El Hadj Lakhdar Batna.
- **(Hafedh Hajlaoui ., Soumaya Arraouadi ., Hedi Mighri ., Mouna Chaaibia ., Néji Gharsallah .,Gaspar Ros ., Gema Nieto ., and Adel Kadri .,2019).**,Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity Of *Oudneya Africana* L. Leaves Extracts: Evaluation Effects on Fatty Acids and Proteins Oxidation of Beef Burger during Refrigerated Storag.page 7.
- **(Haleng.J., Pincemail.J., Defraigne.J.O ., Charlier.C., & Chapelle.J. P.,2007).** Le stress oxydant. Revue Medicale de Liege. ; 62(10) , 628-38.
- **(Hamadi .N.,2010).**,Effet du resveratrol sur les défenses antioxydantes chez les rats rendus diabétiques par l'injection de la streptozotocine . these de magistère .Université Mentouri Constantine.
- **(Hammami.R ., Ben Hamida.J ., Vergoten.G ., LacroixJ.M., Slomianny. M.C., Mohamed.N ., & Fliss.I .,2009).**, A new antimicrobial peptide isolated from *Oudneya africana* seeds. Microbiology and Immunology.659p.
- **(Hemmami H et Guezei N., 2013).** Évaluation De L'activité Antioxydante D'extraits De Capsicum Annuum L De La Région D'el-Oued. Mémoire De Magister. Université D'EL-Oued. P 105.
- **(Haraguchi.H, Tanimoto.K, Tamura.Y, Mizutani.K and Kinoshita.T.,1998).** Mode of antibacterial action of retrochalcones from Glycyrrhiza inflata. Phytochem, 48, 125-129.

- **(Harbone.J. 1998).**, Phytochemical Methods, a guide to modern techniques of plant analysis. Ed Chapman et Hall, 3ème Edition.
- **(Hartwell Leland.,1992).** Defects in a Cell Cycle Checkpoint May Be Responsible For The Genomic Instability Of Cancer Cells. Volume 71.
- **(Hechifa.D et Merad.K.,2016).** Caractérisation phénolique et mesure des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes médicinales dans le Sahara Septentrional Algérien., Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED.
- **(Heneidy.SZ ., Bidak.L.M.,2001).**, Multipurpose plant species in bisha, Asir region South western Saudi Arabia. J King Saud Univ., 13: 11-26.
- **(Hennebelle.T. ;Sahpaz.S. ;Bailleul.F,2004).**, Polyphénols végétaux ,sources ,utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. Phytothérapie Numéro 1 :3-6.
- **(Honma.Y., Okabe-Kado.J., Kasukabe.T., Hozumi.M. & Umezawa.K**
- **(Ionut-Florin Palici.,2016).**, Valorisation des Activités biologiques decertaines espèces végétales sahariennes Nord-africaines .Thèse de Doctorat..Université de bordaux..
- **(Ionut-Florin Palici.,2016).**, Valorisation des activités biologiques de certaines espèces végétales sahariennes Nord-Africaines. Université de Médecine et pharmacie Timisoara, Roumanie., Thèse de doctorat.
- **(Iserin P .2001)** .Encyclopedia of medicinal plants (2n Edition), Iserin.P., Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soin. 2 ème édition, Ed. La rousse/VUEF, p. 291-296.
- **(Jassbi.A .,2006).**, Chemistry and biological activity of secondary metabolites in Euphorbia. Phytochemistry 67, 1977–1984.
- **(Jens Uwe Kahl, Genadi P.Vlasov, Annemarle Seeliger And Theodor Wieland.,1984).**, Synthesis Of Four Virotoxin-Like F-Actin Binding Heptapeptides With One Less Hydroxyl Group In The Dihydroxy-Proline Ring.
- **(Jiri.S., Marketa.R., Olga.K., Petr.S., Vojtech.J., Libuse.T., Ladislav.H., Miroslava.B., Josef.Z., Ivo.P., Rene.K.,2010).**, Fully Automated Spectrometric Protocols for Determination of Antioxidant Activity: Advantages and Disadvantages. Molécules. (15) : 8618-8640.
- **(Karagozler.A., Erdag.B ., Calmaz Emek.Y.,2008).**, Antioxydant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastate*. Food Chemistry 111:400–7.

- **(Kemassi.A., Herouini1.A ., Hadj S. A., Cherif1 R ., M.D.,2019).**,Ould Elhadj2.Effet insecticide des extraits aqueux d'*euphorbia guyoniana* (euphorbiaceae) recoltee dans oued sebseb (sahara algerien) sur le *Tribolium Castaneum*..Lebanese Science Journal, Vol. 20, No. 1.
- **(Kim.D., Chun.O., Kim.Y., Moon.H et Lee.C.,2003).**, Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric, Food Chem.*, 51(22),6509-6515.
- **(Ko.W.G., Kang.T.H ., Lee.S.J ., Kim.Y.C ., and Lee.B.H.,2002).**, "Effects of luteolin on the inhibition of proliferation and induction of apoptosis in human myeloid leukaemia cells". *Phytother Res.* May;16(3):295-8.
- **(Kordali.S , Cakir.A , Ozer.AH , Cakmakci.R , Kesdek.M and Mete E.,2008).** Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresour Technol*, 99 (18), 8788-8795.
- **(Krinsky.N.,2001).**, caroténoids asantioxydants.*Nutrition.* ; 17 :815-817.
- **(Kusuda.M, Inada.K, Ogawa.T.O, Yoshida.T, Shiota.T, Tsuchiya.T and Hatano T.,2006).**Polyphenolic constituents structures of *Zanthoxylum piperitum* fruit and the antibacterial effects of its polymeric procyanidin on methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Biosci Biotechnol Biochem*, 70(6), 1423-1431.
- **(Kúsz.N., Orvos.P ., Csorba.A ., Tálosi.L ., Chaieb.M ., Hohmann.H & Rédei.D.,2020).**, Jatrophone diterpenes from *Euphorbia guyoniana* are new potent inhibitors of atrial GIRK channels. Submitted to *Phytochemistry*.
- **(Laamari Fatih et Mostefaoui Chahra.,2017).**, Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques et biologiques (antioxydante et anti bactérienne) de *Oudneya africana* R de la région de Ghardaïa , thèse de doctorat, Uniiversiitté Echahiid Hamma Lakhdar -- Ell OUED. page 41-53
- **(Lahmidani N, Mellouki.I, El Yousfi.M, Aqodad.N, El Abkari.M, Ibrahimi.A, Benajah.D.,2012).** L'ulcère bulbaire hémorragique et les anti-inflammatoires non stéroïdiens: quelle gravité de l'accident hémorragique Bleeding peptic ulcer and Non steroidal Anti Inflammatory Drugs: what severity of bleeding. *J Afr Hépatol Gastroentérol*, 6, 193-195.

- **(Lahmadi S, Belhamra M, Karoune S, Kechebar M S A, Bensouici C, Kashi I, Mizab O, Ksouri R. 2019).** In vitro antioxidant capacity of *Euphorbia retusa* Forssk. From Algerian desert. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 7 , 356-366.
- **(Larbi Zakaria Nabti and Rachid Belhattab.,2016),** In vitro antioxidant activity of *Oudneya africana* R. Br. aerial parts .de 60 à 63.
- **(Lerato Nellvecia Madike et al .,2017),** International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research., 9(10); 1300-1308 Preliminary Phytochemical Screening of Crude Extracts from the Leaves, Stems, and Roots of *Tulbaghia violacea*.
- **(Lewis.K., Ausubel.F.M.,2006).** Prospects for plant-derived antibacterials.
- **(Lundebye.A.K., Hove.H., Mayge.A., Bohne.V.J.B. and Hamre.K.,2010),** Teneurs en antioxydants de synthèse (éthoxyquine, BHT (butyl-hydroxy-toluène) et BHA (butyl-hydroxy-anisole) dans les aliments pour poissons et dans les poissons commerciaux d'élevage. National Institute of Nutrition and Seafood Research (NIFES), Postbox 2029 Nordnes, 5817 Bergen, Norway ; E-mail : aha@nifes.no. Food Additives and Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment, 27 (12), 1944-0049, p. 1652 - 1657 -Texte en Anglais.
- **(M. Berreghioua Abdelaziz.,2016),** Investigation phytochimique sur des extraits Bioactifs de deux brassicaceae medicinales du sud algerien : *moricaudia arvensis* et *zilla macroptera*..Thèse de doctorat. Université Abou Bakr Belkaid -Tlemcen Faculté Des Sciences Département De Chimie.Page 146-147
- **(M.Valko, C.J.Rhodes, J.Moncola, M.Izakovica et M.Mazura.,2006),** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Volume 160, page 1-40.
- **(Majid, M., Khan, M. R., Shah, N. A., Ul Haq, I., Farooq, M. A., Ullah, S., Sharif, A., Zahra, Z., Younis, T., & Sajid, M. 2015).** Studies on phytochemical, antioxidant, anti inflammatory and analgesic activities of *Euphorbia dracunculoides*. *BMC complementary and alternative medicine*, 15, 349.
- **(Macheix Jean-Jacques, Fleuriot Annie, Jay-Allemand Christian.,2005).** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. la france : Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires romandes, page 192.
- **(Mahomoodally Mohamad Fawzi., Stefano Dall'Acqua., Kouadio Ibrahime Sinan., Stefania Sut., Irene Ferrarese., Ouattara Katinan Etienne., Nabeelah Bibi**

- Sadeer., Gunes Ak., Gokhan Zengin.,2020).**, Phenolic compounds analysis of three Euphorbia species by LC-DAD-MSn and their biological properties., Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.
- **(Mehellou Zineb, Boual Zakaria, Addoun Noura, Chakou Fatma Zohra, Michaud Philippe, Ould El Hadj Mohamed Didi.,2017).** Activite antidiabetique des polysaccharides Hydrosolubles des feuilles d'*oudneya africana* r. Br. Recoltee au sahara septentrional est algerien.Polysaccharides de plantes de milieux arides (POLYSAC 2017).
 - **(Menat.E.,2006).**Les polyphénols de thé, du vin et du cacao, Phytothérapie, Numéro 1 :540-545.
 - **(Mercan Dany.,2010).** Le stress oxydatif. Unilabs. 53p.
 - **(Mergham.R.,2009).** Eléments de biochimie vegetale : A l'usage des étudiants en pharmacie alimentaires sciences de la nature et de la vie.
 - **(Mohamad Fawzi Mahomoodally., Stefano Dall'Acqua., Kouadio Ibrahime Sinan., Stefania Sut., Irene Ferrarese., Ouattara Katinan Etienne., Nabeelah Bibi Sadeer., Gunes Ak., Gokhan Zengin.,2020).**, Phenolic compounds analysis of three Euphorbia species by LC-DAD-MSn and their biological properties., Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.
 - **(Moukette Bruno,Anatole Constant Pieme, Prosper Cabral Nya Biapa, Jacques Romain Njimou,Marco Stoller , Marco Bravi, and Jeanne Yonkeu Ngogang. ,2015).**, In Vitro Ion Chelating, Antioxidative Mechanism of Extracts from Fruits and Barks of Tetrapleura tetraptera and Their Protective Effects against Fenton Mediated Toxicity of Metal Ions on Liver Homogenates.
 - **(Nabti.L.Z and Belhatta.R.,2016).**, In vitro antioxidant activity of *Oudneya africana* R. Br. aerial parts. Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research, vol.4: 58-64.
 - **(Ndam Lawrence Monah,Afui Mathias Mih,Aaron Suh Tening,Augustina Genla Nwana Fongod,2016).**,Phytochemical analysis, antimicrobial and antioxidant activities of Euphorbia golondrina L.C. Wheeler (Euphorbiaceae Juss.): an unexplored medicinal herb reported from Cameroon.5:264.
 - **(Naouaoui. Salma.,2019).**, Néphrotoxicité des plantes médicinales., thèse du doctorat en médecine., université Cadi Ayyad faculté de médecine et de pharmacie .Marakech..

- **(Nathalie Boizot, Jean-Paul Charpentier.,2006).**, Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier, page : 80.
- **(Nedjmi Aichouche et Soussou Aicha.,2014).**, Caractérisations biochimiques de quelques plantes spontanées médicinales à travers des différents modes de séchage. Université Kasdi Merbah Ouargla page 36-37
- **(Normani I. krinsky.,2006).** The Antioxidant And Biological Properties Of The Carotenoids. Département de Biochimie, School of Medicine And USDA Jean Mayer Human Nutrition Research Centre on Aging , Tufts University , Boston , Massachusetts 02111, USA.
- **(Ouanissa SMARA .,2014).**, Etude ethnobotanique et chimique d'Euphorbia guyoniana Boiss. et Reut.. Thèse de Doctorat de l'Université de Badji Mokhtar Annaba., page 82
- **(Oueslati S, Ksouri R, Falleh H, Pichette A, Abdelly C, Legault J., 2012).** Phenolic content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of the edible halophyte Suaeda fruticosa Forssk. Food Chemistry, 132 (2) : 943- 947.
- **(Ould El Hadj M.D., Hadj-Mahammed.M. et Zabeirou.H.,2003).**, Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara Septentrional Est). Courrier du savoir, 3: 47-51.
- **(Ozenda.P , 1977).**, Flore du Sahara, Ed. CNRS, Paris, France, 250-259.
- **(Ozenda.P.,1991).** Flore Et Végétation Du Sahara (3ème Edition Mise A Jour Et Augmentée). Ed. Centre National De La Recherche Scientifique, Paris. pp.250-278.
- **(Quezel.P et Santa.S.,1962-1963).**, Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS Paris. Vol. 1 et 2, 1170 p.
- **(Quézel.P., & Santa S.,1963).**, Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II, CNRS, Paris, France, 387-398.
- **(Quézel.P., & Santa S.,1963).**, Nouvelle flore de l'Algérie et des Régions désertiques méridionales. Ed, Tome I: Paris.
- **(Pinemail.J, Meurisse M, Limet R, Defraigne JO .,1999).**, espèce oxygénées activées, antioxydants cancer . vaisseaux, cœur, poumons 4 (4), 6-11.
- **(Pracheta, Veena Sharma, Ritu Paliwal, Sadhana Sharma.,2011).**, Preliminary phytochemical screening and in vitro antioxidant potential of hydro-ethanolic extract of Euphorbia neriifolia Linn. vol 3.

- **(Prior Ronald L., Dejian Huang, Boxin Ou., 2005).**, The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays 53, 1841–1856
- **(Raven.P.H ; Evert R.F ; Eichhorn.S.E .,2003).**Biologie végétale, p32,527.
- **(Regnault-Roger.C. ;Philogene.B.J.R. ;Vincent. CH.,2008).** Biopesticides d'origine végétale. Ed. Lavoisier, p259,280.
- **(Ribéreau-Gayon.J ., Peynaud.M ., Ribéreau-Gayon.P et Sudraud.P.,1972).**, Sciences et techniques du vin. Tome 1, analyse et controle des vins. Ed. Dunod, Paris, , p. 671.
- **(Saebyeol.J ., Keith.W. and Rodney.W. J., 2008).**, “Luteolin reduces IL-6 production in microglia by inhibiting JNK phosphorylation and activation of AP-1”. Proc Natl Acad Sci U S A. 105(21): 7534-7539.
- **(Salhi.N., Salama.M ., & Halilat.M .,2013).**, Allelotoxicity of *Oudneya africana* R. Br. aqueous leachate on germination efficiency of *Bromus tectorum* L. and *Triticum aestivum* L. African. Journal of Biotechnology.1196p.
- **(Samarth Ravindra M. , Meenakshi Panwar, Manish Kumar, Anil Soni, Madhu Kumar, Ashok Kumar.,2008).**,Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radioprotective plant extracts.,106 -868–873.
- **(Seghieiri Imane., Zebidi Maroua., 2018).**, Etude de l'activité antidiabétique et antioxydante de l'extrait aqueux d'*Oudneya africana* R. Br. de la région d'El Oued chez des rattes rendues diabétiques par l'alloxane., Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED page 35-37
- **(Shumaila Jan et all .,2013).**,Osong Public Health and Research Perspectives.,Volume 4, Issue 5, Original article.,Assessment of Antioxidant Potential, Total Phenolics and Flavonoids of Different Solvent Fractions of *Monothea Buxifolia* Fruit, Pages 246-254.
- **(Seoussen.K.,2018).** Recherche d'extraits de plantes médicinales doués d'activités biologiques. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- **(Serigne Ibra Mbacke Dieng, Alioune Dior Fall , Kady Diatta-Badji,Abdou Sarr, Madieye Sene, Moussa Sene, Amadou Mbaye, William Diatta Et Emmanuel Bassene.,2017).**,Evaluation De L'activité Antioxydante Des Extraits Hydro-Ethanoliques Des Feuilles Et Ecorces De *Piliostigma Thonningii* Schumach.11(2): 768-776.

- (Sihem Talbia ., José Antonio Rojasb ., Mariam Sahrawyb ., Maria Rodríguez-Serranob., Katuska E. Cárdenasb ., Mohamed Deboubac ., Luisa Maria Sandaliob 2020) Effect of drought on growth, photosynthesis and total antioxidant capacity of the saharan plant *Oudneya africana* , volum 176 page 5
- (Singleton.V.L ., Orthofer.R ., R.M.Lamuella-Raventos.,1999)., "Analysis of total phenols and otheroxidant substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent" *Methods Enzymol.*, , Vol. (299), page: 152.
- (Singleton.V.L., Rossi.J.R.,1965)., "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic –phosphothungstic acid" *Am. J. Enol. Vitic*, Vol. (16), page : 144.
- (Siddhuraju, P., & Becker, K. 2007)., The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.)
- (Smadi .A.,2006)., These de magister .,université El-Hadj lakdar Batna.,etude de l'extrait chloroformique d'*LOUDNEYA africana*.
- (Smara.O., 2014)., Etude ethnobotanique et chimique d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. et Reut., thèse du doctorat., universite badji mokhtar Annaba.
- (Stocker P. M., Yousfi.O., Djerridane.J., Perrier.J.M., Brunel.A ., Moulin., 2004)., *Biochimie*, Vol. 86, 919-925.
- (Stocker.P.M ., Yousfi.C., Salmi.J ., Perrier.J.M .,Brunel.A ., Moulin.,2005)., Maackiain 3-O-(6'-O-malonyl-b-D-glucopyranoside) from *Oudneya africana*, a powerful inhibitor of porcine kidney acylase I., *Biochimie*, Vol. 87, 507-512.
- (Taguri.T , Tanaka.T and Kouno.I.,2006). Antibacterial spectrum of plant polyphenols and extracts depending upon hydroxyphenyl structure. *Biol Pharm Bull*, 29(11), 2226-2235.
- (Takaichi,S., Mochimaru.,2007). Carotenoids and carotenogenesis in cyanobacteria: unique ketocarotenoids and carotenoid glycosides. *Cell. Mol. Life Sci.* 64, 2607–2619.
- (Talbi.H et al.,2015)., Evaluation de l'activité antioxydant et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. (Evaluation of antioxydant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L.), article JMES.
- (Talbi.S., Maria.C ., Alexander.R.P., Hernandez.L ., Terron.A.F ., & Luisa M.S.,2014). Drought tolerance in a Saharian plant *Oudneya Africana* : Role of

antioxydant defences. Arid Land and Oasis Cropping Laboratory, Institut of Arid Land, Route Eljorf, 4119 Medenine. Tunisia. 5, 6p.

- **(Tarik Med Chaouche., janvier 2020).**, contribution à l'étude des activités antioxydantes et antimicrobiennes de quelques plantes médicinales. thèse de doctorat. université de Tlemcen.
- **(Tegos.G., Stermitz.F.R., Lomovskaya.O., Lewis.K.,2002).** Multidrug Pump Inhibitors Uncover Remarkable Activity of Plant Antimicrobials. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, vol. 46, n° 10, pp. 3133-3141.
- **(Telli.A., Esnault.M.A., & Khelil, A.,2016).**, An ethnopharmacological survey of plants used in traditional diabetes treatment in south-eastern Algeria (Ouargla province). Journal of Arid Environments. 86p.
- **(Trease.E et Evans.W.,1987).**, Pharmacognosy Billiaire. Editions Tindall London 13, 61-62.
- **(Tréchet.P, Jouzeau.J.Y.,2014).** Bases chimiques et pharmacologiques des AINS: Chemical and pharmacological basics of NSAIDs, Rev fr Allergol, 54 (3), 212–217.
- **(Tsuchiya.H and Linuma.M.,2000).** Reduction of membrane fluidity by antibacterial sophoraflavanone G isolated from Sophora exigua. Phytomedicine, 7, 161-165.
- **(Ulanowska.K, Traczyk.A, Konopa.G, Wegrzym.G.,2006).** Differential antibacterial activity of genistein arising from global inhibition of DNA, RNA and protein synthesis in some bacterial strains. Arch Microbiol, 184 (5), 271-8.
- **(Valéry Afonso, Romuald Champy, Dragoslav Mitrovic, Pascal Collin, Abderrahim Lomri., July 2007).**, Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases : rôle dans les maladies rhumatismales Reactive oxygen species and superoxide dismutases: role in joint diseases., Revue du Rhumatisme Volume 74, Issue 7, Pages 636-643. Inserm U606/IFR-139 et université Paris-VII, hôpital Lariboisière, 2, rue Ambroise-Paré, 75475 Paris cedex 10, France.
- **(William G.H.,2003).** Physiologie végétale, Éditeur, De Boeck Supérieur, p282.
- **(Ye-Shih Ho, Ye Xiong, Wanchao Ma, Abraham Spector and Dorothy S. Ho.,2004).** Mice Lacking Catalase Develop Normally But Show Differential Sensitivity To Oxidant Tissue Injury. Vol 279. 31. The Journal Of Biological Chemistry Vol. 279 By The American Society For Biochemistry And Molecular Biology.

- **Zakaria.L.N ., & Belhattab.R .,2016).**, In vitro antioxidant activity of *Oudneya africana* R.Br. aerial parts. Biological Sciences and Pharmaceutical Research Vol.4(6),pp.58-64. 59-60p.
1990).Inhibition of abl oncogene tyrosine kinase induces erythroid 81. pp, 1132-1136.

Références des sites web :

- Site web 1
:http://www.florasilvestre.es/mediterranea/Euphorbiaceae/Euphorbia_guyoniana.htm
- **site web 2**
<https://www.visoflora.com/>
- Sitweb3
https://www6.inrae.fr/cahier_des_techniques/layout/set/print/layout/set/print/content/download/3129/31288/version/1/file/79_chap2_boizot.pdf

Résumé : Les plantes médicinales constituent des sources prometteuses pour une large variété de composés biologiquement actifs. Ce travail a porté sur la valorisation de trois plantes médicinales Algériennes à savoir *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia* et *Zilla macroptira*. Un screening phytochimique de mise en évidence des principaux métabolites secondaires des plantes étudiées a été établi ainsi qu'une quantification colorimétrique des polyphénols totaux (par la méthode de Folin-Ciocalteu), des flavonoïdes totaux (par la méthode au trichlorure d'aluminium), et des caroténoïdes.

La détermination quantitative a montré que l'extrait hydroéthanolique de *Euphorbia guyoniana* est le plus riches en polyphénols totaux (640.00 (mg EAG/ g_{Residu sec})) et en flavonoïdes totaux (129.42 (mg EQ/100g)).

Les résultats de tests phytochimiques de trois extraits par des réactions de coloration montrent la présence de divers composés phytochimiques avec prédominance des polyphénols. L'extrait hydroéthanolique d'*Oudneya africana* a montré un fort pouvoir antioxydant par le test de DPPH (IC₅₀ = 0.05 mg/mL). Concernant les tests de FRAP (TPTZ et Bleu de prusse), FRAP (ferricyanure) ABTS et molybdate d'ammonium, l'extrait d'*Euphorbia gynnonia* possède les activités antioxydante et antiradicalaire les plus élevées. Les résultats de l'analyse de corrélation montrent que le pouvoir antioxydant pourrait être lié surtout aux hautes teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes.

Mots clés : *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia*, *Zilla macroptira*, extrait hydroéthanolique, analyse phytochimique, activité antioxydante.

Summary: Medicinal plants are promising sources for a wide variety of compounds biologically active. This work focused on the valorisation of three Algerian medicinal plants, namely *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia* and *Zilla macroptira*. A phytochemical screening to detect of the main secondary metabolites of the plants studied was established as well as a quantification colorimetric of total polyphenols (by the Folin-Ciocalteu method), total flavonoids (by the aluminium trichloride method), and carotenoids. The quantitative determination showed that the hydroethanol extract of *Euphorbia guyoniana* is the richest in total polyphenols (640.00 (mg EAG/ g Residu dry)) and total flavonoids (129.42 (mg EQ/100g)).

The results of phytochemical tests of three extracts by colouring reactions show the presence of various phytochemical compounds with a predominance of polyphenols. The hydroethanol extract of *Oudneya africana* showed a strong antioxidant power by the DPPH test (IC₅₀ = 0.05 mg/mL). About FRAP (TPTZ and Prussian Blue), FRAP (Ferrucyanure), ABTS and ammonium molybdate tests, the extract of *Euphorbia gynnonia* has the following properties highest antioxidant and anti-free radical activity. The results of the correlation analysis show that the antioxidant power could be linked especially to the high levels of phenolic compounds and flavonoids.

Key words : *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia*, *Zilla macroptira*, hydroethanolic extract, analysis phytochemical, antioxidant activity.

ملخص : تعتبر النباتات الطبية من المصادر الواعدة لمجموعة متنوعة من المركبات النشطة بيولوجيا. ركز هذا العمل على تقييم ثلاث نباتات طبية جزائرية وهي (حنة الابل) *Oudneya africana* (اللبينة) *Euphorbia gynnonia* و (الشبرق) *Zilla macroptira*. تم إنشاء فحص كيميائي نباتي لتسليط الضوء على المستقلبات الثانوية الرئيسية للنباتات التي تمت دراستها بالإضافة إلى قياس لوني لمجموع البوليفينول (بطريقة الفولان سيوكالتو)، إجمالي الفلافونويد (بطريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم، والكاروتينات) التقدير الكمي للمستخلص الهيدروإيثانولي لفصيلة *Euphorbia guyoniana* (اللبينة) سجل أكبر تقدير بالنسبة لإجمالي البوليفينول بقيمة 640mg (EAG/ gResidu sec) و أيضا بالنسبة لإجمالي الفلافونويد بقيمة 129,42mg EQ/100g). بينما أظهرت نتائج الدراسات الفيتوكيميائية عن طريق التفاعلات اللونية وجود مواد كيميائية نباتية مختلفة وملاحظة نسبة كبيرة من البوليفينول للثلاث مستخلصات النباتية. بالنسبة لاختبارات الكشف عن الجذور الحرة أظهر المستخلص الهيدروإيثانولي لفصيلة *Oudneya africana* (حنة الابل) أكبر قيمة في اختبار DPPH بنسبة (IC₅₀ = 0,05 mg/mL) أما الاختبارات الأخرى المتمثلة في FRAP (tptz) و ammonium molybdate و ABTS فقد سجلت أكبر قيم بالنسبة للمستخلص الهيدروإيثانولي لفصيلة *Euphorbia guyoniana* أظهر تحليل الارتباط ان النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للجذور الحرة مرتبط جدا بنسب المركبات الفينولية و الفلافونويد

الكلمات المفتاحية : *Oudneya africana*, *Euphorbia gynnonia*, *Zilla macroptira* : مستخلص هيدروإيثانوليتحليل فيتوكيميائي . نشاط مضاد للأكسدة