



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présentés par : AOUISSI HADJ Abdelmalek
AMEUR Ghassane

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

FILIERE : GÉNIE DES PROCÉDÉS

OPTION : GÉNIE ENVIRENMENT

Thème

**Contribution à l'Activité Antioxydante des
Extraits Phénoliques d'une Plante Médicinale
Locale «Artemisia herba alba»**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
AMEUR Kheira	MAA	Présidente
MAHDJOUBI Hadj Aissa	MCB	Examineur
GUENANE Hadjira	MCA	Rapporteur
DJEKIDEL Alia	Doctorante	Co-rapporteur

Année Universitaire : 2023-2024

REMERCIEMENTS

Avant tout nous tenons à remercier le bon Dieu, le tout puissant pour la volonté et de la santé, le courage et la patience qu'il nous a donné pour la réalisation de ce modeste travail.

Par ailleurs, nos parents qui ont sacrifié tous leurs efforts et leurs moyens pour nous soutenir durant toutes nos études.

Notre premier mot de remerciements, va naturellement vers notre promotrice

*M^{lle}. **GUENANE Hadjira***

*Et M^{lle}. **DJEKIDEL Alia** d'avoir acceptées de diriger ce travail.*

Merci pour la confiance.

*Dont nous remercions notre chef de Département M^r. **BENALIA Moukhtar** d'avoir allégé certaines de nos tâches de master afin de poursuivre nos études.*

Nos vifs remerciements pour les membres de jury l'équipe de laboratoire de Génie de procédés. Nous tenons aussi à remercier tout le monde, qui nous fait aider au cours de notre travail au laboratoire de la faculté.

Dédicace

*Je dédie ce travail: A mes chers parents **AOUISSI Ahmed** et **RAYANE Fatima** qu'ils trouvent ici ma plus profonde gratitude et tout mon amour pour moi, leur dévouement, leur compréhension et leurs encouragements tout au long de mes études. Ils ont cru en moi par leur soutien, leurs conseils et leur amour.*

Merci pour votre soutien constant; À mes frères et sœurs ; À toute ma famille élargie ; À mes cousins ; À tous mes amis, merci à tous, et enfin à moi-même, je tiens à me remercier de toujours me mettre au défi de m'améliorer et de toujours vouloir Pour être le meilleur dans tout ce que je fais

AOUISSI HADJ Abdelmalek

*Je dédie ce travail : À la mémoire de mon cher père **AMEUR Messaoud**, qui est parti avant d'avoir vu le jour de ma soutenance. Il m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Que Mon Dieu ait son âme dans sa sainte miséricorde.*

À ma chère mère, pour qui aucune dédicace ne peut exprimer mes sincères sentiments, pour son soutien, sa patience et son sacrifice tout au long de mes études.

À mes frères et sœurs ; À mes cousins et cousines; À toute ma famille élargie; À tous mes amis, Merci à tous, pour leur amour éternel et leur soutien infini, je leur souhaite une vie pleine de bonheur et de succès, et que le bon Dieu, le tout puissant, les protège et garde.

AMEUR Ghassane

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste des abréviations.....	VI
Introduction générale.....	1

Synthèse Bibliographique

CHAPITRE I: Présentation de la Plante Médicinale «d'Artemisia herba alba»

I.1-Généralités.....	5
I.2-Origine.....	5
I.3-Taxonomie et Classification.....	5
I.4-Description Botanique.....	6
I.5-Composition Chimique.....	7
I.6-Répartition Géographique.....	7
I.7-Ecologie de la Plante.....	8
I.8-Usage de la Plante.....	8
I.8.1-Usage Phyto-thérapeutique.....	8
I.8.2-Usage Alimentaire.....	8

CHAPITRE II: Métabolites Secondaires

II.1-Généralités sur Composés Phénoliques (POLYPHÉNOLS).....	10
II.1.1-Généralités	10
II.1.2-Différentes Classes des Polyphénols.....	12
II.1.3-Propriété Thérapeutique des Composés Phénoliques.....	14
II.2-Radicaux Libres et les Antioxydant.....	15

II.2.1-Stress Oxydatif.....	15
II.2.2-Radicaux Libres.....	16
II.2.3-Nature des Radicaux Libres.....	17
II.2.4-Circonstances physiologiques productrices de radicaux libres.....	19
II.2.5-Les Antioxydants	19
II.2.6-Les aliments riches en antioxydants.....	20
II.2.7-Systèmes Antioxydants	21
II.2.8-Utilisation des Antioxydants	22

Partie Expérimentale

CHAPITRE III: Méthodes de Travail

III.1-Méthodes de Travaile	25
III.2-Produits Chimiques et Instruments.....	26
III.3-L'échantillonnage et Traitement.....	27
III.4-L'extraction des Composés Phénoliques.....	27
III.5-Analyse Quantitative.....	27
III.5.1-Dosage des Polyphénols Totaux.....	27
III.5.2-Dosage des Flavonoïdes Totaux.....	28
III.6-Évaluation de l'Activité Antioxydante.....	28
III.6.1-Test de Piégeage du Radical Libre DPPH.....	28
III.6.2-Test de Phosphomolybda.....	30
III.6.3-Test de la réduction du fer FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power).....	30

CHAPITRE IV: Résultats & Discussions

IV.1-Résultats et discussions	33
IV.1.1-Dosage des Polyphénols Totaux et Flavonoïdes Totaux	33
IV.1.1.1-Dosage des Polyphénols Totaux	33
IV.1.1.2-Dosage des Flavonoïdes Totaux.....	33
IV.2-Evaluation de l'Activité Antioxydante	34

IV.2.1-Test de DPPH.....	34
IV.2.2-Test du Phosphomolybdat.....	35
IV.2.3-Test Pouvoir réducteur : FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power).....	35
Conclusion générale.....	38
Référence Bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des figures

<i>CHAPITRE I: Présentation de la Plante Médicinale «d'Artemisia herba alba»</i>	
Figure 1 : Artemisia herba alba	5
Figure 2 : L'Artemisia herba alba de la région de Biskra	6
<i>CHAPITRE II: Métabolites Secondaires</i>	
Figure 3 : Groupements Phénoliques de 1 ou Plusieurs OH	10
Figure 4 : Composés Phénoliques	11
Figure 5 : Les Molécules Phénoliques	11
Figure 6 : Classification des Composés Phénolique	12
Figure 7 : Les Radicaux Libres Causant des Dommages aux Composants Vitaux des Cellules	15
Figure 8 : L'Oxydation Responsable du Brunissement des Fruits	16
Figure 9 : Radical Libre	16
Figure 10 : Traitement des Radicaux Libres	17
Figure 11 : Formation des Radicaux Libres	18
Figure 12 : Action des Antioxydants sur les Radicaux Libres	21
<i>CHAPITRE III: Méthodes de Travail</i>	
Figure 13 : Organigramme Expliquant les Différentes étapes dans notre travail	25
Figure 14 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	27
Figure 15 : Courbe d'étalonnage de la rutine	28

Figure 16 : Mécanisme réactionnel intervenant lors dut est DPPH•	29
Figure 17 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique	30
Figure 18 : Réaction d'un antioxydant avec le FRAP	31

Liste des tableaux

<i>CHAPITRE I: Présentation de la Plante «d'Artemisia herba alba»</i>	
Tableau 1 : Classification de la plante d'Artemisia herba alba	6
<i>CHAPITREII: Métabolites Secondaires</i>	
Tableau 2 : Principales classes des composés phénoliques	13
<i>CHAPITRE III: Méthodes de Travail</i>	
Tableau 3 : Produites les instruments	26
<i>CHAPITRE IV : Résultats & Discussions</i>	
Tableau 4 : Teneurs en phénols totaux d'Artemisia herba alba	33
Tableau 5 : Teneurs en flavonoïdes totaux d'A.herba alba	33
Tableau 6 : Valeurs des IC ₅₀ trouvées pour tous les extraits de la plante d'A.herba alba pour le DPPH	34
Tableau 7 : Les valeurs VCEAC des extraits de la plante d'A.herba alba étudié par le test du Phosphomolybdate	35
Tableau 8 : Les valeurs VCEAC des extraits de la plante d'A.herba alba par le test de FRAP	35

Liste des abréviations

A_{control}: L'Absorbance du milieu réactionnel sans l'antioxydant.

A_{test}: L'Absorbance du milieu réactionnel avec l'antioxydant.

A•: Radical.

AH: Donneurs d'Hydrogènes.

Al Cl₃: Chlorure d'Aluminium.

AOX: Antioxydant.

BHA: Butylatedhydroxyanisole.

BHT: ButylHydroxyToluene.

C₂H₆O: Éthanol.

C₄H₈O₂: Acétate d'éthyle.

C₆: Phénols Simples.

C₆-C₁: Acides Hydrox Benzoïques.

C₆-C₁-C₆: Xanthones.

C₆-C₂-C₆: Stilbènes.

C₆-C₃: Acides Hydrox Cinnamiques.

C₆H₁₄: Hexane.

C₇H₆O₅: Acide Gallique.

CAT: Catalase.

CH₃-OH: Méthanol.

DPPH: 2,2-Diphényle-1-picrylhydrazyl.

EAG: Equivalent d'Acide Gallique.

EAG/g MS: Equivalent d'Acide Gallique par gramme de Matière Sèche.

ER/g MS: Equivalent de Rétine par gramme de Matière Sèche.

Fe(III)-TPTZ: Le complexe Tripyridyltriazine ferrique.

FeCl₃: Chlorure Ferrique.

FRAP : Pouvoir antioxydant réducteur ferrique.

GPX : Glutathion Peroxydase.

H₂O₂ : Le Peroxyde d'Hydrogène.

H₂SO₄ : Acide Sulfurique.

IC₅₀ : La Concentration de l'extrait exprimée nécessaire pour balayer 50% du radical DPPH.

IP (%) : Pourcentage d'inhibition.

KH₂PO₄ : Phosphate Mono Potassique.

L'ADN : L'acide Désoxyribonucléique.

L'ATP : Adénosine Triphosphate.

Mo (V) : Molybdène (V).

Mo (VI) : Molybdène (VI).

Na₂CO₃ : Carbonate de Sodium.

NO : L'oxyde Nitrique.

O₂ : Oxygène.

OH : Le Radical Hydroxyle.

P₀ : Poids initial de poudre végétale exprimé en gramme.

P₁ : Poids de l'extrait sec exprimé en gramme.

PM : Poids moléculaire.

RL : Radical Libre.


ROS : Reactive Oxygen Species.

SOD : Super Oxyde Dismutase.

UV/vis : Ultra- Violet visible.

VCEAC : Comme la Concentration molaire de la solution de vitamine C.

% : Pourcentage.



***Introduction
Générale***

Introduction Générale

Les plantes médicinales ont joué un rôle essentiel dans la santé et le bien-être des êtres humains depuis les temps les plus reculés. Leur utilisation remonte à des millénaires et traverse pratiquement toutes les cultures du monde. Les connaissances sur ces plantes ont été transmises de génération en génération, souvent sous forme de traditions orales ou de pratiques culturelles spécifiques. (Aidoud, 1983)

Une plante médicinale peut être définie comme une plante ou une partie de celle-ci (feuille, tige, racine, fleur, fruit, écorce, etc.) utilisée à des fins thérapeutiques pour prévenir, traiter ou soulager divers maux ou affections. Ces plantes contiennent souvent une grande variété de composés chimiques, tels que des alcaloïdes, des flavonoïdes, des tanins, des terpènes, des glycosides, etc., qui peuvent avoir des effets bénéfiques sur le corps humain.

L'utilisation des plantes médicinales peut prendre différentes formes, notamment (Nabli, 1989):

- ↳ **Infusions ou décoctions** : Consommation de parties de plantes dans de l'eau chaude pour extraire les composés bénéfiques.
- ↳ **Teintures** : Extraction des composés actifs dans de l'alcool.
- ↳ **Pommades ou onguents** : Application topique de préparations à base de plantes sur la peau.
- ↳ **Comprimés ou capsules** : Formes plus modernes de préparation à base de plantes, souvent utilisées pour faciliter la consommation.
- ↳ **Huiles essentielles** : Extraits concentrés de plantes utilisés pour l'aromathérapie ou l'application topique.

Les plantes médicinales sont souvent appréciées pour leur approche holistique de la santé, prenant en compte non seulement les symptômes spécifiques, mais aussi les besoins individuels et le bien-être global de la personne. Cependant, il est important de noter que l'utilisation des plantes médicinales peut également comporter des risques, notamment des interactions avec d'autres médicaments, des réactions allergiques ou des effets secondaires indésirables. Il est important de noter que bien que les plantes médicinales puissent offrir certains avantages pour la santé, il est recommandé de consulter un professionnel de la santé avant de les utiliser, en particulier si vous prenez déjà des médicaments ou si vous avez des problèmes de santé préexistants. (Aidoud, 1983)

Aujourd'hui, alors que la médecine moderne continue d'évoluer, il y a un intérêt croissant pour l'intégration des pratiques de médecine traditionnelle, y compris l'utilisation des plantes médicinales, dans les systèmes de soins de santé conventionnels. Cela souligne l'importance de poursuivre la recherche scientifique sur les plantes médicinales afin de mieux comprendre leurs effets, leurs mécanismes d'action et leurs applications cliniques potentielles.

Introduction Générale

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. (Boutekjenet, 1987) Un grand nombre de plantes aromatiques y pousse spontanément. C'est pourquoi, nous nous sommes intéressés à l'étude de la plante d'*Artemisia herba alba*, qui pousse spontanément dans la région de Laghouat.

Ce mémoire est composé de deux parties. La première partie de ce manuscrit est divisée sur deux chapitres. Dans le premier chapitre, nous avons commencé par une étude bibliographique (les caractères botaniques et systématiques) de la plante d'*Artemisia herba alba*, l'intérêt biologique et quelques travaux antérieurs réalisés sur cette plante. Le deuxième chapitre représente les métabolites secondaires (les composés phénoliques) et leur biosynthèse ainsi que leur intérêt thérapeutique.

La deuxième partie décrit la partie expérimentale, elle contient aussi deux chapitres. Le troisième chapitre se déroule en deux étapes : Dans la première étape, nous avons réalisé l'extraction et la détermination des teneurs en composés phénoliques (phénols totaux, flavonoïdes totaux). Dans la deuxième étape, nous nous sommes intéressés à évaluer le pouvoir antioxydant des extraits de la plante d'*Artemisia herba alba* par trois techniques chimiques (piégeage du radical DPPH, test phosphomolybdate, et test de réduction du fer FRAP). Dans le quatrième chapitre, nous avons rapporté les résultats obtenus entre autre les teneurs des composés phénoliques, l'étude de l'activité antioxydante des extraits de la plante d'*Artemisia herba alba*. Enfin le travail est clôturé par une conclusion.

Partie I

Synthèse Bibliographique

Présentation de la Plante Médicinale : « *Artemisia herba alba* »



I.1-Généralités

L'armoise blanche connue depuis des millénaires, elle a été décrite par l'historien grec Xénophon au début du IV siècle avant J-C, dans les steppes de la Mésopotamie.(Francis Joannès, 2001) Elle a été ensuite répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Claudio de Asso y del Rio (INPI, 2014) C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail, elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent.(Nabli, 1989)



Figure 1 : Artemisia herba alba (Bouldjadj, 2009)

I.2-Origine

L'Artemisia herba alba est le nom de guerre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. Herba alba signifie herbe blanche (Faucher, 1997). Plusieurs noms sont attribués à l'armoise blanche tels le thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du nord et en moyen orient, on l'appelle communément "Shih" ou "Chih".

I.3-Taxonomie et Classification

L'espèce Artemisia herba-alba a été répertoriée en 1779 par le botaniste Ignacio Jordán Claudio de Assoy del Rio (INPI, 2014)comme il le montre le tableau suivant :

Chapitre I Présentation de la Plante Médicinale : « Artemisia herba alba »

Tableau 1 : Classification de la plante d'Artemisia herba alba (INPI, 2014)

Règne	Plante
Embranchement	Angiospermes
Ordre	Astrerales
Famille	Asteraceae
Sous- famille	Asteroideae
Tribu	Anthemideae
Sous- tribu	Artemisiinae
Genre	Artemisia

Nom binominal: Artemisia herba-alba.

Nom vernaculaires : Chih en arabe ; armoise blanche en français ; Worm Wood en anglais.

I.4-Description Botanique

Artemisia herba-alba est une plante herbacée, vivace, de couleur verdâtre-argenté, de 30-50 cm de hauteur avec des tiges ramifiées, rigides et dressées. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté (Quezel P., 1962), divisées en languettes fines, blanches et laineuses. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre (Bezza L., 2010). (**Figure 2**)

La croissance végétative de la plante a lieu à l'automne (feuilles de grande taille), puis dès la fin de l'hiver et au printemps (feuilles plus petites) (Akrouf, 2004)



Figure 2 : L'Artemisia herba alba de la région de Biskra (Bezza L., 2010)

Les racines se présentent sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol comme un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 cm et ne se ramifie qu'à cette profondeur (Aidoud, 1983)

I.5-Composition Chimique

Plusieurs métabolites secondaires ont été isolés et identifiés de l'*Artemisia herba alba* dont les plus importants sont les sesquiterpènes lactones tels que les eudesmanolides et les germacranolides (Marco J-A., 1994).

Les flavonoïdes détectés dans l'armoise montrent aussi une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et flavonols) jusqu'aux flavonoïdes méthyles qui sont très inhabituel. Les flavonoïdes glycosides comprennent les O-glycosides tels que quercitrine glucoside et des flavones C-glycosides qui sont rares dans le genre *Artemisia herba alba*, ainsi que dans l'ensemble des Astéracée (Jager, Screening of traditionally used Lebanese herbs for neurological activities. *J Ethnopharmacol*, 97: 145–149., 2005).

En plus des sesquiterpènes lactones et des flavonoïdes l'analyse photochimique a montré que la composition des huiles essentielles de l'*Artemisia herba alba* est riche en mono terpènes, tri terpènes penta cycliques, santonines, coumarines et tanins (Mohamed A-H-H., 2010).

I.6-Répartition Géographique

L'*Artemisia herba alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au moyen orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques.(Hurabielle. M., 1981) C'est une plante steppique des régions irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne ainsi que dans le désert de Sinaï (Rossi, 1965).

Au Maroc, l'*Artemisia herba alba* se rencontre à l'état spontané, il n'est pas rare de trouver des zones de plusieurs dizaines de kilomètres de rayon ou seule l'armoise blanche règne dans un paysage quasi-désertique. Le Maroc attache beaucoup d'importance à cette plante qui constitue un excellent moyen naturel de lutte contre l'érosion et la désertification. (Bendjilali. B, 1980)

En Algérie, l'*Artemisia herba alba*, connue sous le nom de « Chih » ou encore appelé semen-contre de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés.(Boutekjenet, 1987)

I.7-Ecologie de la Plante

L'*Artemisia herba alba* existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'à saharien. Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans les régions d'hiver chaud à frais. Dans le sud, cette plante pousse sur les sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur les sols sableux. Elle résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés.(Nabli, 1989)

Elle se développe dans les steppes argileuses ou les précipitations sont de l'ordre de 200mm/an. Son développement est lié à la nature du sol. En effet, il faut qu'il soit peu perméable, tassé et colmaté. (Celles, 1980)

Accompagnée de l'alfa « *stippa tenassisima* », elle couvre souvent de très grandes superficies dans les hauts plateaux. Sa présence est plus fréquente en bordure des oueds et dans les dayas (dépression de la steppe à sol imperméable qui sont des secteurs plus ou moins humides).(Pouget, 1989)

I.8-Usage de la Plante

I.8.1-Usage Phyto-thérapeutique

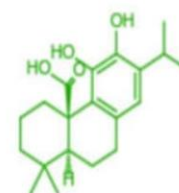
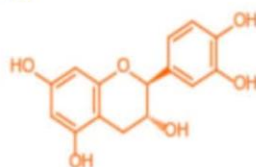
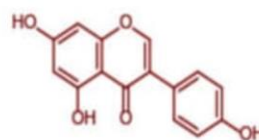
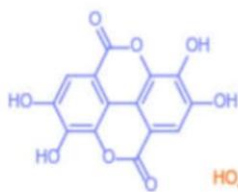
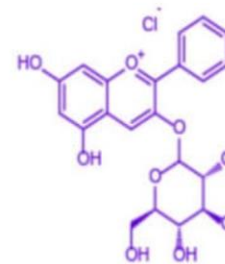
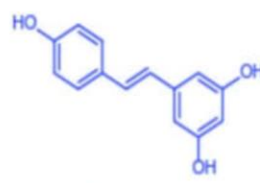
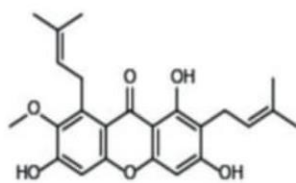
Depuis longtemps, l'*Artemisia herba halba* a été reconnue par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives. On l'utilise notamment comme vermifuge chez les ovins.(Nabli, 1989)Elle est employée par la population de Naguef pour soulager les maux gastro-intestinaux.(Friedman J, 1986) En Tunisie, elle est utilisée pour les maladies digestives et pour le traitement antidiabétique (Bouraoui N., 2003) *Artemisia herba alba* est utilisée comme anti diarrhée, contre les crampes abdominales, et pour curatif des blessures externes (Feuerstein I., 1988). Elle est utilisée contre le diabète et l'ictère (Marrif H. I., 1995).Elle est aussi recommandé pour des désordres neurologiques. (Jager, 2005)

I.8.2-Usage Alimentaire

En alimentation, l'*Artemisia herba halba* est considérée comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café.(Bendjilali. B & P, 1984) Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (Bendjilali. B & P, 1984).

Métabolites Secondaires

Polyphenols



II.1-Généralités sur les composés Phénoliques (POLYPHÉNOLS)

Introduction

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits. Les plus représentés sont les anthocyanes, les flavonoïdes et les tannins. Le dosage des polyphénols totaux par le réactif de Folin-Ciocalteu a été décrit dès Rossi(1965) Depuis, son utilisation s'est largement répandue pour caractériser les extraits végétaux d'origines les plus diverses. Dans notre laboratoire, nous utilisons ce dosage en routine après l'avoir adapté, afin qu'il réponde à deux objectifs : traiter un nombre important d'échantillons et ce à partir de très peu de matière végétale, être transposable à tout type de tissu de l'arbre (bois, feuilles, racines...).(Nathalie Boizot, 2006)

II.1.1-Généralités

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires végétaux. Ils sont caractérisés par la présence de groupements phénoliques: 1 ou plusieurs cycles aromatique (benzéniques) porteurs de 1 ou plusieurs OH.

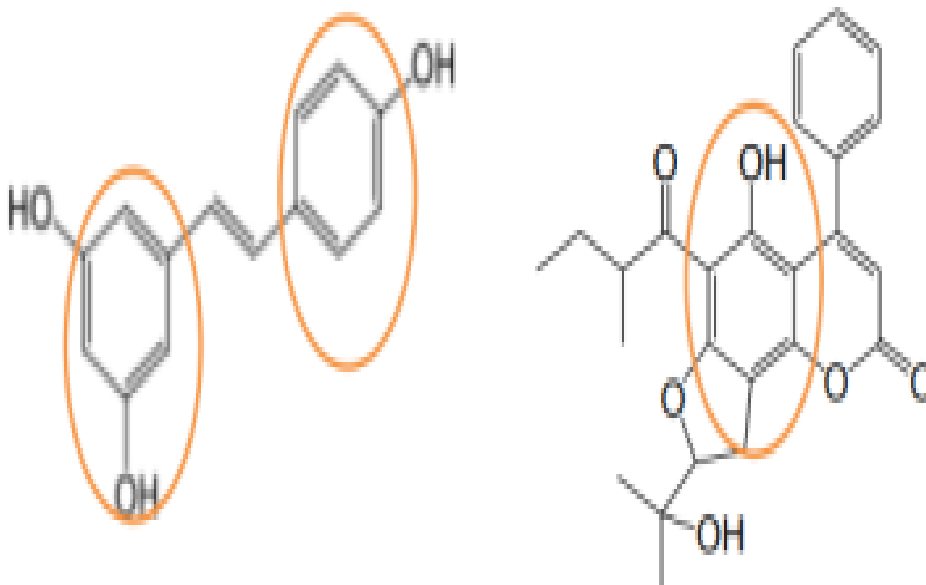


Figure 3 : Groupements Phénoliques de 1 ou Plusieurs OH (LABBANI, 2021)

La désignation générale « Composés phénoliques » concerne à la fois les mono, les di et les polyphénols dont les molécules contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques (fonctions phénols).

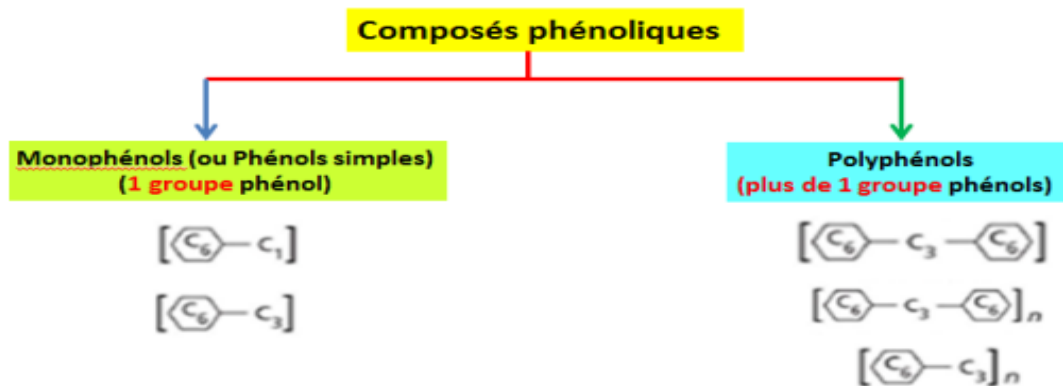


Figure 4 : Composés Phénoliques (LABBANI, 2021)

Le terme polyphénol a été introduit en 1980, en remplacement au terme ancien de tanin végétal (vegetable tannin). Les polyphénols sont ce que nous connaissons autrefois sous le terme de tannins.

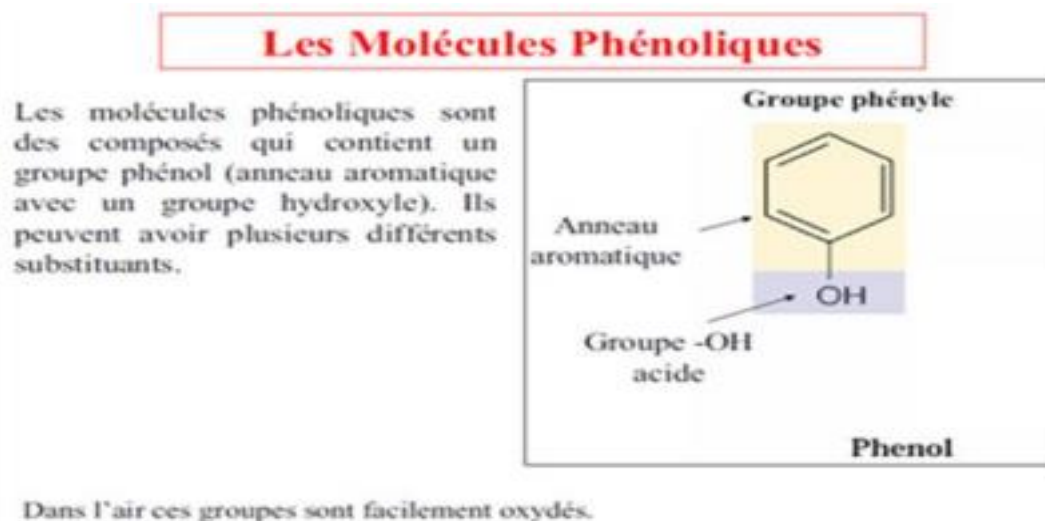


Figure 5 : Les Molécules Phénoliques (LABBANI, 2021)

Les polyphénols sont souvent associés en structures complexes généralement de haut P.M. et sont le plus souvent solubles dans l'eau (hydrosolubles). Les composés phénoliques forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes. Ils présentent près de 8000 molécules divisées en une dizaine de classes chimiques. (Ralph, 2006)

Chaque classe est caractérisée par la présence d'un noyau benzoïque auquel un ou plusieurs groupes hydroxyles sont directement liés.(Matkowski A., 2008)

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollen, fruits, graines et bois). Ils sont synthétisés par les plantes soumises à des conditions difficiles (infections, blessures, radiation UV, ...) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits. Les plus représentés sont les anthocyanes, les flavonoïdes et les tannins. Leurs localisations au sein de la plante est à peu près homogène entre tiges, feuilles, racines et graines. A l'échelle cellulaire, ces molécules sont stockées dans des vacuoles cytoplasmiques mais seulement dans les cellules périphériques des épidermes de la plante.(LABBANI, 2021)

II.1.2-Différentes Classes des Polyphénols

Ils peuvent aller de molécules simples, comme les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés, comme les tanins et les lignines. Les composés phénoliques peuvent être classés selon la complexité, le degré et les liaisons possibles du squelette de base avec d'autres molécules.

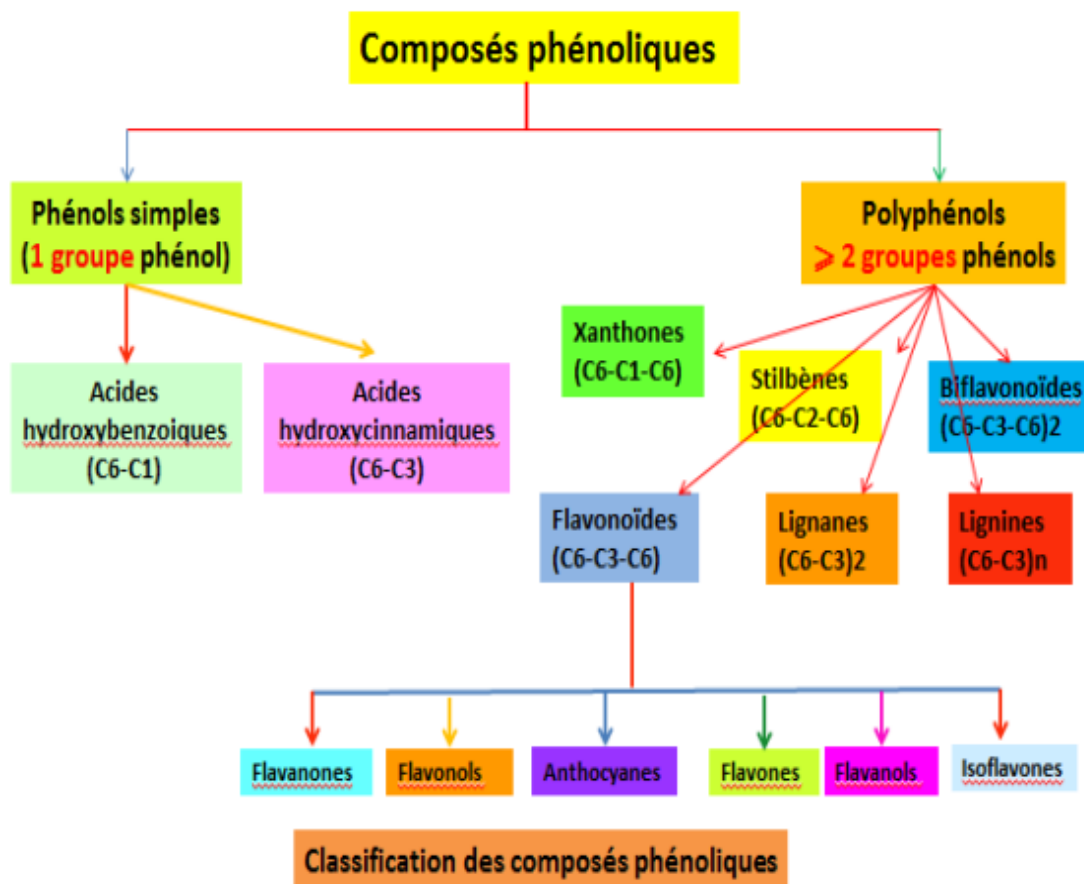


Figure 6 : Classification des composés phénolique (LABBANI, 2021)

Les polyphénols sont des molécules très diversifiées, constituées d'un ou plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. Ils peuvent être regroupés en de nombreuses classes suivant la complexité du squelette de base (noyau C₆), le degré de modification de ce squelette (oxydation, hydroxylation...) et enfin suivant les molécules auxquelles ils sont associés (glucides, lipides, protéines, autres métabolites).

Les formes les plus simples sont représentées par deux principaux groupes dont dérivent de nombreux composés: les acides hydroxycinnamiques et les flavonoïdes. Les formes complexes quant à elles, sont pour la plupart issues de la condensation de certaines formes simples et renferment, entre autre, les tannins et les lignines.

Les polyphénols sont répartis en différents groupes, définis en fonction de la structure de leur squelette carboné. Les acides phénoliques (C₆-C₁ et C₆-C₃) et surtout les flavonoïdes (C₆-C₃-C₆) sont les plus fréquemment retrouvés dans le règne végétal. Les lignanes (C₆-C₃-C₃-C₆), moins répandus. Le dernier groupe est celui des stilbènes (C₆-C₂-C₆); le plus connu est le resvératrol, présent dans la peau du raisin. Les flavonoïdes représentent le groupe le plus vaste des polyphénols et le plus largement distribué dans le règne végétal. Plus de 4000 flavonoïdes différents ont été identifiés. Plusieurs classes de flavonoïdes sont retrouvées dans notre alimentation. Elles diffèrent par le degré d'oxydation du noyau hétérocyclique oxygéné. (LABBANI, 2021)

Tableau 2 : Principales classes des composés phénoliques (Maataoui, Hmyene, & Hilali, 2006)

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine (exemple)
C ₆	Phénols simples	Catéchol	
C ₆ -C ₁	Acides hydroxy benzoïques	p-hydroxy benzoïque	Epices, fraise
C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinnamiques	Acide caféique, férulique	Pomme de terre, pomme
	Coumarines	Scopolétine	Citrus
C ₆ -C ₄	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C ₆ -C ₁ -C ₆	Xanthones	Mangiférine	
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbènes	Resvératrol	Vigne

C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes : * Flavonols * Anthocyanes * Flavanols * Flavanones	Kaempférol, quercétine Cyanidine, pélargonidine Catéchine, épicatechine Naringénine	Fruit, légumes, fleurs, fruits rouges Pomme, raisin Citrus
	Isoflavonoïdes	Daidzéine	Soja, pois
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C ₆ -C ₃ -C ₆) ₂	Biflavonoïdes	Amentoflavone	
(C ₆ -C ₃) _n	Lignines		Bois, noyaux des fruits
(C ₆ -C ₃ -C ₆) _n	Tanins condensés		Raisin rouge, kaki

II.1.3-Propriété Thérapeutique des Composés Phénoliques

Compte tenu de leur diversité, il n'est pas surprenant que les composés phénoliques exercent des fonctions aussi variées que la défense contre les parasites et les champignons, la résistance aux infections pathogènes et microbiennes, la protection contre les UV, le renforcement des parois des végétaux (sans quoi ils n'auraient aucune rigidité), etc....

Les composés phénoliques ne sont pas seulement les alliés des plantes. Leurs bienfaits pour les humains sont nombreux :

- Grâce à leur action anti oxydante, ils ralentissent le vieillissement de la peau et retardent l'apparition des rides.
- En limitant l'oxydation du cholestérol, ils empêchent l'obstruction des artères et réduisent ainsi le risque de maladies cardiovasculaires.
- En protégeant les cellules du stress oxydatif, ils ont un effet préventif sur nombre de maladies, métaboliques, inflammatoires ou neurodégénératives.
- Les propriétés anti-inflammatoires des polyphénols réduisent les risques d'inflammation chronique à l'origine des tumeurs cancéreuses. Dans la liste des aliments réputés «anticancers», beaucoup contiennent des composés phénoliques, notamment des acides-phénols.(neuralia.life/composes-phenoliques-des-vegetaux/, 2023)

II.2-Radicaux Libres et les Antioxydants

Les radicaux libres sont les ennemis jurés de notre peau. En trop grand nombre, ils causent son vieillissement prématuré et font apparaître rides, perte de fermeté et relâchement cutané. Heureusement, des solutions existent pour contrer la formation des radicaux libres.(skinceuticals, 2021)

Notre corps a besoin d'oxygène, mais les fonctions corporelles normales divisent parfois les molécules d'oxygène en deux atomes simples ayant un électron non apparié. Ces électrons non appariés recherchent dans l'organisme un autre électron pour former une paire stable, c'est pourquoi ils sont dits réactifs. Durant cette quête, ils causent des dommages aux protéines, à l'ADN et aux membranes cellulaires.(eucerin, 2022)



Figure 7 : Radicaux libres causant des dommages aux composants vitaux des cellules (eucerin, 2022)

II.2.1-Stress Oxydatif

Le stress oxydant, aussi appelé stress oxydatif, est causé par une oxydation trop importante dans le corps.

Mais qu'est-ce que l'oxydation ? Pour donner une image, on observe par exemple ce phénomène lorsque l'on coupe une pomme en deux, et qu'on la laisse à l'air libre. L'action de molécules, appelées enzymes, couplée à l'oxygène entraînent la production d'un pigment brun. C'est à cause de ce phénomène d'oxydation que la chair de votre pomme brunit.

L'oxydation est une réaction entre l'oxygène et une autre substance chimique qui libère des radicaux libres. Ces radicaux libres sont des molécules instables. Ils sont essentiels au bon fonctionnement de l'organisme car ils vont activer les voies antioxydantes de la cellule, mais ils deviennent nuisibles lorsqu'ils sont trop nombreux. En effet, les radicaux libres peuvent être néfastes quand ils s'attaquent à des cellules saines, provoquant ainsi des complications pour la santé. Pourtant, l'oxygène est nécessaire à la vie !

Heureusement, des molécules appelées antioxydants permettent au corps d'éliminer les radicaux libres. Ces antioxydants ralentissent ou empêchent l'oxydation.

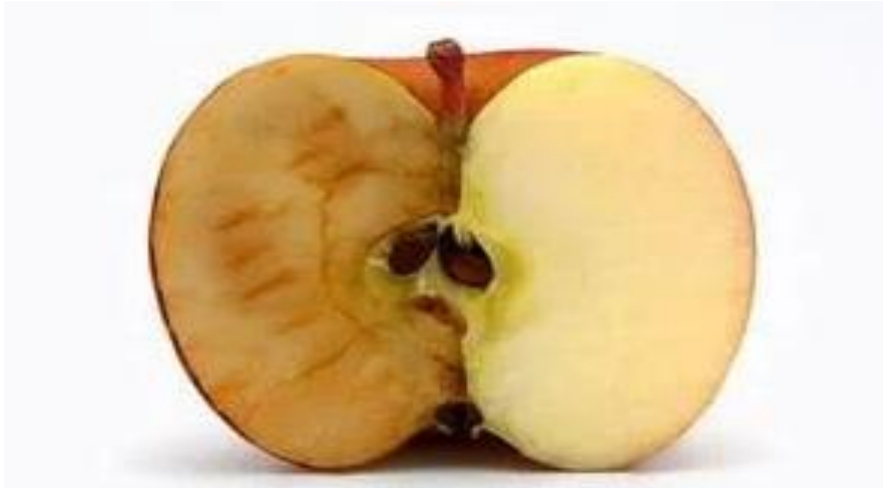


Figure 8 : L'oxydation est responsable du brunissement des fruits (eucerin, 2022)

Cependant, il arrive que la production de radicaux libres dépasse cette capacité des défenses antioxydantes, ou que ces dernières soient fragilisées ou diminuées. On assiste alors à un déséquilibre de la balance oxydants/antioxydants. C'est à ce moment-là que le stress oxydant se produit. Pour préserver notre organisme, il est donc indispensable d'éviter ce déséquilibre. (BRETON, laboratoire lescuyer, 2019)

II.2.2-Radicaux Libres

Notre corps comporte des molécules, constituées d'atomes entourés d'électrons. Pour que la molécule soit stable, ces derniers doivent être appariés, c'est-à-dire groupés par deux. Or, il arrive qu'une molécule possède un ou plusieurs électrons libres, qu'on appelle radical libre. Très instable, l'électron célibataire de la molécule va naturellement chercher son binôme chez une molécule voisine, endommageant ainsi la structure de cette dernière. La molécule agressée devient alors un radical libre, qui va aller chercher un deuxième électron chez une autre molécule, et ainsi de suite. C'est ce qu'on appelle une réaction en cascade.

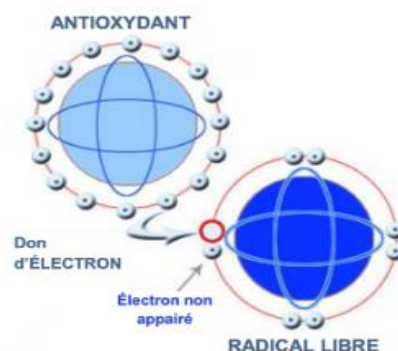


Figure 9 : Radical libre (skinceuticals, 2021)

Il existe de nombreux types de radicaux libres. Ceux qui causent le plus de dommages cutanés sont les ROS (Reactive Oxygen Species) ou dérivés réactifs de l'oxygène. Tout radical libre contenant de l'oxygène est considéré comme un ROS. Les radicaux libres d'oxygène, principalement générés par des facteurs externes (la pollution, le tabac, l'alcool, l'exposition au soleil sans protection, une alimentation non équilibrée et le stress quotidien), créent un stress oxydatif des cellules et modifient et endommagent les acides nucléiques, les protéines et les lipides.

Pour garder une peau ferme, rebondie et éclatante et prévenir des cancers cutanés, il est donc essentiel de réduire la formation de radicaux libres.

Tout d'abord, il est impératif d'adopter une bonne hygiène de vie et de protéger la peau du soleil avec une photo protection et ces toutes les années, sans exception ! Appliquez quotidiennement des soins topiques, et notamment des sérums antioxydants, qui vont neutraliser les radicaux libres et mettre fin à la réaction en cascade. Comment ? En pénétrant dans la peau, la molécule antioxydante fait un don d'électron, avec lequel l'électron célibataire du radical libre peut se marier.

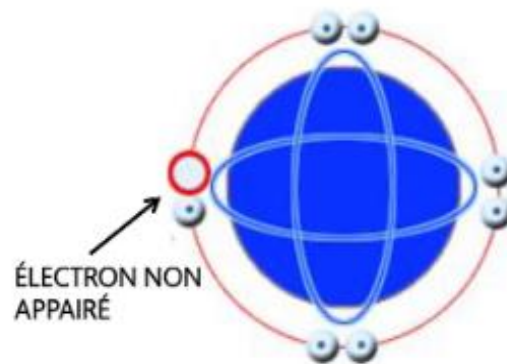


Figure 10 : Traitement des radicaux libres (skinceuticals, 2021)

Si le but premier des antioxydants est de réduire l'oxydation des cellules en limitant le nombre de radicaux libres, ils ont également d'autres pouvoirs magiques. Certains agissent sur l'éclat du teint, renforcent la barrière cutanée et contribuent à une peau plus saine, d'autres sont grandement efficaces sur les rides et la fermeté, en aidant à la synthèse du collagène.(skinceuticals, 2021)

II.2.3-Nature des Radicaux Libres

Les radicaux libres sont des espèces très réactives dérivées de l'oxygène qui s'attaquent à nos cellules.

Un radical libre (RL) est un atome qui se caractérise par la présence d'un électron célibataire, c'est-à-dire non apparié, ce qui le rend instable et particulièrement agressif vis-à-vis des molécules environnantes.

Pour retrouver sa paire originnaire, source de stabilité, le radical libre « attaque » d'autres atomes et leur « arrache » ce précieux électron manquant ; cet atome spolié devient à son tour radical libre.

Il existe de très nombreux radicaux libres, les principaux étant : l'anion super oxyde ($O_2^{\bullet-}$), le radical hydroxyle (OH^{\bullet}), l'oxyde nitrique ($\bullet NO$).

Les radicaux libres appartiennent aux « dérivés réactifs de l'oxygène ». En effet, ils sont naturellement produits dans la cellule à partir d'oxygène, notamment au niveau de la mitochondrie, dans la chaîne respiratoire.

Par exemple, le peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée (H_2O_2) est un dérivé réactif de l'oxygène non toxique mais capable de se transformer en radical hydroxyle $\bullet OH$, le plus dangereux des radicaux libres.

L'organisme puise son énergie dans la combustion des glucides et des lipides afin de produire de l'ATP, "la" molécule de l'énergie. Cette combustion est possible grâce à la chaîne respiratoire mitochondriale.

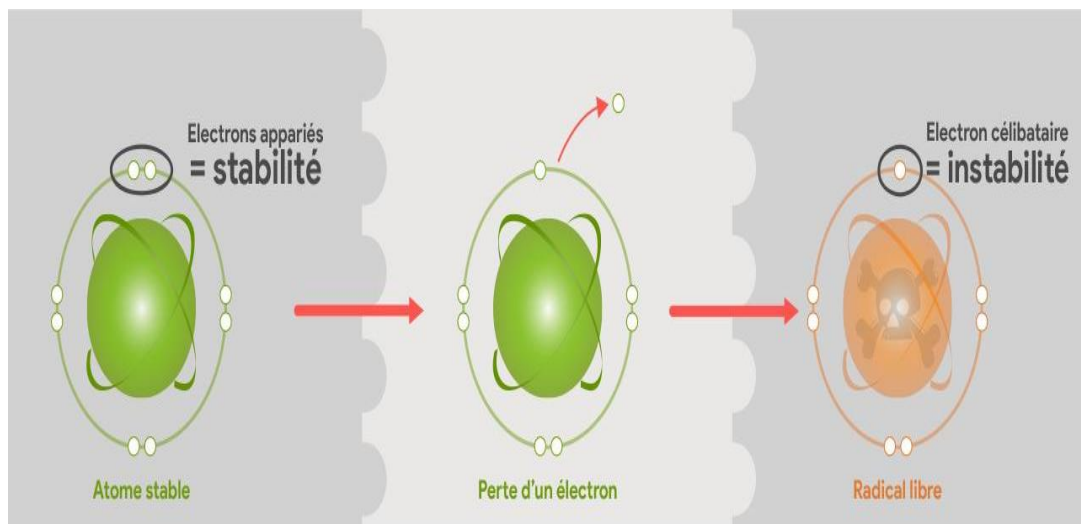


Figure 11 : Formation des radicaux libres (pensersante, 2020)

La chaîne respiratoire est un ensemble de complexes protéiques qui assurent le transfert d'électrons et / ou de protons par des phosphorylations oxydatives. Ce processus fait donc intervenir une série de réactions d'oxydation qui consomment de l'oxygène et produisent des dérivés : les radicaux libres oxygénés.

C'est ainsi que se mettent en place des réactions en chaîne destructrices, causes de dégâts souvent irréversibles sur des substrats biologiques tels enzymes, protéines, ADN... et conduisant à plus ou moins long terme, selon le capital génétique de chacun, au vieillissement des tissus... s'il n'y a pas intervention des antioxydants. (pensersante, 2020)

II.2.4-Circonstances physiologiques productrices de radicaux libres

- L'oxydation physiologique, vitale, qu'est la respiration. Mais oui, c'est un vrai paradoxe, l'oxygène, acteur des réactions chimiques cellulaires, avide d'électrons libres, est le principal producteur de radicaux libres.
- Lors des processus inflammatoires, infectieux.
- Lors d'exposition répétée au stress ou à des toxiques potentiels (pollutions diverses, tabac, pesticides, médicaments...).
- Notre environnement est aussi source de production radicalaire: lors d'exposition solaire excessive; lors d'exposition à des rayonnements électromagnétiques, à des pollutions, pesticides...

La formation et l'utilisation de radicaux libres peuvent cependant être vitales pour l'organisme : ce sera le cas dans la défense antibactérienne, la régulation des gènes, la destruction de cellules. (pensersante, 2020)

II.2.5-Les Antioxydants

Un antioxydant (AOX) est une molécule qui ralentit ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques à leur contact.

L'oxydation fait partie d'une réaction d'oxydoréduction qui transfère des électrons d'une substance vers un agent oxydant. Cette réaction peut produire des radicaux qui entraînent des réactions en chaîne destructrices. Les antioxydants sont capables d'arrêter ces réactions en chaîne en se réduisant avec les radicaux et annihilant ainsi leur action. Ces propriétés se trouvent beaucoup dans les familles des thiols et des phénols.

La plupart des êtres vivants ont besoin de dioxygène pour assurer leur existence, mais l'oxygène peut produire des radicaux libres (aussi appelés « espèces réactives de l'oxygène » (ROS, pour Reactive Oxygen Species) qui sont toxiques pour l'intégrité des cellules (Desmier, 2016), notamment au niveau des mitochondries. Les organismes possèdent cependant un système d'antioxydants et d'enzymes qui agissent ensemble pour protéger les composants des cellules comme l'ADN, les lipides et les protéines.

Dans les années 1990, d'importantes études scientifiques sur les antioxydants ont donné des résultats encourageants. Il s'est ensuivi une promotion médiatique effrénée des aliments contenant des antioxydants, et l'explosion des ventes d'antioxydants en complément alimentaire. Les résultats des études suivantes, portant notamment sur des compléments alimentaires, ont été plus contrastés. En 2017, la consommation de fruits et légumes est recommandée, mais celle de compléments alimentaires ne l'est pas.

Les antioxydants sont largement utilisés par l'industrie comme conservateurs pour les aliments, les cosmétiques, ou encore pour préserver le caoutchouc ou l'essence. (Paule latino-Martel, 2017)

Les antioxydants exogènes sont une source extérieure à l'organisme et permettent de renforcer vos défenses antioxydantes. Cela passe par l'alimentation. En effet, de nombreux antioxydants sont présents dans vos aliments.

Parmi eux, on retrouve de la vitamine C, la vitamine E et la vitamine A6. Mais aussi du zinc, du sélénium, ou encore du cuivre. Les caroténoïdes et les polyphénols, molécules présentes dans les végétaux, sont également de très bons antioxydants.(BRETON, laboratoire lescuyer, 2019)

Les antioxydants sont des substances qui aident à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres. Les radicaux libres sont des molécules instables qui peuvent agresser les cellules et leur matériel génétique, ce qui peut entraîner un vieillissement prématuré. Les antioxydants neutralisent les effets néfastes des radicaux libres en piégeant leurs électrons, ce qui les rend moins actifs.

Les antioxydants sont des solutions anti-âges, défendent l'organisme contre les radicaux libres pro-oxydants. Les antioxydants naturels sont essentiellement des vitamines (A, C, E), des minéraux (zinc, sélénium) ou encore les flavonoïdes (présents dans les plantes les fruits et légumes).(nutergia, 2023)

II.2.6-Les aliments riches en antioxydants

Il est donc essentiel de privilégier les aliments qui ont une teneur en antioxydants élevée, donc riches en nutriments de la famille des polyphénols, en vitamines (A, groupe B, C, E) et oligoéléments (sélénium, zinc) antioxydants afin de stimuler le métabolisme et lutter contre les radicaux libres.

Les végétaux ayant de meilleures qualités nutritionnelles quand ils sont de saison et fraîchement cueillis, modulez vos apports en fonction, sans pour autant renoncer à cette part végétale majoritaire de votre alimentation, surtout pendant la grossesse et l'enfance.

Pour que le corps bénéficie au mieux des micronutriments aux propriétés antioxydantes, préparez de préférence vos aliments avec des modes de cuisson doux.

a. Fruits et légumes riches en antioxydants naturels

- Vitamine A (bêta-carotène ou provitamine A) : carotte, pissenlit, persil, laitue, légumes verts, fruits et végétaux à chair jaune ou orange.
- Vitamine C : cerise acérola, cassis, persil, poivrons, estragon, kiwi, fraises, framboises, choux, cresson, agrumes, fruits rouges.
- Vitamine E : huile de tournesol germes de blé, amandes avec leur peau, tomates, kiwis, choux et tous les légumes à feuilles vertes.
- Vitamines groupe B : légumes verts à feuilles ; levure alimentaire, les fruits oléagineux, le foie, les coquillages, les poissons gras, le jaune d'œuf cru, le cresson, les épinards, l'oseille, la mâche.
- Sélénium / Zinc : fruits de mer, viande et œufs, céréales complètes, certaines épices (curcuma, clou de girofle), noix (noix de Grenoble, noix de pécan) et oléagineux.

Les apports en antioxydants peuvent se faire sous forme de compléments alimentaires dans le cadre d'une alimentation saine et variée. (nutergia, 2023)

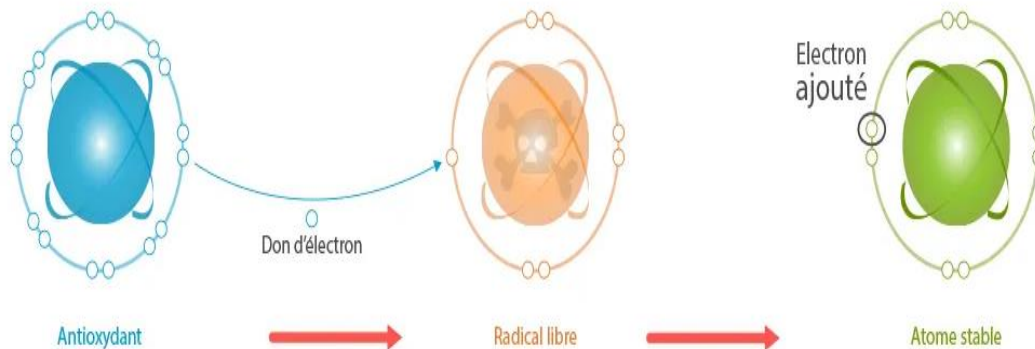


Figure 12 : Action des antioxydants sur les radicaux libres (nutergia, 2023)

b. Antioxydants dans l'alimentation

Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamines A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E), les polyphénols et le lycopène. Ceux-ci incluent les flavonoïdes (très répandus parmi les végétaux), les tanins (dans le cacao, le café, le thé, le raisin, etc.), les anthocyanes (notamment dans les fruits rouges) et les acides phénoliques (dans les céréales, les fruits et les légumes).

Sous forme réduite, le glutathion (protéine, très présente dans la levure de bière par exemple) est l'un des antioxydants les plus actifs dans nos cellules. Il est plus bioassimilable dans l'intestin s'il est lié à la vitamine C, notamment à la vitamine C liposomale qui neutralise sa charge en le rendant absorbable par l'intestin.

II.2.7-Systèmes Antioxydants

Un antioxydant se définit comme une molécule qui a la capacité de neutraliser une espèce oxydante, l'empêchant ainsi d'infliger des dommages à l'organisme.

On parle de systèmes antioxydants au pluriel, car il existe plusieurs sortes d'antioxydants, essentiellement :

- Les enzymes antioxydantes (SOD –super oxyde dismutase-, GPX -glutathion peroxydase-, CAT -catalase).
- Les substances antioxydantes apportées par l'alimentation, qui peuvent neutraliser directement les radicaux libres ou participer à l'action des autres systèmes antioxydants. Il s'agit des vitamines (A, C, E), des polyphénols, des caroténoïdes, des flavonoïdes, ainsi que des oligo-éléments comme le zinc, le manganèse ou le sélénium.

Comment booster les systèmes antioxydants ?

Une fois qu'on connaît les dégâts que peut provoquer le stress oxydant et la nature des systèmes oxydants, il semble évident de chercher à renforcer ces derniers. Deux approches sont possibles et complémentaires : améliorer son alimentation pour faire le plein d'antioxydants d'une part, et d'autre part renforcer l'action des mécanismes antioxydants avec l'activité physique, qui a la propriété de booster l'activité des enzymes antioxydantes. (sante, bretagne sport sante, 2022)

II.2.8-Utilisation des Antioxydants

Un antioxydant est une molécule qui ralentit ou empêche totalement l'oxydation des cellules en combattant les radicaux libres. Mais que sont les radicaux libres? ce sont deux mots simples pour expliquer un phénomène chimique assez complexe. Pour faire simple, les radicaux libres sont des atomes déséquilibrés inévitablement présents dans notre organisme. Pour s'accrocher, ces radicaux libres vont avoir besoin de se fixer sur d'autres cellules et ils les rendront libres à leur tour. Sans ça, ils s'attaqueront à toutes les cellules saines de votre corps et seront la cause du vieillissement prématuré de la peau dans le meilleur des cas, et du développement de cancers dans le pire des cas. Pour briser cette chaîne sans fin, il faut consommer des antioxydants.

Les antioxydants sont naturellement présents dans les aliments et empêchent les radicaux libres d'oxyder les cellules de notre organisme. Grâce à eux, il est possible de rompre la chaîne de création des radicaux libres et donc de limiter voire stopper la dégradation et le vieillissement prématuré des cellules.

Le corps est capable de produire naturellement ses propres antioxydants. En revanche, lorsque la quantité de radicaux libres est supérieure aux antioxydants, l'organisme ne peut pas se défendre seul. Il subit alors ce qu'on appelle le stress oxydatif. Comme de nombreuses études scientifiques le rappellent, celui-ci va engendrer des maladies dégénératives comme la maladie d'Alzheimer ou des maladies cardio-vasculaires. Les radicaux libres sont également responsables du vieillissement prématuré de la peau et de certains cancers. Il est donc nécessaire d'apporter des antioxydants supplémentaires à l'organisme par l'alimentation pour se défendre efficacement contre les radicaux libres.

Selon plusieurs études scientifiques, les molécules d'antioxydants empêchent l'oxydation des graisses qui peuvent avoir des conséquences négatives sur la bonne santé des vaisseaux sanguins. Ce sont particulièrement les caroténoïdes qui permettent de diminuer le mauvais cholestérol (LDL-cholestérol) dans le sang limitant ainsi la formation de maladies cardio-vasculaires. (BACH, maxdegenie, 2020)

Partie Expérimentale

Méthodes de Travail



III.1-Méthodes de Travail

Notre travail de recherche est réalisé au niveau du laboratoire de génie des procédés de l'université Ammar Telidji de Laghouat, l'ensemble des méthodes expérimentales que nous avons mené dans ce travail se structure comme illustré l'organigramme suivant :

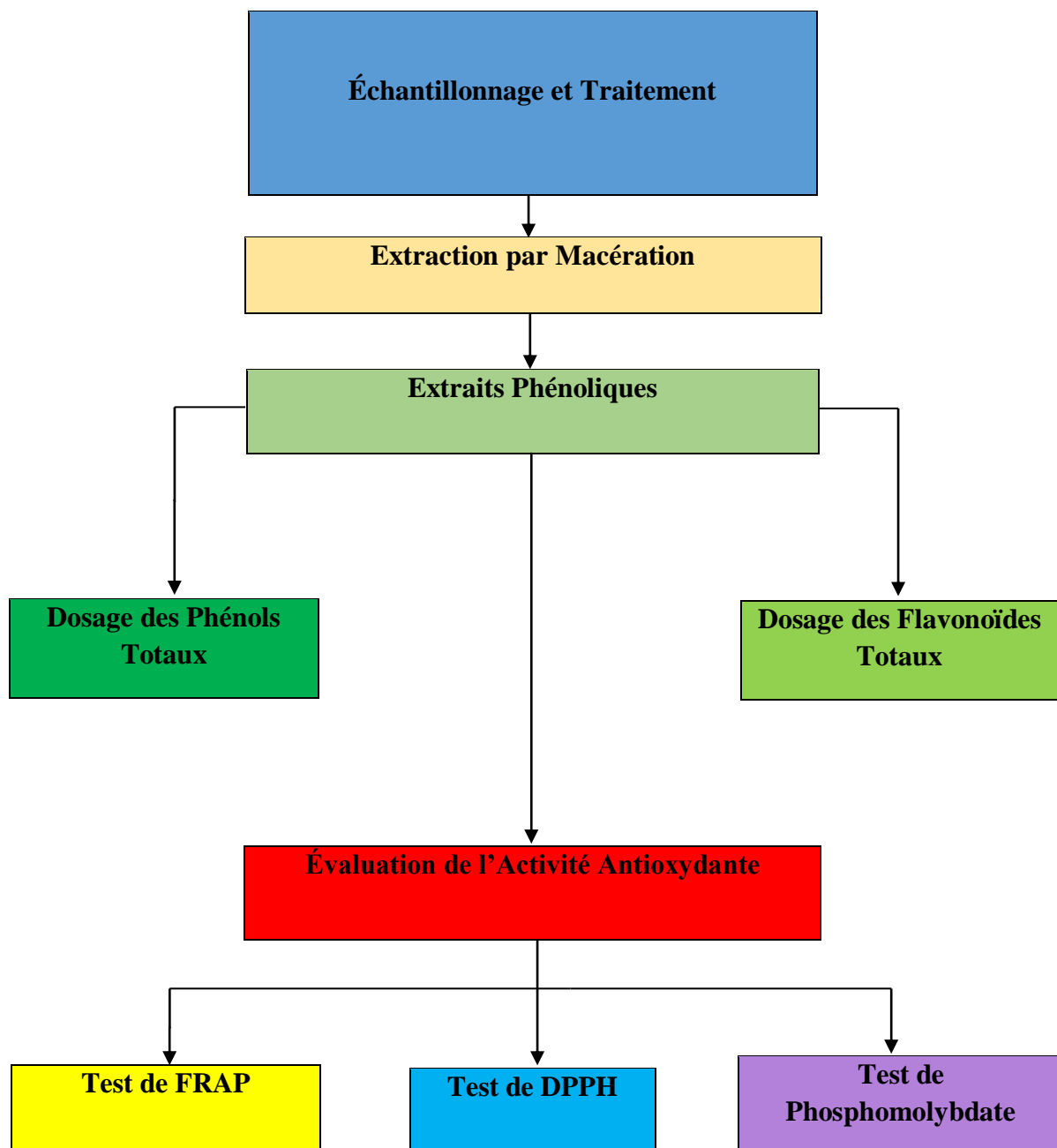


Figure 13 : Organigramme expliquant les différentes étapes dans notre travail

III.2-Produits Chimiques et Instruments

L'ensemble des produits Chimiques Et Instruments utilisés pour réaliser cette étude est résumé dans le **Tableau (3)** suivant :

Tableau 3 : Produits et Instruments

Produit	Marque	Instrument	Marque
Méthanol (CH ₃ -OH)	SIGMA-ALDRICH		
Éthanol (C ₂ H ₆ O)	SIGMA-ALDRICH	Spectrophotomètre UV-vis	SHIMADZU
Folin-Ciocalteu	SIGMA-ALDRICH	Etuve	Memmert
Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃)	SIGMA-ALDRICH	Balance électrique	KERNABS
Hexane (C ₆ H ₁₄)	SIGMA-ALDRICH	Vortex	VELP
Mono molybdate d'ammonium (NH ₄) ₂ MoO ₄	BIOCHEM	Moulin à café	Moulinex
Acide ascorbique (vitamine C)	ANALARNORMA PUR	micropipette	EASY
Rutine	SIGMA-ALDRICH	Bain-marie	Memmert
Chlorure d'aluminium (Al Cl ₃)	MERCK	Micropipette	Socorex
DPPH (C ₁₈ H ₁₂ N ₅ O ₆)	ALDRICH		
Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	SIGMA-ALDRICH		
Hexacyanoferrate de potassium (K ₃ [Fe(CN) ₆])	SIGMA-ALDRICH		
Acide gallique	SIGMA-ALDRICH		
Phosphate mono potassique (KH ₂ PO ₄)	SIGMA-ALDRICH		
Phosphate di potassique (K ₂ HPO ₄)	SIGMA-ALDRICH		
Chlorure ferrique (FeCl ₃)	BIOCHEM		
Phosphate di sodique (Na ₂ HPO ₄)	SIGMA-ALDRICH		
Acide trichloro acétique (C ₂ HCl ₃ O ₂)	SIGMA-ALDRICH		

III.3-L'échantillonnage et Traitement

Les échantillons des feuilles d'Artemisia herba alba été récoltés de la région (Wilaya de Laghouat) durant les premières semaines de mois mars 2024. Les feuilles sont séchées à l'ombre pendant un mois, elles ont été broyées à l'aide d'un moulin à café puis tamisées et conservées dans des sacs à papier ou des flacons en verre.

III.4-L'extraction des Composés Phénoliques

L'extraction des composés phénoliques a été procédée comme suit: Trois solvants ont été utilisés : méthanol, l'éthanol et l'hexane dans lesquels une macération de 10 g de la matière végétale dans 100ml de solvant a été effectuée pendant 72h. La macération a été suivie par une filtration.

L'extrait a subi une extraction liquide – liquide Pour éliminer les pigments de couleur tels que la chlorophylle d'un extrait végétal, la dépigmentation a été effectuée en utilisant l'hexane jusqu'à épuisement des pigments, les fractions obtenues sont été conservées dans des flacons biens celés jusqu'à utilisation (dosage des phénols et des flavonoïdes, l'évaluation de l'activité antioxydantes).

III.5-Analyse Quantitative

III.5.1-Dosage des Polyphénols Totaux

La concentration en polyphénols a été déterminée par spectrophotométrie selon la méthode de Folin-Ciocalteu (Singleton, 1999). Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phospho-tungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif de Folin-Cioclateau en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (Boizot N., 2006)

On met 100 μ l d'extrait ou de l'acide gallique sont mélangés avec 200 μ l du réactif Folin-Ciocalteu à 10 % et 2 ml d'eau distille, après 2 min on ajoute 1ml de Na₂CO₃ à 7,5% (m/v). Le mélange est agité et incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 30 minutes et l'absorbance est mesurée à 760nm par un spectrophotomètre UV-visible. Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g E). En utilisant la courbe d'étalonnage de l'acide gallique comme référence.

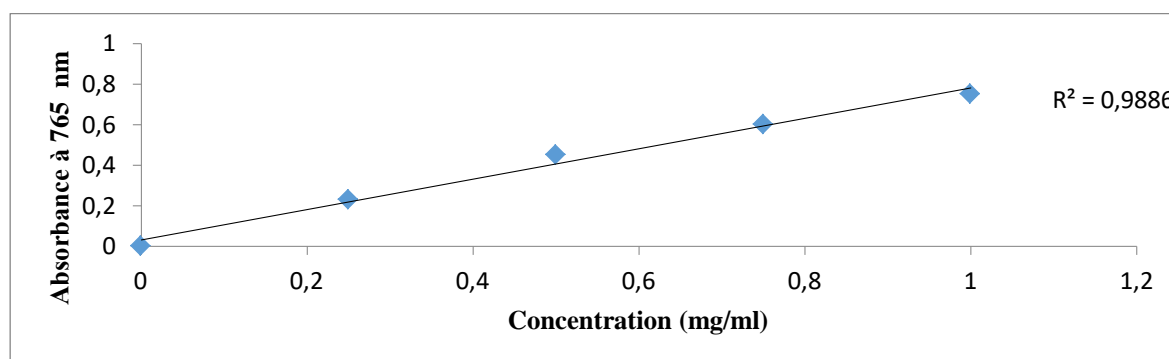


Figure 14 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

III.5.2-Dosage des Flavonoïdes Totaux

Le dosage des flavonoïdes contenus dans les extraits de feuilles d'Artemisia herba alba a été effectué par une méthode basée sur la formation de complexe entre les composés phénoliques et le trichlorure d'aluminium AlCl_3 (méthode colorimétrique) (PINKAS, 1996). Les complexes produits sont de couleur jaune absorbent dans le visible à 430nm.

Le flavonoïde utilisé comme référence dans cette méthode est la rutine. On met 1,5 ml d'extrait ou de rutine avec 1,5ml d' AlCl_3 à 3,6%, puis le mélange est vigoureusement agité, l'absorbance est lue à 430nm. La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un flavonoïde standard rutine (0-0,1 mg/ml), et sont exprimées en milli gramme d'équivalent de rutine par gramme d'extrait (mg ER/g E).

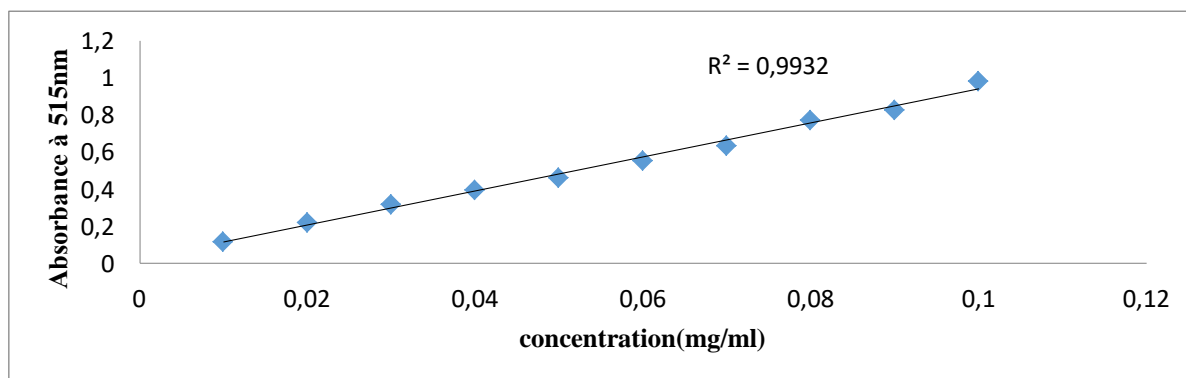


Figure 15 : Courbe d'étalonnage de la rutine

III.6-Évaluation de l'Activité Antioxydante

Les méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant d'un produit pur ou d'un mélange (l'extrait phénolique) sont nombreuses. Parmi lesquelles on a adopté les méthodes : la méthode de DPPH (2,2-diphényle-2-picryl-hydrazyle), et la méthode de phosphomolybdate et la méthode de FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power).

III.6.1-Test de Piégeage du Radical Libre DPPH

III.6.1.1. Principe

Afin d'étudier l'activité anti radicalaire de notre extrait, nous avons utilisé la méthode basée sur le DPPH (diphényle picrylhydrazyl) comme un radical relativement stable, selon le protocole décrit par (Bouhamdi, 2012). Le DPPH est caractérisé par une couleur violette dont l'intensité est mesurée à 517nm. En présence d'un donneur d'hydrogène. Le DPPH est réduit à la forme non radicalaire de couleur jaune pale (forme d'hydrazine) (Figure 16).

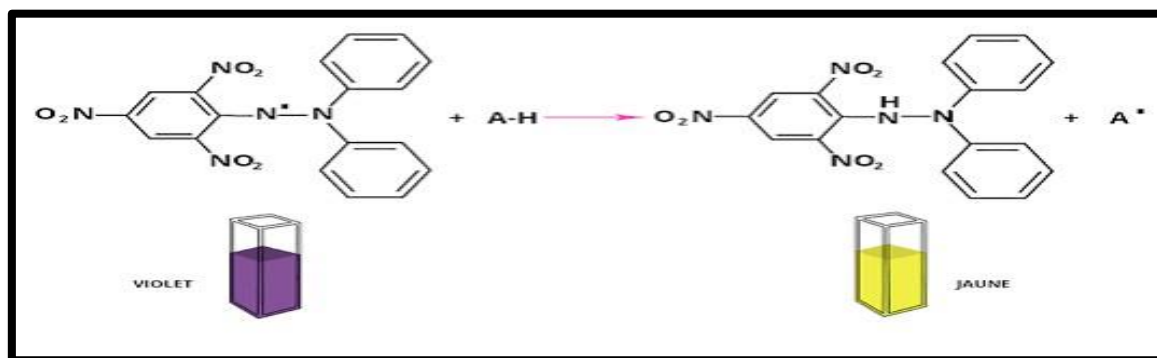


Figure 16 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• (Ganther, 1999)

III.6.1.2. Mode opératoire

Nous avons préparé une solution de DPPH (0,024mg/ml) par solubilisation de 2.4mg de DPPH dans 100ml de méthanol (La valeur d'absorbance doit être comprise entre 0,7 et 0,8. Si la valeur d'absorbance est supérieure à 0,8 la solution est diluée avec du méthanol).

Les tubes de dosages contiennent 200µl de différentes concentrations de l'extrait ou de l'acide ascorbique et 1,800 ml de solution de DPPH.

Le mélange est laissé à l'obscurité à la température ambiante pendant 30 minutes et mesurée à 517 nm.

III.6.1.3. Expression des résultats

L'activité anti radicalaire est estimée selon l'équation suivante:

$$\text{Activité anti radicalaire}\% = \frac{(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon})}{\text{Abs contrôle}} \times 100$$

L'étude de la variation de l'activité anti radicalaire en fonction de la concentration des extraits, permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition (IC50), une faible valeur de l'IC50 correspondant à une grande efficacité de l'extrait.

Le calcul des IC50 a été réalisé graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions testées. La valeur de l'IC50 est exprimée en mg/ml (3 répétitions pour chaque concentration).

III.6.2-Test de Phosphomolybdate

III.6.2.1. Principe

La méthode de (Elghozi J.L., 1992) a été employée pour évaluer la capacité réductrice des extraits phénoliques. Cette méthode est basée sur la réduction du molybdène de l'étage d'oxydation (VI) à l'étage d'oxydation (V) en présence de l'antioxydant. Cette réduction, se matérialise par la formation d'un complexe verdâtre à un pH acide détectable dans le visible à 695 nm.

III.6.2.2. Mode opératoire

0,2 ml de chaque extrait dilué est ajouté à 2 ml de la solution de réactif phosphomolybdique contenant le Molybdate d'ammonium (1.483%), phosphate de sodium (0.766%) et l'acide sulfurique (10%) préparé dans l'eau distillée. Le mélange a été placé dans un bain marie à une température 95°C pendant 90 minutes. Après refroidissement à une température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 695 nm. Une courbe d'étalonnage a été préparée en utilisant différentes concentrations de la vitamine C ; les résultats sont exprimés comme (mmole de vitamine C) par g et la capacité réductrice exprimés en tant qu'équivalent de la vitamine C.

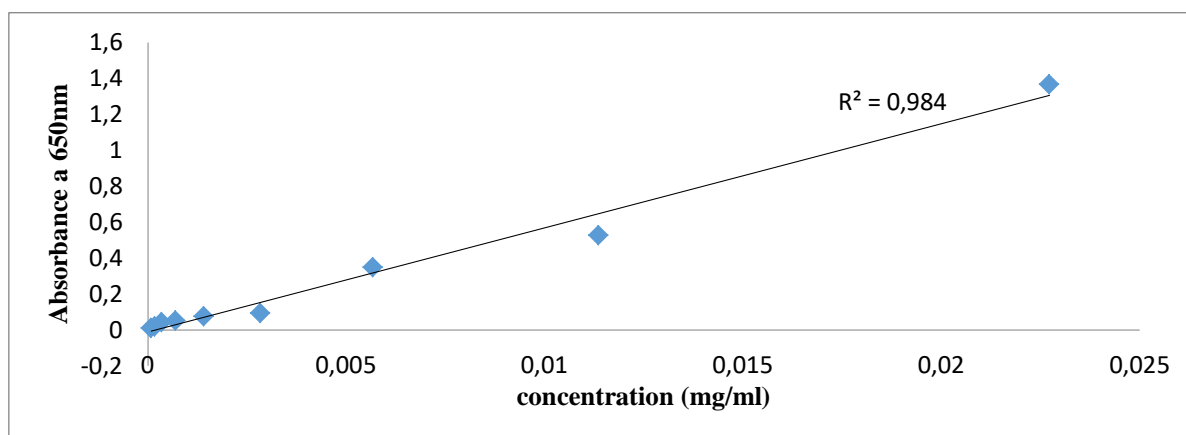


Figure 17 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

III.6.3-Test de FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power)

III.6.3.1. Principe

Les métaux sont en général les meilleurs initiateurs de réactions en chaîne susceptibles de déséquilibrer la balance du stress oxydatif en faveur de pro-oxydants.

Parmi ces métaux, le cation ferrique Fe^{3+} est le plus actif et on le retrouve souvent dans les aliments d'origine végétale ou animale.

Le pouvoir réducteur d'un extrait vis-à-vis du cation ferrique peut être considéré comme un indicateur de son activité antioxydante.

L'activité antioxydant, non enzymatique, d'inhibition de radicaux libres et de la peroxydation lipidique, est généralement contrôlée par des réactions d'oxydoréduction.

La méthode de FRAP peut être une bonne méthode pour investiguer le pouvoir antioxydant d'un extrait en évaluant son pouvoir de réduction du cation ferrique. La capacité totale en antioxydant de chaque extrait de plante est déterminée par la méthode adaptée par (Keim, 1998).

Le dosage consiste à réduire le complexe tripyridyltriazine ferrique [(Fe(III)-TPTZ] de couleur jaune en complexe ferreux [(Fe(II)-TPTZ] de couleur bleu-vert, sous l'action d'un antioxydant par un transfert d'électron (**Figure 19**).

La variation de la coloration est mesurée 700nm (Bassène, 2012).

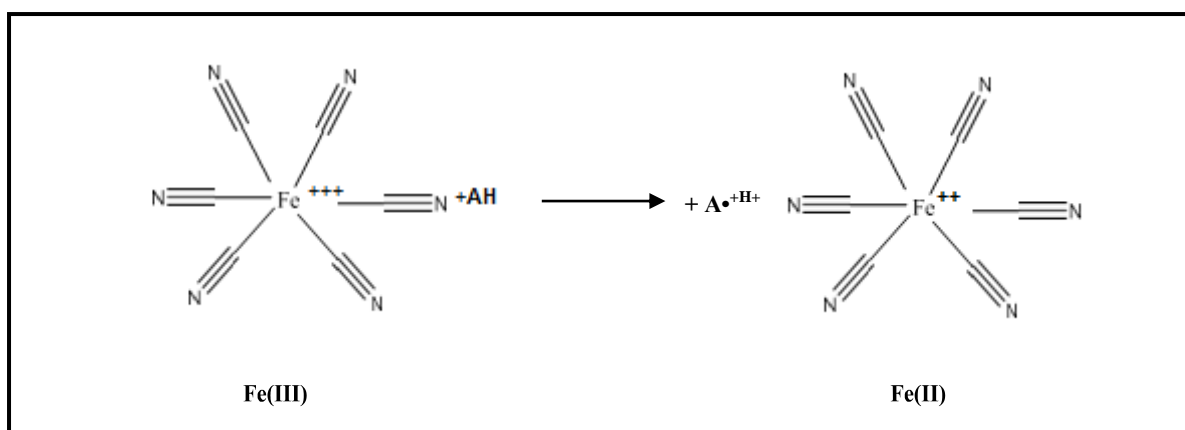


Figure 18 : Réaction d'un antioxydant avec le FRAP (Bassène, 2012)

III.6.3.2. Mode opératoire

Le pouvoir réducteur des extraits est déterminé par la méthode de FRAP (Bassène, 2012). Ainsi, 0,1ml d'échantillon à différentes concentrations est mélangé avec 2ml de tampon phosphate (0,2 M ; PH=6,6) et 2ml d'hexacyanoferrate de potassium [K₃Fe(CN)₆] à 1%. Après une incubation du mélange à 50 °C pendant 20 minutes, 0,2 ml d'acide trichloracétique 10 % y était ajouté, puis les tubes sont centrifugés à 3000 tours/mn pendant 10 minutes. En suite 2ml du surnageant de chaque tube est mélangé avec 0,2 ml eau distillé et 0,4 ml d'une solution de FeCl₃ à 0,1% et mesurer les absorbances à 700nm, une courbe d'étalonnage a été préparée en utilisant différentes concentrations de la vitamine C ; les résultats sont exprimés comme (mmole de vitamine C) par g et la capacité réductrice exprimés en tant qu'équivalent de la vitamine C.

Chapitre

IV

Résultats & Discussions



IV.1-Résultats et Discussions

IV.1.1-Dosage des Polyphénols Totaux et Flavonoïdes Totaux

IV.1.1.1-Dosage des Polyphénols Totaux

La quantité des phénols totaux dans nos échantillons est exprimée en équivalent d'acide gallique en milligramme par gramme de matière végétale sèche (mg/g). Les résultats obtenus sont présentés dans le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Teneurs en phénols totaux d'Artemisia herba alba

Les Extraits	Teneurs en Phénols Totaux (mg EAG/g)
Extrait éthanolique d'A.herba alba	100,71±0,503
Extrait méthanolique d'A. herba alba	124,211±0,931
Extrait hexanique d'A. herba alba	3,786±0,009

D'après les résultats, nous pouvons dire que nos plantes étudiées sont plus riches en composés phénoliques dans les extraits des échantillons étudiés. On remarque la teneur en composés phénoliques dans l'extrait méthanolique de la plante d'A.herba alba (124,211±0,931mg/g), est supérieure à celle l'extrait éthanolique de la plante d'A.herba alba (100,71±0,503mg/g), tandis que l'extrait hexanique l'inférieur teneur (3,786±0,009mg/g).

IV.1.1.2-Dosage des Flavonoïdes Totaux

Les teneurs en flavonoïdes des différents extraits de la plante étudiée ont été calculées à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage de la rutine et exprimées en équivalents de mg de la rutine par gramme de matière végétale sèche.

Les flavonoïdes contenus dans nos extraits phénoliques sont déterminés par la complexation des phénols par le trichlorure d'aluminium. Les résultats obtenus sont regroupés dans le **Tableau 5**.

Tableau 5 : Teneurs en flavonoïdes totaux d'A.herba alba

Les Extraits	Teneurs en Flavonoïdes Totaux (mg ER/g MS)
Extrait éthanolique d'A. herba alba	65,23 ±0,075
Extrait méthanolique d'A.herba alba	85,23±0,02
Extrait hexanique d'A.herba alba	0,879±0,016

Pour les flavonoïdes les plus riche est l'extrait méthanolique de la plante d'A.herba alba ($65,23 \pm 0,075 \text{mg/g}$), par la suite vient l'extrait éthanolique ($85,23 \pm 0,02 \text{mg/g}$) et l'extrait hexanique l'inférieur teneur ($0,879 \pm 0,016 \text{mg/g}$).

En comparant les teneurs en flavonoïdes à celles des composés phénoliques dans tous les extraits, nous remarquons qu'elles sont inférieures par rapport les composés phénoliques totaux, ce qui nous indique la richesse de nos extraits par d'autres composés flavonoïdes.

IV.2-Evaluation de l'Activité Antioxydante

IV.2.1-Test de DPPH

Les résultats sont exprimés en IC_{50} qui est défini comme étant la concentration de l'extrait exprimée nécessaire pour balayer 50% du radical DPPH est calculée à partir des courbes de la variation du pourcentage d'inhibition 1% en fonction de la concentration de chaque extrait. Il faut rappeler que plus la valeur d' IC_{50} est petite plus l'activité antioxydante des extraits est grande. Les résultats obtenus de ce test sont regroupés dans le **Tableau 6**.

Tableau 6 : Valeurs des IC_{50} trouvées pour tous les extraits de la plante d'A.herba alba Pour le DPPH

Les Extraits	IC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)
Extrait éthanolique d'A. herba alba	$37,622 \pm 0,47$
Extrait méthanolique d'A. herba alba	$30,71 \pm 0,72$
Extrait hexanique d'A. herba alba	$159,11 \pm 0,46$
Acide ascorbique	$1,1 \pm 0,005$
BHT	$1,2 \pm 0,002$
BHA	$1,00 \pm 0,006$

On remarque que les trois extraits de la plante d'A.herba alba représentent une activité antioxydante plus importante.

En comparant les valeurs d' IC_{50} de tous les extraits par rapport la valeur d' IC_{50} des antioxydants standards. L'activité la plus élevée à réduire le radical DPPH est présentée par l'extrait méthanolique d'A. herba alba est ($30,71 \pm 0,725 \mu\text{g/ml}$), et l'extrait éthanolique est ($37,622 \pm 0,473 \mu\text{g/ml}$) tandis que l'extrait hexanique ($159,11 \pm 0,46 \mu\text{g/ml}$) est le potentiel le moins à réduire le radical DPPH.

Les résultats obtenus montrent une augmentation du pourcentage de réduction du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait. Ainsi, on remarque que l'extrait méthanolique d'A.herba alba a un pouvoir anti radicalaire important, mais il reste inférieur à

celui du pouvoir antioxydant de BHA, la vitamine C et BHT ($IC_{50} = 1,00 \pm 0,006$ mg/ml ; $IC_{50} = 1,1 \pm 0,005$ mg/ml ; $IC_{50} = 1,2 \pm 0,002$ mg/ml) respectivement.

IV.2.2-Test du Phosphomolydate

L'activité antioxydante de nos extraits a été référée à celle de la vitamine C en termes d'équivalence. Donc, nous avons calculé le paramètre VCEAC (Vitamine C Equivalent Antioxydant Capacity) pour chaque extrait (**Tableau 7**). Ce paramètre, est défini comme étant la concentration de la solution standard de la vitamine C possédant la capacité antioxydante équivalente à une solution de 1 M de la substance étudiée (extrait). Plus la valeur de VCEAC est importante, plus le pouvoir antioxydant des extraits est important.

Tableau 7 : Les valeurs VCEAC des extraits de la plante d'A.herba alba étudié par le test du Phosphomolybdate

Les Extraits	VCEAC
Extrait éthanolique d'A.herba alba	0,321±0,005
Extrait méthanolique d'A.herba alba	0,412±0,007
Extrait hexanique d'A.herba alba	0,014±0,0006

L'extrait méthanolique a montré la capacité antioxydant totale la plus élevée avec de valeur de VCEAC (0,412±0,007), suivi par l'extrait éthanolique avec de valeur de VCEAC (0,321±0,005). Par contre, l'extrait hexanique a montré un moins capacité antioxydante totale avec de valeur VCEAC (0,014±0,0006).

IV.2.3-Test Pouvoir Réducteur: FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power)

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée en utilisant la méthode FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible.

Tableau 8 : Les valeurs VCEAC des extraits de plante d'A.herba alba par le test de FRAP

Les Extraits	VCEAC
Extrait éthanolique d'A.herba alba	0,306±0,0012
Extrait méthanolique d'A.herba alba	0,372±0,008
Extrait hexanique d'A.herba alba	0,0487±0,0003

Nous remarquons que l'extrait méthanolique présente l'activité la plus élevée pour réduire le fer comparativement aux autres extraits avec une valeur de VCEAC

(0,372±0,008), suivi par l'extrait éthanolique dans l'ordre de VCEAC (0,306±0,0012). L'activité la plus moins est remarquée chez l'extrait hexanique avec VCEAC (0,0487±0,0003).

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Un grand nombre de plantes médicinales contiennent des composés chimiques ayant des propriétés antioxydantes. Plusieurs travaux de recherche ont été effectués sur les polyphénols extraits de ces plantes médicinales. Les différents résultats publiés indiquent qu'elles sont douées de plusieurs propriétés biologiques. Cependant, les travaux de recherche sur les propriétés antioxydantes de certaines plantes sont rares. Par conséquent, l'évaluation de telles propriétés demeure une tâche intéressante et utile, en particulier pour trouver de nouvelles sources d'agents antioxydant d'origine naturelle.

Notre travail est axé vers l'étude de l'activité antioxydante des extraits phénoliques de la plante médicinale d'A.herba alba qui est très répandu en Algérie et issu par son utilisation dans la médecine traditionnelle.

L'extraction des composés phénoliques de la plante d'A.herba alba a été effectuée par macération, les résultats de l'analyse quantitative des extraits phénoliques obtenus montrent que nos extraits contiennent des phénols totaux et des flavonoïdes totaux ce qui nous laissent à constater que cette plante est une source prometteuse de composés phénoliques.

Au cours de notre travail, nous avons également mesuré l'activité antioxydante des extraits phénoliques par trois tests : l'analyse par le radical stable DPPH•, l'estimation du pouvoir réducteur par le réactif de Phosphomolybdate, et Pouvoir réducteur du fer. L'évaluation des propriétés antioxydantes par les trois tests a révélé que tous nos extraits manifestent une forte activité.

Les résultats du DPPH montrent que l'extrait méthanolique d'A.herba alba possède une meilleure capacité à piéger le radical DPPH•, avec une IC_{50} égale à $30,71 \pm 0,72 \mu\text{g/ml}$.

Et pour la méthode de phosphomolybdate l'extrait méthanolique d'A.herba alba possède une bonne action réductrice vis-à-vis Mo(VI), avec VCEAC de $0,412 \pm 0,007$, et teste de FRAP avec VCEAC de $0,372 \pm 0,008$ pour l'extrait méthanolique des feuilles.

Ainsi, une activité antioxydante remarquable a été constatée par les tests du FRAP et DPPH, comme nous avons remarqué que l'extrait méthanolique d'A.herba alba présente une capacité intéressante pour réduire le fer par rapport aux autres extraits.

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons dire que les extraits phénoliques de la plante étudiée ont une bonne activité antioxydante intéressante. Cette analyse trouve une importante application dans l'industrie pharmaceutique comme elle peut trouver aussi une application dans l'industrie alimentaire.

***Références
Bibliographiques***

Références bibliographiques

Bibliographie

Aidoud. (1983). *Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud 3ème cycle, univ.,*

Akrout. (2004). *Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Biskra.*

BACH, N. N. (2020, 05 18). *maxdegenie.* Récupéré sur <https://www.maxdegenie.com/>: <https://www.maxdegenie.com/conseils-et-astuces/les-antioxydants-et-leurs-bienfaits/>

Bassène. (2012). *Initiation à la Recherche sur les Substances Naturelles Extraction.,*

Bendjilali. B, R. H. (1980). *Etude de quelques peuplements d'armoise blanche du Maroc. Artemisia herba alba, Rivista Italiana E.P.P.O.S, LXII, (2)-69-74.*

Bendjilali. B, R. H., & P, L. (1984). *chémotypes d'armoise blanche du Maroc, congrès international de la société italienne de phyto-chimie, 131-151.*

Bezza L., M. A.-M. (2010). *Composition chimique de l'huile essentielle d'Artemisia herba-alba provenant de la région de Biskra (Algérie). Phytothérapie., 8 : 277-281.*

Boizot N., a. C. (2006). *Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra. Pp 79-82. (cited in DjemaiZoueglache S, 2008).*

Bouhamdi. (2012). *Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des feuilles de Pergularia tomentosa L. de la région d'Adrar. Mémoire de Master en Biochimie appliqué. Université Abou-Bekr Belkaid. Tlemcen. 57 p.*

Bouldjadj. (2009). *étude de l'effet antidiabétique et antioxydant de L'extrait aqueux lyophilisé d'artemisia herba alba asso Chez des rats sains et des rats rendus diabétiques par Streptozotocine. P 31.*

Bouraoui N., L. B. (2003). *Plantes médicinales dans les traitements traditionnels (fréquence d'utilisation, formes de préparation et pathologies traitées). Mémoire de fin d'études supérieures section nutrition humaine, Ecole supérieure des sciences et techniques de la santé. Tunis.*

Boutekjenet. (1987). *Contribution à l'étude chimique d'artémisia herba alba, projet de fin d'étude en génie chimique. Ecole nationale polytechnique Alger, 1987.*

BRETON, L. (2019). *laboratoire lescuyer.* Récupéré sur <https://www.laboratoire-lescuyer.com/>: <https://www.laboratoire-lescuyer.com/blog/nos-conseils-sante/stress-oxydant-et-antioxydants-comprendre-pour-mieux-vieillirhttps://www.laboratoire-lescuyer.com/blog/nos-conseils-sante/stress-oxydant-et-antioxydants-comprendre-pour-mieux-vieillir>

Celles. (1980). *Biologie et écologie végétales des régions arides univ de Nice., 1* 20.15-.

Desmier, T. (2016). *fr.wikipedia.org/wiki/Antioxydant*. Récupéré sur <https://fr.wikipedia.org/>: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Antioxydant>

Elghozi J.L., D. D. (1992). *Pharmacologie 2ème Ed : Médecine Flammarion. Paris. 289p.*

eucerin. (2022). *eucerin.fr/votre-peau/signes-de-lage-et-vieillissement-cutane/free-radicals*. Récupéré sur <https://www.eucerin.fr/>: <https://www.eucerin.fr/votre-peau/signes-de-lage-et-vieillissement-cutane/free-radicals>

Faucher. (1997). *Bactériofiche :Technique de bactériologie clinique. Ed :Copyright 2002. P1-15.*

Feuerstein I., D. A. (1988). *Constitution of the essential oil from an Artemisia herba-alba population of Spain. Phytochemistry., 27 (2) : 433-434.*

Francis Joannès. (2001). *Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert LaffontISBN2-221-09 207-4.*

Friedman J, . V. (1986). *A. pretiminiry classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field sriey among Bedouins- in the Negev desert, Israel. J Ethno.. Jun.; 16(2-3):275-8.7.*

Ganther. (1999). *Selenium metabolism, selenoproteins and mechanisms of cancerprevention: complexities with thioredoxinreductase. Carcinogenesis.20 (19): 1657-1666.*

Hurabielle. M., M. M. (1981). *Contribution à l'étude chimique de deux huiles d'Artémisia : Artémisia herba alba asso et Artémisia vulgaris linnaeus; intérêt chimiotaxonomique, rivista italiana E.P.P.OS, LXIII (6), 296-299.*

INPI. (2014). *The international plant name Index.*

Jager, S. S. (2005). *Screening of traditionally used Lebanese herbs for neurological activities. J Ethnopharmacol, 97: 145–149.*

Jager, S. S. (2005). *Screening of traditionally used Lebanese herbs for neurological activities. J Ethnopharmacol, 97: 145–149.*

Keim, H. a. (1998). *“An Efficient Approach to Clustering in Large Multimedia Databases with Noise,” KDD, 1998, pp. 58-65.*

LABBANI. (2021). *fac.umc.edu*. Récupéré sur <https://fac.umc.edu.dz/>: <https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/becol/2022/Pr-LABBANI-Compos%C3%A9s%20ph%C3%A9noliques.pdf>

Maataoui, B. S., Hmyene, A., & Hilali. (2006). *Lebanese Science Journal, 2006, 7, 3-8.*

Marco J-A., S.-C. J.-F. (1994). *New germacranolides and Eudesmanolides from north African Artemisia herba-alba.* *J. Nat. Prod.*, 57 (7) : 939-946.

Marrif H. I., A. B. (1995). *Some pharmacological studies on Artemisia herba alba (Asso.) in rabbits and mce.* *.k»wnal OEfEthnopharmacology* 49,51 55.

Matkowski A., T. P. (2008). *Antioxidant activity of herb extracts from five medicinal plants from Lamiaceae, subfamily Lamioideae.* *Journal of Medicinal Plants Research*, 2 (11): 321-330.

Mohamed A-H-H., E.-S. M.-A.-E.-E.-M. (2010). *Chemical Constituents and Biological Activities of Artemisia herba-alba.* *Rec.Nat. Prod.* 4 (1) : 1-25.

Nabli. (1989). *Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. Tome1.* Ed MAB (faculté des sciences de Tunis) : 186-188 p.

Nathalie Boizot, J.-P. J.-P. (2006). *hal.inrae.* Récupéré sur <https://hal.inrae.fr/>: <https://hal.inrae.fr/hal-02669118/document>

neuralia.life/composes-phenoliques-des-vegetaux/. (2023, 01 16). *neuralia life.* Récupéré sur <https://neuralia.life/>: <https://neuralia.life/composes-phenoliques-des-vegetaux/>

nutergia. (2023). <https://www.nutergia.com/fr/fr/comprendre-la-micronutrition/quel-est-le-role-des-antioxydants>. Récupéré sur <https://www.nutergia.com/>: <https://www.nutergia.com/fr/fr/comprendre-la-micronutrition/quel-est-le-role-des-antioxydants>

Paule latino-Martel, J. G. (2017). Récupéré sur <https://fr.wikipedia.org/>: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Antioxydant>

pensersante. (2020). [pensersante.fr/les-radicaux-libres/](https://www.pensersante.fr/les-radicaux-libres/). Récupéré sur <https://www.pensersante.fr/>: <https://www.pensersante.fr/les-radicaux-libres-quest-ce-que-cest>

PINKAS, B. T. (1996). *Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations.* *Arznei. Forschung.*, 46: 1086-1089.

Pouget. (1989). *Les relations sol-végétation dans les steppes.* *Trav. Doct. Deorstom*, 19890, 556p.

Quezel P., S. S. (1962). *Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions DésertiquesMériodiales.* Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome I. 565 p.

Ralph, W. .. (2006). *Phenolic compound biochemistry* Ed Springer .USA. 24p.

Rossi, S. V. (1965). *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents.* *American Journal of Technology and Viticulture.* 16, 144-153.

sante, b. s. (2022). *bretagne sport sante*. Récupéré sur <https://bretagne-sport-sante.fr/2022/02/07/pourquoi-comment-booster-systemes-antioxydants/>.

Singleton. (1999). *Bactériologie.4ème ed :Dunod, Paris. P271.*

skinceuticals. (2021, 07 30). *skinceuticals.fr/skin-c-magazine/radicaux-libres-et-antioxydants.html*. Récupéré sur <https://www.skinceuticals.fr/https://www.skinceuticals.fr/skin-c-magazine/radicaux-libres-et-antioxydants.html>

Valeurs moyennes d'ORAC total tirées de la table (en) Nutrient Data Laboratory, U. S. (2010). *fr.wikipedia.org/wiki/Antioxydant*. Récupéré sur <https://fr.wikipedia.org/https://fr.wikipedia.org/wiki/Antioxydant>

Vernin. (1995). *iopscience.iop.org/*. Récupéré sur <https://iopscience.iop.org/>.

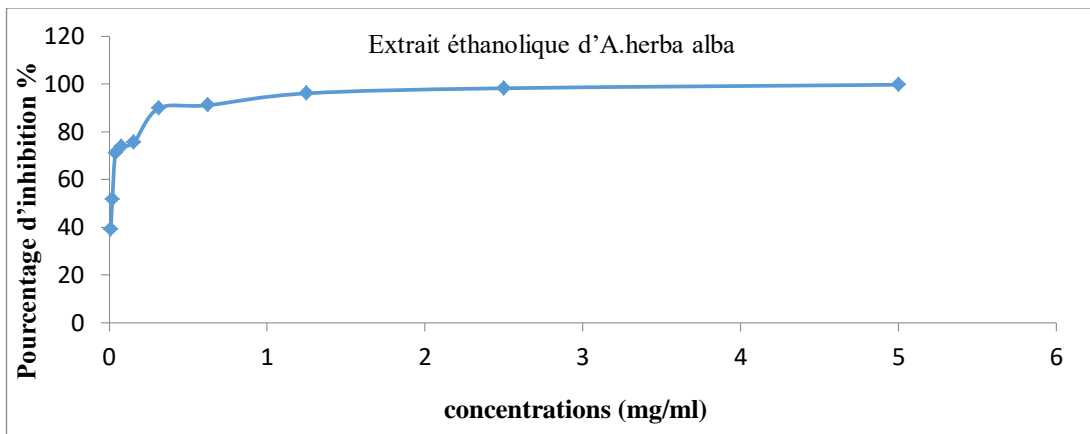


Annexes

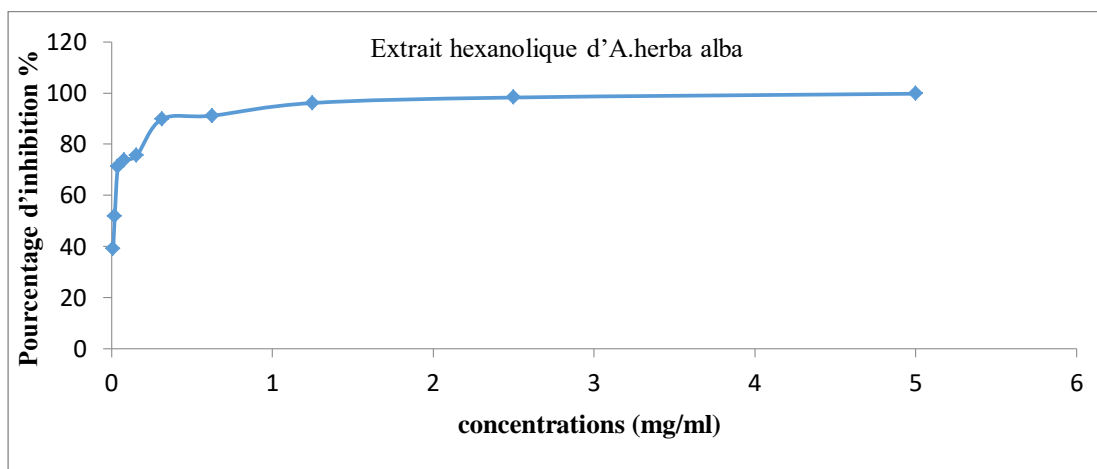
Annexe 1

Annexe 1 : Test de DPPH

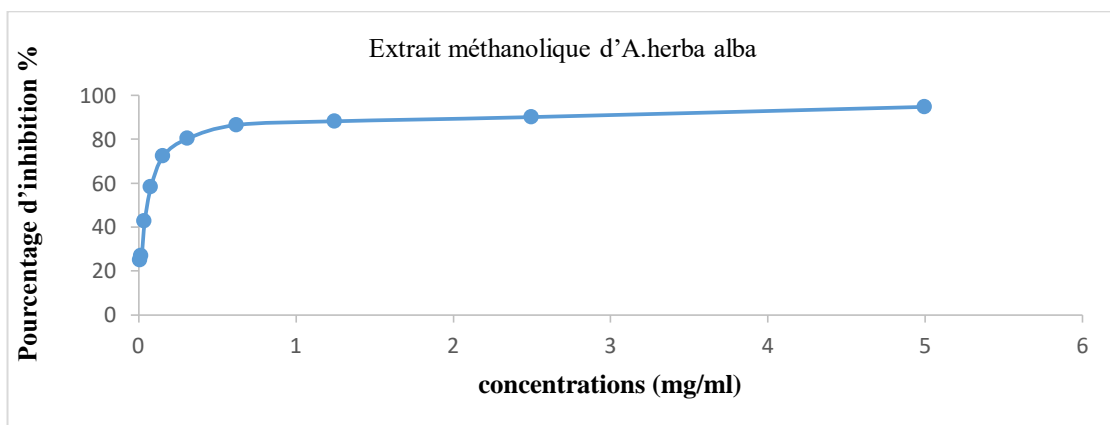
➤ Extrait éthanolique d'Artemisia herba alba



➤ Extrait méthanolique d'Artemisia herba alba



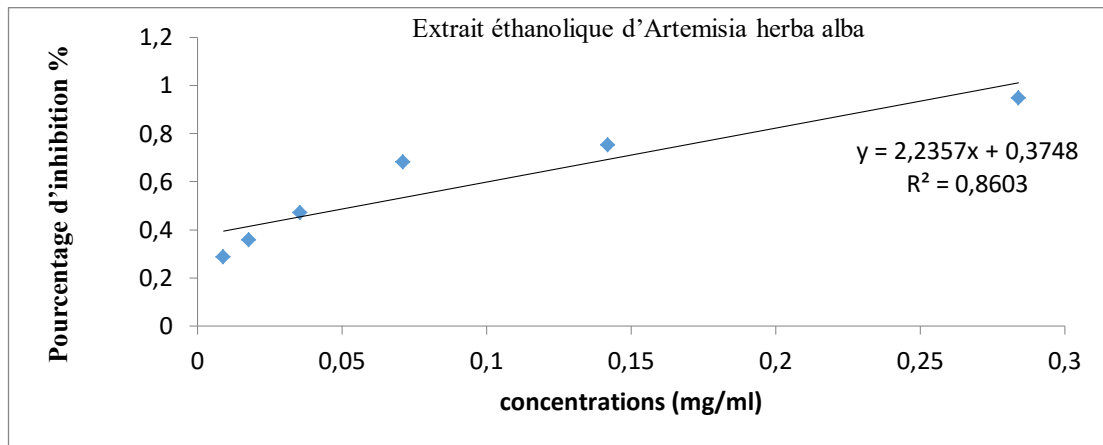
➤ Extrait hexanolique d'Artemisia herba alba



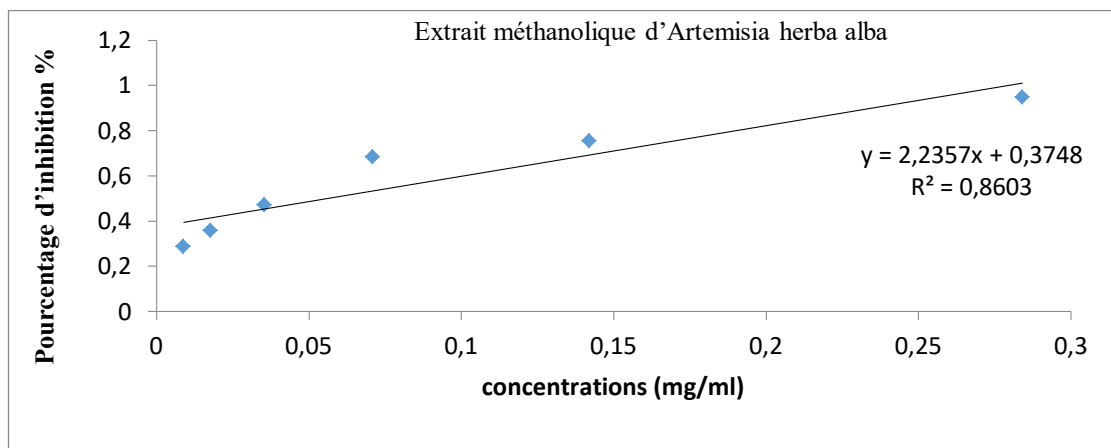
Annexe 2

Annexe 2 : Test de Phosphomolybdate

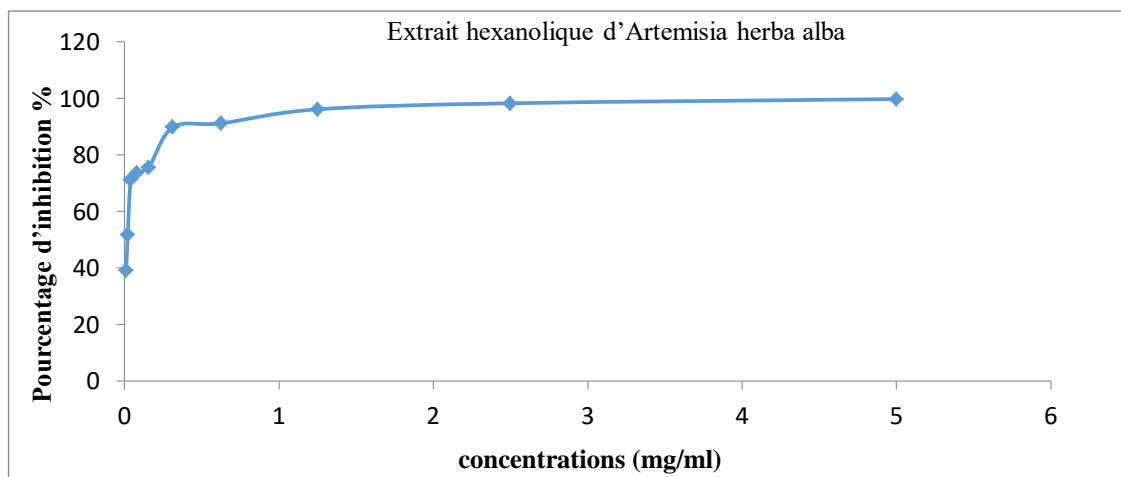
➤ Extrait éthanolique d'Artemisia herba alba



➤ Extrait méthanolique d'Artemisia herba alba



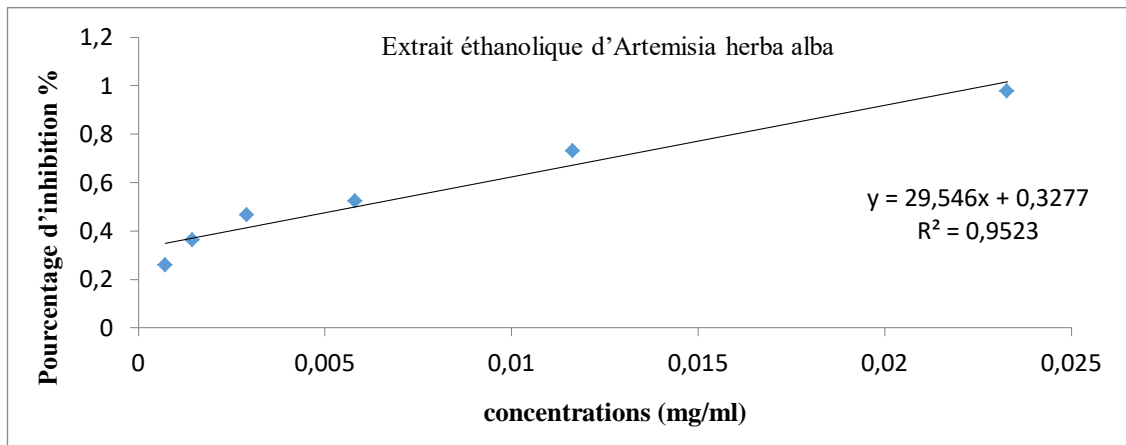
➤ Extrait hexanolique d'Artemisia herba alba



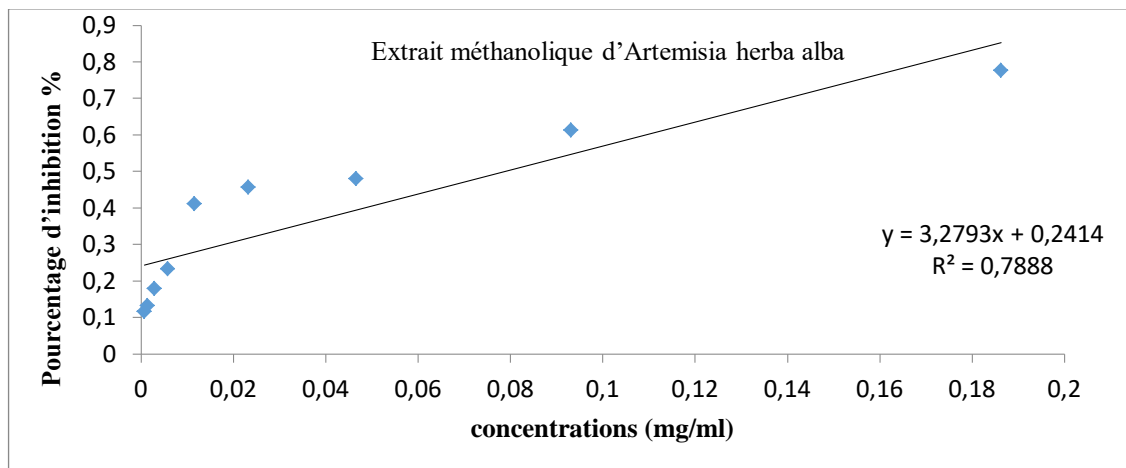
Annexe 3

Annexe 3 : Test de FRAP (Ferric Reducing antioxydant Power)

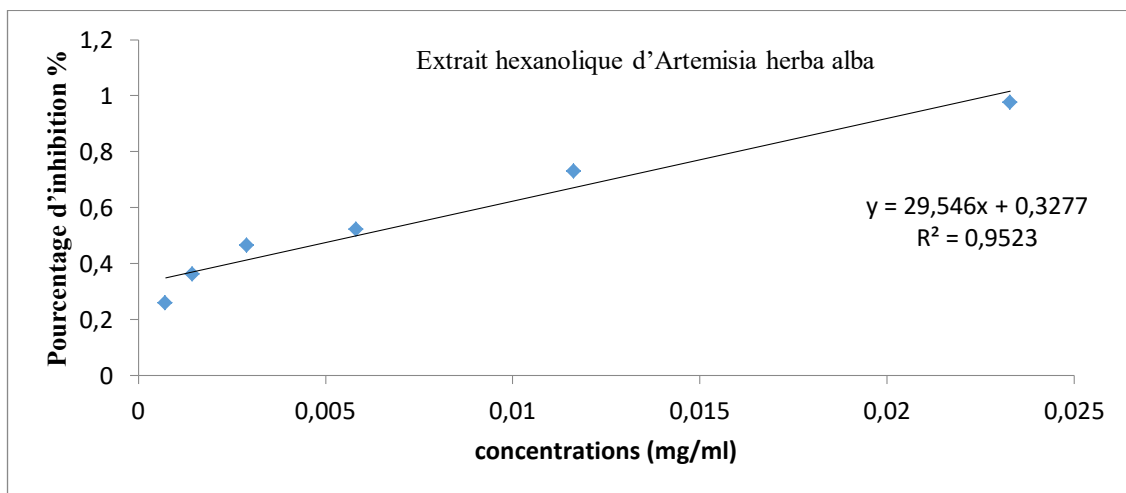
➤ Extrait éthanolique d'Artemisia herba alba



➤ Extrait méthanolique d'Artemisia herba alba



➤ Extrait hexanolique d'Artemisia herba alba



عنوان المذكرة : المساهمة في النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الفينولية للنبات الطبي المحلي «Artemisia herba alba»

المؤطر : قتان هجيرة

الاسم : الحاج عبد المالك
الاسم : غسان

اللقب : عويسي
اللقب : عامر

الملخص :

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم النشاط المضاد للأكسدة لنبات Artemisia herba alba المحصود في منطقة الأغواط. الجزء الأول من الدراسة تضمن استخلاص البوليفينول و الفلافونيدات مع الميثانول والإيثانول والهكسان. قمنا بقياس إجمالي البوليفينول والفلافونيدات التي لاحظنا منها أن كمية البوليفينول في المستخلص الميثانولي لنبات Artemisia herba alba هي $124,211 \pm 0.931$ مجم EAG/g بالإضافة إلى مستوى الفلافونويدات بمحتوى 85.23 ± 0.02 مجم MS/ER. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات المختلفة بثلاثة طرق؛ اختبار فسفوموليبيدات، DPPH الكسح الجذور الحرة واختبار FRAP. قدم المستخلص الميثانولي والإيثانولي لنبات Artemisia herba alba نشاطًا مضادًا للأكسدة مثيرًا للاهتمام (مل/ميكروجرام 37.622 ± 0.473 مل/ميكروجرام 30.71 ± 0.725 IC50 = 30.71±0.725) لاختبار DPPH والفسفوموليبيدات، FRAP: (0,412±0,007 M), (0,372±0,008 M) VCEAC = للمستخلص الميثانولي للأوراق.

الكلمات المفتاحية : مركبات الفلافونويد ، مركبات الفينول ، نشاط مضادات الأكسدة ، DPPH ، فسفوموليبيدات ، FRAP.

Memory title : Contributing to the antioxidant activity of phenolic extracts of medicinal plants «Artemisia herba alba»

Name : AOUISSI
Name : AMEUR

First name : HADJ Abdelmalek
First name : Ghassane

Directed by : GUENANE Hadjira

Abstract:

The objective of the present study was to evaluate the antioxidant activity of Artemisia herba alba harvested in the Laghouat region. The first part of the study consisted of extracting polyphenols and flavonoids with methanol, ethanol and hexane. We quantified the total polyphenols and flavonoids from which we noted that the quantity of polyphenols in the methanolic extract of Artemisia herba alba is $124,211 \pm 0.931$ mg EAG/g in addition to the level of flavonoids with a content of 85.23 ± 0.02 mg ER. /g DM.

The antioxidant activity of the different extracts was evaluated by three methods; phosphomolybdate test, DPPH free radical scavenging and FRAP test. The methanolic and ethanolic extract of Artemisia herba alba presented an interesting antioxidant activity (IC50 = $37.622 \pm 0.473 \mu\text{g/ml}$, $30.71 \pm 0.725 \mu\text{g/ml}$) for the DPPH and phosphomolybdate test, FRAP: VCEAC = (0.412 ± 0.007 M), (0.372 ± 0.008 M) for the methanolic extract of the leaves.

Key words: flavonoids, phenolic compound, antioxidant activity, DPPH, phosphomolybdate, FRAP.

Titre du mémoire : Contribution à l'activité antioxydante des extraits phénoliques d'une plante médicinale locale «Artemisia herba alba»

Nom : AOUISSI
Nom : AMEUR

Prénom : HADJ Abdelmalek
Prénom : Ghassane

Encadreur : GUENANE Hadjira

Résumé :

L'objectif de la présente étude était d'évaluer l'activité antioxydante d'Artemisia herba alba récoltés dans la région de Laghouat. La première partie de l'étude consistait à extraire des polyphénols et des flavonoïdes avec le méthanol, l'éthanol et l'hexane. Nous avons quantifié les polyphénols totaux et les flavonoïdes d'où on a marqué que la quantité en polyphénols de l'extrait méthanolique de d'Artemisia herba alba est de $124,211 \pm 0,931$ mg EAG/g en plus du taux de flavonoïdes avec une teneur de $85,23 \pm 0,02$ mg ER. /g MS.

L'activité antioxydante des différents extraits a été évaluée par trois méthodes ; test de phosphomolybdate, le piégeage du radical libre DPPH et le test de FRAP. L'extrait méthanolique et éthanolique d'Artemisia herba alba présenté une activité antioxydante intéressante (IC50 = $37,622 \pm 0,473 \mu\text{g/ml}$, $30,71 \pm 0,725 \mu\text{g/ml}$) pour le test de DPPH et phosphomolybdate, FRAP : VCEAC = ($0,412 \pm 0,007$ M), ($0,372 \pm 0,008$ M) pour l'extrait méthanolique de feuilles.

Mots clés : flavonoïdes, composés phénoliques, activité antioxydante, DPPH, phosphomolybdate, FRAP.