

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DÉPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

Étude des polyphénols de l'Armoise blanche : extraction assistée par ultrasons et évaluation de l'activité antioxydante

Présenté par :

M^{lle} KACI Numidia

M^{lle} NEMROUDI Dyhia

Devant le jury :

Président	SADOUDI	Rabah	MCA	UMMTO
Examinatrice	ADDAR	Lydia	MCB	UMMTO
Encadrante	CHENAH	May	MCB	UMMTO

Année universitaire 2023/2024

REMERCIEMENTS

Bien que parfois les mots perdent leur éclat face à la profondeur des émotions, il est néanmoins nécessaire de les traduire en remerciements afin de reconnaître tous ceux qui ont contribué à ce travail.

Tout d'abord, nous tenons à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant, qui nous a accordé le courage, la patience et la persévérance tout au long de ces longues années d'études et nous a guidés jusqu'à la réussite et l'accomplissement de ce projet de fin d'études

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers notre promotrice, Mme CHENAH May, pour ses précieux conseils, sa sincérité et son engagement et ainsi que sa personnalité aimable, qui nous a soutenus et orientés durant la période de la réalisation de ce travail. Ce fut un véritable plaisir de travailler à vos côtés.

Nos sincères remerciements s'adressent aux membres de jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

À l'honneur de Monsieur SADOUDI Rabah qui a présidé le jury, ainsi qu'à Mme ADDAR Lydia qui a accepté d'être l'examinatrice de ce mémoire.

On tient à exprimer notre profonde gratitude envers tous nos professeurs du département des sciences alimentaires pour leur précieuse expertise tout au long de notre parcours universitaire.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Mme BOUAZZOUNI Khadidja pour son soutien et sa disponibilité inébranlable, ainsi qu'à tous les membres du laboratoire de l'université Mouloud Mammeri -Bastos - pour leur collaboration.

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers Monsieur METNA Boussad.

Enfin, nous exprimons notre gratitude envers nos familles, nos proches et amis pour leurs soutiens et leur patience pendant l'accomplissement de ce travail.

Dédicace

C'est avec gratitude et sincères mots que je dédie humblement ce projet à mes très chers parents, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon amour éternel, ma gratitude et mon respect pour tous les sacrifices que vous avez converti pour que je puisse être là.

A mon très cher père,

Dans l'ombre de ton absence, chaque succès est teinté de tristesse, car tu n'es plus là pour le partager. Mais aujourd'hui, plus que jamais, je sens ta présence à mes côtés. Ce projet, qui marque la fin de mes études, est un hommage pour toi, mon guide silencieux, dont l'amour et la force continuent de m'inspirer chaque jour. Tu m'as appris à affronter le monde avec courage et à ne jamais renoncer, des leçons que j'applique avec chaque battement de cœur. Je dédie ce triomphe à ta mémoire éternelle, avec l'espoir que, d'où tu es, tu puisses ressentir toute la fierté et l'amour que je garde pour toi.

Et à ma très chère mère,

A la plus belle mère, ma meilleure amie, tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du développement qui n'a pas cessé de m'encourager, ta prière et ta bénédiction m'ont été un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mon merveilleux frère,

Pour l'amour qu'il m'accorde, à chaque instant d'enfance que nous avons passé ensemble, mon frère, en signe de ma profonde reconnaissance pour l'aide que tu m'as apportée. Tu m'as soutenu, réconforté et encouragé. Que nos liens fraternels se renforcent et se maintiennent encore davantage.

À mes deux grands-mères qui ont toujours été là pour moi.

A TOUTE MA FAMILLE

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

Je tiens à remercier la famille Manseur pour leurs soutiens et leurs présences.

Je souhaite exprimer ma gratitude envers ma promotrice, "CHENAH May", sans qui tout cela n'aurait pu être réalisé.

Sans oublier mon binôme « Dyhia » pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous les étudiants du département des sciences alimentaires, en particulier ceux de la section M2 contrôle de qualité. À mes enseignants et professeurs du primaire à l'université,

A mes amies

Kenza.o,Melinda,thanina,Lina,Kenza,Amina,Yasmine,Kamelia,Daya,leticia,Chanez,Mounia, Yasmine,Fatima,Sassi, Taous. Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A moi-même, tu es courageuse, forte et persévérante.

KACI Numidia.

Dédicace

Louange à dieu seul ;

Ce modeste travail est dédié spécialement

À ma cher maman, ma raison de vivre, en témoignage de ma reconnaissance pour sa patience, son amour et ses sacrifices.

À mon cher papa pour son amour et son dévouement.

« À vous mes parents, je dis merci d'avoir fait de moi celle que je suis aujourd'hui, aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour vous. Puisse ce travail vous témoigne mon affection et mon profond amour ».

À mon chère frère Lounes et ma chère sœur Djouza, qui je le sais, ma réussite est très importante à leurs yeux. Que dieu vous garde pour moi.

*À ma grand-mère Messade, je te souhaite bonne santé et longue vie,
Je tiens à remercier la famille Temam pour leurs soutiens et leurs présences.*

A mon encadrante, Mme Chenah May pour son aide et ses conseils pendant la réalisation de ce travail.

A mon binôme Numidia pour tous les hauts et les bas que nous avons partagé tout au long de ce mémoire.

À tous mes amies de la section M2 contrôle de qualité en particulier, Nekmouche Lina, Zerrouki Kenza, Serrik Sarah qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

À mes enseignants et professeurs du primaire à l'université,

Pour finir, à tous ceux que j'aime et qui m'aime, je dédie ce mémoire.

NEMROUDI DYHIA

Liste des abréviations

Abréviations	Signification
MS	Matière sèche
DPPH	2-2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
FRAP	Pouvoir réducteur de fer
CUPRAC	Cupricion reducing antioxydante
ABTS	Acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)
MO	Micro-onde
UAE	Extraction assistée aux ultrasons
CCM	Chromatographie sur couche mince
HPLC	Chromatographie liquide de haute performance
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
US	Ultrasons
pH	Potentielle d'Hydrogène
PR	Pouvoir réducteur
PPT	Polyphénols totaux
UV	Ultra visible

Liste des Figures

Figures	Titres des figures	Pages
Matériels et méthodes		
Figure1	Résumé graphique de l'expérimentation	18
Figure02	(a). La pesée de la poudre d'armoise dans les creusets en aluminiums,(b).Introduction des creusets dans l'étuve,(c). Refroidissement des creusets dans le dessiccateur	19
Figure3	a. Pesée de poudre d'armoise blanche, b. Pesée de verre en Porcelaine vide, c. Incinération des trois creusées dans le four à moufle.	20
Figure4	a. Pesée du ballon vide, b. Méthode d'extraction par soxhlet , c. Ballon après évaporation	21
Figure5	(a).Extractiondespolyphénols,(b).DosagedespolyphénolsparleréactifFolin-Ciocalteu,(c). Lecture au spectrophotomètre	23
Figure6	(a).Dosage des tanins,(b).Lecture au spectrophotomètre	24
Figure7	(a).Dosage des flavonoïdes,(b). Lecture au spectrophotomètre	25
Figure8	(a).Dosage de l'activité antioxydante, (b).Centrifugation, (c).Lecture au spectrophotomètre	26
Résultats et discussions		
Figure9	Evaluation de l'activité antioxydante des extraits par la méthode FRAP (chaque valeur représente la moyenne de deux essais).	32

Liste des tableaux

Tableaux	Titre des tableaux	Pages
Synthèse bibliographique		
Tableau I	Classification botanique d'armoise blanche	3
Résultats et discussion		
Tableau II	Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'armoise blanche.	27
Tableau III	Résultats des analyses phytochimiques.	28
Tableau IV	Résultats de l'analyse de la variance des différentes variables étudiées.	28
Tableau V	Effet de l'extraction assistée par ultrasons sur les PPT et les flavonoïdes	29
Tableau VI	Résultats des concentrations inhibitrices (CI50) en fonction du traitement US	32

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Synthèse bibliographique

I. Contexte botanique et chimique de l'Armoise blanche 2

I.1 Présentation historique de l'armoise blanche..... 2

I.2 Contexte botanique de l'Armoise blanche 2

I.3 Composition chimique 3

II. Classification et propriétés des polyphénols de l'Armoise..... 4

II.1 Définition des polyphénols 4

II.2 Classification des polyphénols 5

II.2.1 Flavonoïdes..... 5

II.2.2 Acides phénoliques 5

II.2.3 Tanins 5

II.2.3.1 Tanins hydrolysables 5

II.2.3.2 Tanins condensés 6

II.2.4 Anthocyanosides..... 6

II.2.5 Phénols simples 6

II.2.6 Coumarines 6

II.2.7 Quinones 7

II.2.8 Stilbènes..... 7

III. Propriétés antioxydantes des polyphénols.....	7
III.1 Piégage du radical libre (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl « DPPH »)	7
III.2 Pouvoir réducteur de fer (FRAP)	7
III. 3 Test ABTS (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)).....	8
III. 4 Cupric ion Reducing antioxidant capacity (CUPRAC).....	8
IV. Méthodes d'extraction et de caractérisation des polyphénols de l'armoise	8
IV.1. Techniques traditionnelles d'extraction des polyphénols	8
IV.1.1 Infusion	8
IV.1.2 Décoction	9
IV.1.3 Macération.....	9
IV.1.4 Extraction par Soxhlet.....	9
V. Techniques modernes d'extraction des polyphénols.....	10
V.1 Extraction assistée par ultrasons.....	10
V.2 Extraction assistée par micro-ondes	11
VI. Techniques analytiques utilisées pour la caractérisation des polyphénols.....	11
VI.1 Techniques chromatographiques.....	11
VI.2 La chromatographie sur couche mince	11
VI.3 Chromatographie liquide de haute performance (HPLC)	12
VI.4 Chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	12
VII. Activités Biologiques des Polyphénols de l'Armoise.....	12
VII.1 Activités antibactériennes	12
VII.2 Activités antifongiques	12
VII.3 Autres activités biologiques pertinentes	13
VIII. Applications des polyphénols de l'armoise en agroalimentaire et contrôle de Qualité...13	
VIII.1. Additifs	13

VIII.2 Stabilité et la qualité des aliments	14
IX. Effet des polyphénols sur la santé humaine	14
IX.1 Un allié contre le vieillissement de la peau.....	14

Matériel et méthodes

I. Matériel et méthodes.....	16
I.1 Matériel	16
I.1.1. Matériel biologique	16
I.1.2. Matériel non biologique	16
I.2 Méthodes.....	16
I.2.1 Préparation de la poudre d'armoise blanche	16
I.2.2 Expérimentation	17
I.2.3 analyse physicochimique de la poudre d'armoise.....	18
I.2.3.1 Détermination de la matière sèche (Taux d'humidité).....	18
I.2.3.2 Détermination de taux de cendres (matière minérale)	20
I.2.3.3 Détermination du taux d'extractibles.....	21
I.2.4 Analyses phytochimiques des extraits éthanoliques	22
I.2.4.1 Détermination du rendement d'extraction	22
I.2.4.2 Dosage des composés phénoliques	22
I.2.4.2.1 Dosage des polyphénols totaux.....	22
I.2.4.2.2 Dosage des tannins.....	23
I.2.4.2.3 Dosage des flavonoïdes.....	24
I.2.5 Test d'activité antioxydante	25

I.2.5.1 La capacité de réduction ferrique (FRAP)	25
--------------------------------------------------------	----

I.3 Analyse statistique	26
-------------------------------	----

Résultats et discussion

I. Résultats et discussion	27
----------------------------------	----

I.1 Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'armoïse blanche.....	27
----------------------------------------------------------------------------------	----

I.2 Résultats des analyses phytochimiques	28
-------------------------------------------------	----

I.3 Résultats de l'activité antioxydante	32
------------------------------------------------	----

I.3.1 Résultats du pouvoir réducteur du fer (Test FRAP)	32
---------------------------------------------------------------	----

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'Antiquité pour soulager et guérir les maladies de l'homme, grâce à leurs propriétés thérapeutiques attribuables à la présence de centaines, voire de milliers de composés naturels bioactifs appelés métabolites secondaires. Ces molécules organiques complexes, synthétisées par les plantes autotrophes, sont principalement divisées en trois grandes familles : les polyphénols, les terpènes et les alcaloïdes (Abderrazak et Joël, 2007).

Aujourd'hui, face au développement de la résistance microbienne aux antibiotiques et à la toxicité des antioxydants synthétiques, les chercheurs se tournent de plus en plus vers le monde végétal, et en particulier vers les plantes médicinales et culinaires, pour découvrir des molécules naturelles efficaces et sans effets indésirables.

L'Algérie possède une flore riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent ce couvert végétal, le genre *Artemisia* est largement distribué, notamment dans les régions semi-arides. De nombreuses espèces de ce genre sont utilisées en médecine traditionnelle en raison de leurs nombreuses activités thérapeutiques. Parmi les espèces les plus connues, on trouve *Artemisia herba-alba*, utilisée pour traiter divers troubles digestifs, ulcères, brûlures, diarrhées, etc. Cette plante a fait l'objet de nombreuses études visant à déterminer sa composition chimique ainsi que ses propriétés biologiques (Akrouit et *al.*, 2011).

La diversité des molécules actives présentes dans les plantes médicinales est intéressante pour différents secteurs tels que l'industrie, l'alimentation, la cosmétologie et la dermatopharmacie qui cherchent à optimiser les techniques d'extraction pour obtenir un rendement optimal de ces biomolécules. Parmi ces molécules, on retrouve les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tannins, les lignanes, les terpènes et les flavonoïdes (Baharun, 1997).

Cette étude vise à déterminer l'influence des ultrasons sur l'extraction des polyphénols de l'armoise blanche *Artemisia herba-alba*, en évaluant différents paramètres. L'extraction a été effectuée par ultrasons pendant 15 et 60 minutes et comparée à une extraction sans ultrasons. Les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les tanins ont été dosés. Le rendement d'extraction et l'activité antioxydante des extraits obtenus ont également été évalués pour déterminer les effets des ultrasons sur ces composés bioactifs.

Synthèse bibliographique

I. Contexte botanique et chimique de l'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*)

I.1 Présentation historique de l'armoise blanche

Connue depuis des millénaires ; l'armoise blanche a été décrite par l'historien Grec Xénophon au début du IV^{ème} siècle avant J-C dans les steppes de la *Mésopotamie* (Joannès, 2001). Elle a été ensuite répertoriée en 1779 par le botaniste Espagnol Ignacio Claudio de Asso y Del Rio. 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).

En Algérie, l'histoire de l'armoise blanche est étroitement liée à son utilisation traditionnelle dans la médecine populaire et à son importance culturelle dans certaines communautés. Depuis des siècles, l'armoise blanche a été employée dans la tradition médicinale algérienne en raison de ses vertus médicinales. Le traitement des troubles digestifs, des infections parasitaires, des douleurs menstruelles et de nombreuses affections dermatologiques sont des usages classiques. Ses vertus antipyrétiques, anti-inflammatoires et antioxydantes sont également connues (Merradi et *al.*, 2021).

I.2 Contexte botanique de l'Armoise blanche

L'*Artemisia herba alba* est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées de 30 - 60 cm de long (Chaabna, 2014), elle se caractérise par une odeur de thymol, avec de jeunes branches tomenteuses, elle comprend un certain nombre d'espèces (de 200 à plus de 400 espèces) qui sont largement dispersées dans l'hémisphère nord, bien que quelques espèces soient utilisées dans l'hémisphère sud. Les feuilles sont poilues, courtes, sessiles, verdâtre argentées et pennatilobées, les fleurs sont hermaphrodites jaunâtres emballées dans des petites capitules (comprenant chacun de 3 à 8 fleurs) sessiles et les bractées externes de l'involucre sont orbiculaires et pubescentes, les fruits sont des akènes (Ghrabi et Al-Rowaily, 2005).

Tableau I : Classification botanique de l'armoise blanche (Friedman et *al.*, 1986).

Règne	Angiospermeae
Sous règne	Dicotylédones
Ordre	Gampanulatae
Famille	Asteraceae
Sous-famille	Asterioideae
Tribu	Anthemideae
Sous-tribu	Artemisiinae
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba-alba</i>

I.3 Composition chimique

Les plantes de la famille des astéracées, auxquelles appartient *Artemisia herba alba*, ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique surtout pour leurs huiles essentiels (Da Silva, 2004).

En effet, la plante présente un taux de cellulose compris entre 17 et 33%. La matière sèche (MS) apporte entre 6 et 11% de matière protéique brute dont 72% est constituée d'acides aminés. La valeur énergétique de l'armoise blanche est très faible en hiver (0,2 à 0,4 UF/kg MS), augmente rapidement au printemps (0,92 UF/kg MS) pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/kg MS). En automne, les pluies de septembre provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/kg MS) (Mansour, 2015). *Artemisia herba alba* est une plante riche en métabolites secondaires tels que les tanins, les anthocyanes, les acides phénoliques et d'autres substances, qui offrent leur vertus médicinales (Gseyra, 2011). Parmi ces métabolites on trouve des constituants volatils tels que les huiles essentielles, des constituants non volatils tels que les flavonoïdes et les sesquiterpènes lactones (Chaabna, 2014). L'armoise blanche contient des éléments essentiels tels que le camphre, α et β -Thujone, ainsi que le 1,8-cinéole et les monoterpènes alcooliques.

II. Classification et propriétés des polyphénols de l'Armoise

II.1 Définition des polyphénols

Les polyphénols sont une famille de molécules complexes que les plantes produisent naturellement pour se défendre contre diverses agressions. Plusieurs milliers de polyphénols ont été identifiés dans le monde végétal et plusieurs centaines se trouvent dans les plantes comestibles. Ils sont caractérisés, comme l'indique le nom, par la présence d'au moins deux phénols associés en structures plus ou moins complexes.

Les polyphénols sont communément subdivisés en flavonoïdes (flavones, flavonols, anthocyanidines, isoflavones, flavonones, catéchines) ou non-flavonoïdes (resvératrol, acides phénoliques, lignanes).

Ils sont de puissants antioxydants qui peuvent aider à neutraliser les radicaux libres. Les radicaux libres sont des composés instables qui se forment à la suite de facteurs tels que les rayonnements UV, les radiations, le tabac, la pollution atmosphérique, l'inflammation etc... et qui s'accumulent dans le corps en causant des dommages au niveau des cellules (stress oxydatif) (Emmanuel, 2019). Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules portant un électron non apparié. Cette propriété rend ces éléments très réactifs du fait de la tendance de cet électron à se rapparer, déstabilisant ainsi d'autres molécules. Les molécules ainsi transformées deviennent à leur tour d'autres radicaux libres et initient ainsi une réaction en chaîne. C'est typiquement ce qui se passe lors de la peroxydation lipidique (Dacosta, 2003). Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de composés radicalaires qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux libres primaires, qui dérivent directement de l'oxygène. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires (radical peroxyde $\text{ROO}\bullet$, radical alkoxyde $\text{RO}\bullet$), se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule (Novelli, 1997). L'ensemble des radicaux libres primaires est souvent appelé "espèces réactives de l'oxygène".

II.2 Classification des polyphénols

II.2.1 Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques naturels (Seyoum et *al.*, 2006), ils contribuent à la pigmentation des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Ghestem et *al.*, 2001). Ces composés jouent un rôle très important dans la

croissance des plantes, la floraison, la fructification et la défense contre les maladies et les micro-organismes, ils ont également un rôle très important pour la santé humaine.

A titre d'exemple, ils sont efficaces pour l'inflammation chronique, les maladies allergiques, les maladies coronariennes et le cancer. Ils se répartissent en plusieurs classes telles que : flavones, aurones, flavonones, chalcones, flavonols, isoflavonoïdes, flavononols, flavanols, flavanes, anthocyanines et anthocyanidines (Péroumal, 2014).

II.2.2 Acides phénoliques

Ce sont des composés phénoliques possédant une fonction acide en plus de la fonction phénol. Ils sont représentés par deux sous classes : Hydroxybenzoïques et Hydroxycinnamiques et ils possèdent des propriétés biologiques intéressantes : anti-inflammatoires, antiseptiques et antioxydantes (Zerrouak et *al.*, 2019). Les acides phénoliques les plus importants sont l'acide caféique qui se montre très efficace contre les virus, les bactéries et les champignons, l'acide hydroxycinnamique et l'acide chlorogénique (Bernal et *al.*, 2010).

II.2.3 Tanins

Les tanins sont des substances polyphénoliques complexes (Paris et Hurabielle, 1981). Ils peuvent exister dans divers organes : l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les graines (Khanbabae et Ree, 2001). Ces composés ont un rôle anti-infectieux (Leitao et *al.*, 2005) et se lient aux protéines par des liaisons résistantes aux attaques fongique et bactérienne (Dangles et *al.*, 1992). On distingue deux types de tanins ; les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Bruneton, 1999).

II.2.3.1 Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des polyesters de glucides et d'acides phénols, ils sont facilement scindés par les enzymes de tannases en oses et en acide phénol, selon la nature de celui-ci. On distingue les tanins galliques et les tanins ellagiques (Paris et Hurabielle, 1981).

II.2.3.2 Tanins condensés

Ce sont des polymères flavanoliques constitués d'unités flavan-3-ols, le plus souvent épicatechine et catéchine (Khanbabaea et Ree, 2001). Ils sont des molécules hydrolysables, leur structure voisine de celle des flavonoïdes est caractérisée par l'absence de sucre (Paris et Hurabielle, 1981). Les tanins sont utilisés dans le traitement des aliments et la clarification des vins, des bières et des jus de fruits. Ils font également partie des formulations des agents de conservation du bois (Rira, 2006). Ils participent également à l'activité anti-diarrhéique, en protégeant les organes digestifs des attaques nuisibles. Ils contribuent aussi à l'action antihémorragique (Makkar, 2003).

II.2.4 Anthocyanosides

Les anthocyanosides sont des substances naturelles présentes dans certains fruits et légumes qui sont connues pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Elles sont considérées comme des flavonoïdes, qui sont des composés phénoliques présents dans les plantes. Les anthocyanosides sont comme des antioxydants puissants qui peuvent aider à protéger le corps contre les dommages causés par les radicaux libres et à réduire l'inflammation (Robino, 2023).

II.2.5 Phénols simples

Les phénols simples tels que le catéchol, guaiacol, phloroglucinol... sont rares dans la nature à l'exception de l'hydroquinone qui existe dans plusieurs familles (Ericaceae, Rosaceae...). Les deux phénols hydroxylés, le catéchol avec deux groupes OH et le pyrogallol avec trois ont montré une toxicité vis-à-vis des microorganismes (Cowan, 1999).

II.2.6 Stilbènes

Ce sont des phytoalexines ; ce sont des composés produits par les plantes en réponse à des pathogènes (Bactéries, virus et champignons). Leur principale source est représentée par le raisin, le vin, le soja et les arachides (Crozier et *al.*, 2006).

III. Propriétés antioxydantes des polyphénols

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir des concentrations non cytotoxiques des espèces réactives de l'oxygène au niveau de la cellule. L'organisme réagit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule (Favier, 2003).

III.1 Piégeage du radical libre (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl « DPPH »)

Le test DPPH est utilisé pour évaluer la capacité antiradicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température en constante évolution). Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. Du fait de cette délocalisation, les molécules du radical ne forment pas des dimères (Hama et *al.*, 2019). Il évalue la capacité d'un antioxydant (principalement des composés phénoliques) à diminuer le radical chimique DPPH° (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) en utilisant un transfert d'hélium. Le DPPH°, d'abord violet, se métamorphose en DPPH-H, d'un jaune pâle (Brand et *al.*, 1995).

III.2 Pouvoir réducteur de fer (FRAP)

Le pouvoir antioxydant d'un extrait est associé en partie à son pouvoir réducteur des ions métalliques, sachant que le Fe^{3+} assure la formation d'OH par la réaction de fenton, sa réduction en Fe^{2+} évite la production de ce radical. Cette technique est basée sur la capacité réductrice du fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ - en fer ferreux (Fe^{2+}) (Karagozeler, 2008).

III. 3 Test ABTS (2, 2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))

Le test ABTS est une méthode spectrophotométrique utilisée pour mesurer l'activité antioxydante totale d'un échantillon. Selon la méthode TEAC (capacité antioxydante équivalente de Trolox), l'activité antioxydante totale d'une molécule est calculée en fonction de sa capacité à inhiber le radical $\text{ABTS}\bullet+$, qui est obtenu à partir de l'ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique) (Hmid, 2013).

III. 4 Cupric ion Reducing antioxidant capacity (CUPRAC)

La méthode CUPRAC est une méthode utilisée pour évaluer la capacité antioxydante des composés chimiques. Elle est basée sur le suivi de l'augmentation de l'absorbance du complexe néocuproïne (Nc), cuivre(II) (Cu^{2+}), noté $\text{Cu}(\text{Nc})_2^{2+}$. En présence d'un agent antioxydant, le complexe cuivre (II)-néocuproïne est réduit en complexe cuivre(I)-néocuproïne, noté $\text{Cu}(\text{Nc})_2^+$, ce qui entraîne une augmentation de l'absorbance (Apak, 2004).

IV. Méthodes d'extraction et de caractérisation des polyphénols de l'armoise

IV.1. Techniques traditionnelles d'extraction des polyphénols

Diverses techniques telles que la macération, la décoction, la percolation, l'infusion, le Soxhlet ont été utilisées pour isoler les composés d'intérêt des plantes, mais aucune d'entre elles ne peut être considérée comme une méthode optimale (Grigonis et *al.*, 2005). Les techniques traditionnelles d'extraction de substances naturelles à partir des plantes nécessitent généralement une longue durée de traitement, l'utilisation de solvants organiques inflammables, toxiques et/ou explosifs, et la forte consommation d'énergie (Gélébart, 2016).

IV.1.1 Infusion

C'est une technique similaire à la préparation des tisanes, elle se prépare en versant de l'eau bouillante sur une quantité spécifique de matière végétale, en laissant reposer la mixture pendant 10-15 minutes, elle se pratique pour les feuilles, les fleurs, et les petites graines (Lehout, 2015). L'infusion présente l'intérêt de faciliter la dissolution dans un solvant chaud en réduisant la perte d'espèces chimiques volatiles (qui pourraient être éliminées par exemple lors de l'ébullition lors d'une décoction). En revanche elle a une efficacité inférieure à celle de la décoction, qui permet, par exemple, de faire "exploser" les cellules végétales qui sortent alors toutes les substances qu'elles contiennent (Anonyme 1, 2017).

IV.1.2 Décoction

Procédé consistant à faire bouillir dans un liquide une substance médicamenteuse, généralement végétale, afin d'en extraire le principe actif. L'élimination des substances chimiques volatiles est plus performante grâce à la vapeur d'eau. Ce procédé est également plus efficace. Cependant, l'ébullition peut entraîner la détérioration des espèces chimiques organiques plus fragiles en raison de la température élevée. Il faut plus d'énergie pour maintenir l'ébullition que pour une infusion (Anonyme 1, 2017).

IV.1.3 Macération

La méthode la plus courante pour extraire les composés phénoliques est l'extraction conventionnelle par solvant ou l'extraction directe. Selon Benabdallah (2016), l'extraction par macération implique de laisser un solide à froid dans un liquide et de le laisser reposer à la température ambiante pendant une période afin d'extraire les composants solubles dans ce liquide. Selon Pierre et Lys (2007), il est recommandé de verser les plantes dans le liquide froid ou tiède pendant une période restreinte de quelques heures (10 ou 12 heures) afin

d'éviter tout risque d'oxydation et de fermentation du liquide ou de contamination bactérienne. Il est possible que ces phénomènes conduisent à une dégradation rapide des molécules actives. Afin de diminuer ces désavantages, il est possible de procéder à la macération dans un récipient couvert, le tout à l'abri de la lumière et, dans certains cas, au réfrigérateur (Ben Amor, 2008). Si l'on macère avec de l'alcool, du vinaigre ou des huiles, cela peut durer plusieurs jours sans risque, puis les liquides combinés sont filtrés ou décantés après repos.

Selon Loum et al. (2021), l'avantage de cette méthode réside dans sa capacité à extraire des composants thermolabiles. Cependant, l'utilisation d'une température basse lors de la macération entraîne des rendements d'extraction quasiment identiques, ce qui peut offrir des avantages économiques. Les inconvénients incluent un temps d'extraction long et une efficacité d'extraction faible.

IV.1.4 Extraction par Soxhlet

C'est une méthode classique pour l'extraction solide-liquide dans laquelle on utilise un solvant organique chaud qui s'évapore du ballon au centre de l'appareil, ensuite il traverse la cartouche de cellulose pour maintenir un contact avec la plante, puis il se condense goutte à goutte et lorsqu'il atteint le seuil dans le tube siphon, il se vide dans le ballon, ce qui représente la fin d'un cycle et le processus se renouvelle pour un autre cycle (Ferdjallah, 2021). Ainsi, le solide peut être complètement épuisé en quelques cycles sans avoir besoin d'intervention. Le résultat est identique à une succession de macérations, mais cette méthode ne requiert pas un nombre important d'opérations. Étant donné la petite taille de la cartouche, il peut être indispensable de procéder à plusieurs extractions successives avec plusieurs cartouches, ce qui peut se faire avec un temps important. Certaines substances chimiques peuvent être dégradées par l'extraction à chaud.

V. Techniques modernes d'extraction des polyphénols

Récemment, plusieurs nouvelles méthodes ont été développées afin d'augmenter le rendement d'extraction et de limiter l'utilisation des solvants organiques qui ont un impact nocif sur l'environnement. Ces techniques incluant l'utilisation des microondes, des ultrasons, des enzymes, un champ électrique, une haute pression, etc. visent à provoquer la perturbation des parois cellulaires conduisant à augmenter le taux de transfert à travers la membrane cellulaire et récupérer le maximum de constituants (Herzi, 2013).

V.1 Extraction assistée par ultrasons

L'ultrason est une forme d'énergie ou des ondes mécaniques associées au son à des fréquences supérieures à celles détectées par l'oreille humaine (20 Hz à 20 kHz) (Kumar et *al.*, 2021). Les ultrasons ont beaucoup d'applications industrielles comme l'extraction de divers composés de différents intérêts, (l'homogénéisation, la dispersion, l'émulsification, la cristallisation, le dégazage, le démoussage, le nettoyage, etc). L'utilisation des ultrasons permet d'effectuer des extractions en un court temps (quelques minutes) avec une grande reproductibilité (Chemat et *al.*, 2011). Les ultrasons perturbent les structures de la paroi cellulaire, induisant ainsi la lyse cellulaire et accélérant la diffusion moléculaire à travers les membranes et brisant les membranes cellulaires (Bourgou et *al.*, 2016). Les ultrasons sont appliqués utilisant les plus souvent deux systèmes : un bain à ultrasons ou une sonde à ultrasons. Le principe de l'extraction assistée par ultrasons implique la formation des cavitations acoustiques dont l'effondrement conduit aux différents phénomènes tels que la fragmentation, l'érosion localisée, la formation de pores, la force de cisaillement, l'augmentation de l'absorption et de l'indice de gonflement dans la matrice cellulaire de la plante. La collision intermoléculaire entraîne une fragmentation des particules permettant une meilleure solubilisation des composés due à la diminution de leur taille particulière. La sonoportation est également un autre phénomène résultant de l'effondrement des cavitations à la surface des cellules conduisant à l'augmentation du taux de transfert avec le solvant d'extraction (Kumar et *al.*, 2021). La dispersion des solutions dans le milieu d'extraction est accélérée, ce qui diminue le temps d'extraction. L'extraction à une température basse permet d'extraire des substances thermosensibles telles que les polyphénols et les caroténoïdes. Selon Penchev (2010), cette méthode ne permet pas de renouveler le solvant pendant l'extraction.

V.2 Extraction assistée par micro-ondes

Contrairement aux techniques classiques de chauffage par conduction ou convection, l'utilisation des micro-ondes implique une interaction directe entre un rayonnement électromagnétique et la matière. Le chauffage par micro-ondes d'un produit résulte ainsi de la conversion en chaleur de l'énergie d'une onde électromagnétique au sein de ce matériau. Ce transfert d'énergie particulier induit un transfert de matière lui aussi particulier et dont les mécanismes diffèrent notablement de ceux de l'extraction solide-liquide traditionnelle (Surbled et *al.*, 2003). Les durées des procédés d'extraction assistée par micro-ondes sont en effet de l'ordre de quelques minutes. Les rendements, dans la plupart des cas, sont

comparables à ceux obtenus par les procédés traditionnels d'extraction. Lorsqu'ils sont inférieurs, il s'agit le plus souvent d'une manifestation de la sélectivité du procédé, conduisant à une plus grande pureté des extraits. Les caractéristiques principales de l'extraction assistée par MO par rapport aux méthodes traditionnelles incluent une diminution significative du temps d'extraction, une consommation réduite de solvant et une meilleure précision de l'extraction (Surbled et *al.*, 2003).

VI. Techniques analytiques utilisées pour la caractérisation des polyphénols

VI.1 Techniques chromatographiques

La chromatographie est une technique d'analyse qualitative et quantitative de la chimie analytique dans laquelle l'échantillon contenant un ou plusieurs composés est adsorbé sur une phase stationnaire (papier, gélatine, silice, polymère, silice greffée), puis est désorbé par une phase mobile (liquide, gaz ou fluide supercritique). Les différents composés de l'échantillon sont séparés en fonction de leurs vitesses d'adsorption-désorption (Anonyme 2, 2009).

VI.2 La chromatographie sur couche mince

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une technique de chromatographie en phase liquide. Pour effectuer la séparation, une petite quantité de la solution à analyser est déposée sur le bord d'une plaque CCM. La plaque est ensuite trempée dans un éluant contenu dans une cuve fermée. L'éluant migre par capillarité, il rencontre l'échantillon et l'entraîne (Wilson et *al.*, 1947).

VI.3 Chromatographie liquide de haute performance (HPLC)

La chromatographie HPLC (High Performance Liquid Chromatography) est une technique d'analyse qualitative et quantitative qui permet l'identification, la séparation et le dosage de composés chimiques dans un mélange liquide, même à l'état de traces. L'échantillon à analyser, contenant une ou plusieurs espèces, est entraîné par un courant de phase mobile au contact d'une phase stationnaire. Chaque espèce présente migre à une vitesse qui dépend de ses caractéristiques et de celles des deux phases en présence (Anonyme 3, 2024).

VI.4 Chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La CPG repose sur l'équilibre de partage des analytes entre une phase stationnaire et une phase mobile gazeuse. La séparation des analytes repose sur la différence d'affinité de ces composés pour la phase mobile et pour la phase stationnaire. Le mélange à analyser est vaporisé puis transporté à travers une colonne renfermant une substance liquide ou solide qui

constitue la phase stationnaire. Le transport se fait à l'aide d'un gaz inerte, appelé « gaz vecteur », qui constitue la phase mobile (Guillaume, 2017).

VII. Activités biologiques des polyphénols

VII.1 Activités antibactériennes

Plusieurs études *in vitro* et *in vivo* ont été focalisées sur l'évaluation des propriétés antimicrobienne des polyphénols. A l'heure actuelle, cet effet est certain et démontré par de nombreuses recherches expérimentales. Les études du pouvoir inhibiteur des flavonoïdes sur la croissance bactérienne ont démontré que de nombreux composés flavoniques (apigénine, kaempferol) sont doués d'un effet important sur différentes souches bactériennes à Gram négative (*Escherichia coli*) et Gram positif (*Staphylococcus aureus*) (Ulanowska *et al.*, 2007). Deux flavones isolés de la plante *Artemisia giraldi* ont été rapportés pour exhiber une activité contre l'espèce *Aspergillus flavus* une espèce de mycète qui cause la maladie envahissante chez les patients immunosupprimés (Valsaraj *et al.*, 1997).

VII.2 Activités antifongiques

Les plantes médicinales et leurs composés actifs pourraient être utilisés dans les domaines de la phytosanitaire et de l'agroalimentaire comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les plantes (Lis-Balchin, 2002). Les champignons sont des organismes vivants dépourvus de chlorophylle, qui tirent leur carbone des composés organiques, influençant ainsi leurs conditions de vie saprophytique ou parasitaire. Selon leur environnement, les champignons sont classés en deux catégories : les champignons endogènes, comme *Candida albicans*, une levure vivant normalement dans le tube digestif de l'homme et de certains animaux, et les champignons exogènes. Les tanins ont démontré une activité antifongique, notamment contre des souches telles qu'*Aspergillus niger*, certaines espèces de *Penicillium* et *Colletotrichum graminicola* (Chung *et al.*, 1998).

VII.3 Autres activités biologiques pertinentes

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs diverses propriétés physiologiques comme les activités-antiallergiques, anti-atherogéniques, anti-inflammatoire, hépato protectives, antimicrobiennes, antivirales, antibactérienne, anticarcinogénique, antithrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (Ksouri *et al.*, 2007). Ces actions sont attribuées à leur effet antioxydant qui est due à leurs propriétés redox en jouant un rôle important dans la

destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres, le piégeage de l'oxygène, ou la décomposition des peroxydes (Nijveldt et *al.*, 2001).

VIII. Applications des polyphénols de l'armoise en agroalimentaire

Les polyphénols englobent plusieurs milliers de molécules, dont les caractéristiques suscitent un vif intérêt dans les industries agroalimentaires. Ces molécules sont responsables du brunissement, des sensations d'astringence et d'amertume, ainsi que des molécules aromatiques et colorées. Leurs propriétés antiseptiques, antibactériennes et antifongiques peuvent avoir un impact sur la conservation des produits, notamment les cosmétiques, les produits alimentaires ou pharmaceutiques, dont l'état de conservation doit être optimal tout au long de leur cycle de vie (Sarni-Manchando et *al.*, 2006).

VIII.1. Additifs

Beaucoup de polyphénols sont également très amers ; ce sont eux, par exemple, qui sont responsables de l'amertume de l'olive et de celle du pamplemousse. Depuis longtemps, les anthocyanes et leurs extraits sont couramment employés comme colorants naturels, tels que les extraits de raisin, de sureau, etc. En alimentation, l'armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café. 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, 1984).

VIII.2 Stabilité et la qualité des aliments

Les composés phénoliques ont reçu beaucoup d'attention pour leurs propriétés antioxydantes efficaces et leurs effets bénéfiques. Ces antioxydants naturels ont la capacité d'améliorer la qualité et la stabilité des aliments et peuvent également agir comme nutraceutiques, de mettre fin à des réactions en chaîne des radicaux libres dans les systèmes biologiques. Donc ils peuvent offrir des avantages supplémentaires pour la santé humaine et aider à réduire le risque de nombreuses pathologies (Zhao et *al.*, 2014). L'effet protecteur global des polyphénols est principalement dû à leur large gamme d'actions biologiques, telles que les capacités de piégeage des radicaux libres, de chélation des métaux et de modulation des enzymes (Rodrigo et *al.*, 2011).

IX. Effet des polyphénols sur la santé humaine

Il existe une multitude de familles au sein des polyphénols et ceux-ci sont connus en tant que puissants antioxydants, pour atténuer les dégâts causés par les radicaux libres sur l'organisme.

Ce rôle d'antioxydant permet avant tout d'éviter l'oxydation des cellules et donc de lutter contre le vieillissement cellulaire prématuré, qui regroupe l'ensemble des phénomènes qui permet l'évolution d'un organisme en changeant sa structure et ses fonctions. Par ce rôle, les polyphénols ont donc énormément de vertus et de bienfaits sur tout notre organisme (Chaudier, 2021).

IX.1 Un allié contre le vieillissement de la peau

Les radicaux libres sont favorisés chaque jour par des facteurs externes telles que la pollution ou encore une exposition excessive aux rayons UV. Cette exposition augmente les signes visibles du vieillissement cutané. En dispersant les radicaux libres, les polyphénols permettent de lutter contre les effets nocifs des rayons UV. En diminuant fortement la dégradation du collagène et de l'élastine par les radicaux libres, les polyphénols limitent également l'apparition des rides. Les laboratoires cosmétiques s'intéressent d'ailleurs de près à ces composés moléculaires pour les intégrer dans les crèmes spéciales "anti-âge" (Chaudier, 2021).

IX.2. Un rôle de prévention contre certaines maladies

Les polyphénols sont capables de diminuer les facteurs de risque des maladies cardiovasculaires. En effet, ils favorisent un bon équilibre glycémique, ils luttent contre l'oxydation du cholestérol, ils diminuent l'obstruction des artères, ils jouent sur l'insulinorésistance et sur l'hypertension artérielle. On les retrouve aussi en tant qu'allié contre certaines formes de cancer où ils préviennent la formation des tumeurs et limitent la formation de molécules à l'origine des mutations génétiques nocives pour l'organisme. Les polyphénols sont d'ailleurs conseillés lors d'une alimentation "anticancer".

De façon générale, les polyphénols ont des effets préventifs sur plusieurs maladies qui mettent en cause une détérioration des cellules, qu'elles soient métaboliques, inflammatoires ou neurodégénératives. Chaque polyphénol a quand même un rôle un peu plus spécifique. Par exemple, le resvératrol participe essentiellement au maintien d'un bon système cardio vasculaire, les catéchines participent au maintien d'une bonne glycémie ou encore les curcumines qui diminuent les inflammations ainsi que le dysfonctionnement mitochondrial. (Chaudier, 2021).

Étude expérimentale

Matériel et méthodes

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des ultrasons sur l'extraction des biomolécules, notamment les polyphénols, les tanins et les flavonoïdes, présents dans l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*). Trois méthodes d'extraction ont été comparées : macération sans assistance par ultrasons, avec assistance par ultrasons pendant 15 minutes, et avec assistance par ultrasons pendant 60 minutes. En outre, l'activité antioxydante des extraits obtenus a été évaluée par la méthode de la capacité réductrice du fer (FRAP). Cette étude a été réalisée au sein du laboratoire pédagogique de physico-chimie, département des sciences alimentaires, à la faculté des sciences biologiques et agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi- Ouzou.

I. Matériel et méthodes

I.1 Matériel

I.1.1. Matériel biologique

Le matériel végétal utilisé dans cette étude correspond à la partie aérienne de l'espèce *Artemisia herba-alba* (Armoise blanche), récoltée dans la commune d'El Kheither, daïra de Boucteb, wilaya d'El Bayadh, le 4 mars 2024. Les échantillons ont été conservés dans des sacs à température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à leur utilisation.

I.1.2. Matériel non biologique

Le matériel, les appareils, la verrerie et les produits utilisés dans cette étude sont résumés dans l'annexe I.

I.2 Méthodes

I.2.1 Préparation de la poudre d'armoise blanche

Après la récolte de la plante, toutes les impuretés ont été soigneusement enlevées et la plante a été séchée. Une fois séchée, les parties aériennes ont été séparées et broyées à l'aide d'un mortier jusqu'à obtention d'une poudre très fine. Cette poudre a été tamisée pour éliminer les particules grossières, puis conservée dans des boîtes en verre à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante, jusqu'au moment de l'analyse.

I.2.2 Expérimentation

Le solvant utilisé dans les expériences est l'éthanol à 75% en raison de sa capacité à extraire un large spectre de polyphénols, de sa faible toxicité et de sa disponibilité. L'éthanol à 75% est particulièrement efficace pour l'extraction des composés phénoliques car il combine les propriétés polaires et non polaires, permettant une meilleure solubilisation des biomolécules. De plus, l'éthanol à 75% est moins toxique que de nombreux autres solvants organiques, ce qui le rend plus sûr à manipuler et plus respectueux de l'environnement. Utiliser de l'éthanol pur pourrait ne pas être aussi efficace, car certains polyphénols se dissolvent mieux dans un mélange d'eau et d'éthanol.

Pour chaque expérience, 40 ml d'éthanol à 75% ont été ajoutés à 2 g de poudre végétale. Les flacons ont été homogénéisés et placés sur une table d'agitation à 200 tr/min pendant 24 heures.

Après l'homogénéisation, le macérât a été placé dans un bain à ultrasons à une fréquence constante de 35 kHz, à une température de 5°C, pendant des durées de 15 et 60 minutes. Deux flacons ont été conservés au réfrigérateur sans passage au bain à ultrasons pour servir de contrôle. Il est essentiel de procéder à une filtration en utilisant une passoire et du papier filtre (papier Whatman N°1). L'extrait a ensuite été évaporée pour récupérer les résidus. Les résidus secs ont été repris avec 20 ml d'éthanol, puis conservés au froid. Cette expérience a été répétée deux fois pour garantir la fiabilité des résultats. Toutes les étapes de l'expérimentation sont résumées dans la **figure 1** :

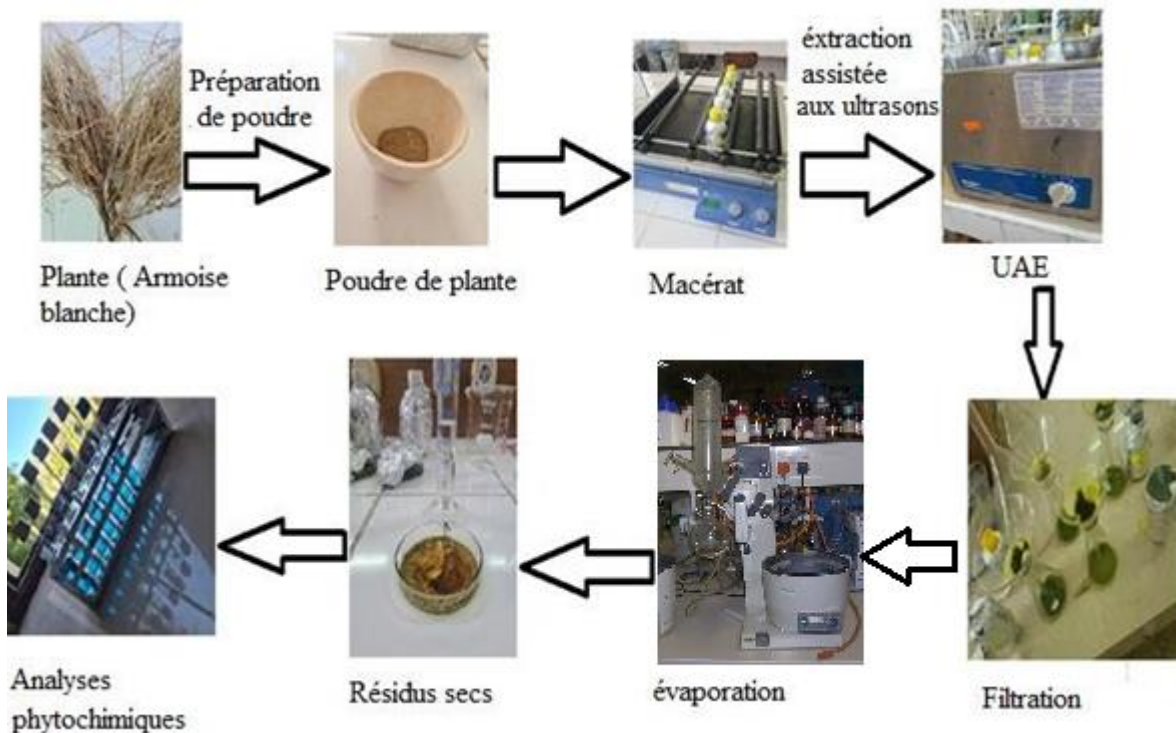


Figure 1. Résumé graphique de l'expérimentation.

I.2.3 Analyses physico-chimiques de la poudre d'armoise

I.2.3.1 Détermination de la matière sèche (Taux d'humidité)

➤ Principe

L'échantillon à analyser est déshydraté dans une étuve chauffée à 105°C, sous la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse constante. Pour éviter toute reprise d'humidité il convient de le conserver dans des creusets en aluminium placés dans un dessiccateur. (Audigie et al., 1982).

➤ Mode opératoire

- Peser les barquettes en aluminium.
- Introduire dans trois barquettes 1g de la poudre d'armoise.
- Placer les dans une étuve réglée à 105°C pendant 24 heures
- Après refroidissement, peser les barquettes.

➤ Expression des résultats

Le taux d'humidité (%) du matériel végétale est donné par la loi suivante :

$$\text{Taux d'humidité} = \frac{P1-P2}{p1} \times 100.$$

P1 : Poids initial (g) de la prise d'essai avant séchage.

P2 : Poids final (g) après séchage.

A partir de la teneur en eau, on détermine le taux de la matière sèche qui est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche (\%)} = 100 - \text{teneur en eau (\%)}$$

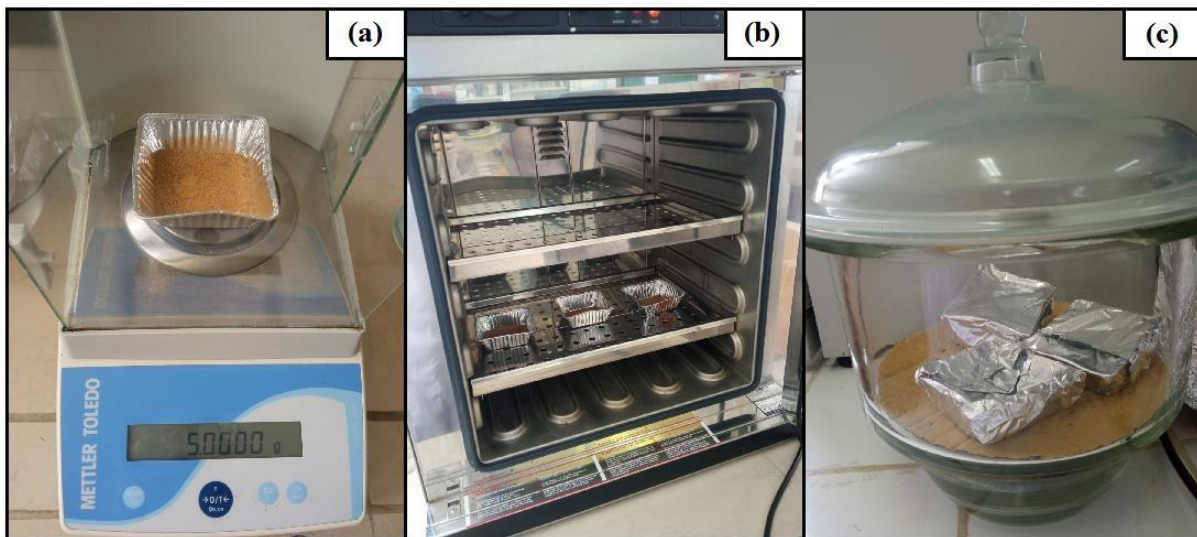


Figure 02. (a). La pesée de la poudre d'armoise dans les creusets en aluminiums, (b). Introduction des creusets dans l'étuve, (c). Refroidissement des creusets dans le dessiccateur

I.2.3.2 Détermination de taux de cendres (matière minérale)

➤ Principe

Consiste à incinérer la poudre végétale au four à moufle, dans des creusets en porcelaine, à une température de 500°C. L'opération se termine lorsque la couleur des résidus devient blanche grisâtre, qui se transformera en une couleur blanche après refroidissement. (Audigie et al., 1982).

➤ Mode opératoire

- Prise de poids des creusets en porcelaine.
- Introduire 2 g de poudre dans chaque creuset.
- Déposer la totalité dans le four a moufle réglé à 500°c pendant 5h.
- Après dessiccation, les creusets ont été pesés.

➤ Expression des résultats

Le taux de cendre (%) du matériel végétal est donné par la loi suivante :

$$\text{Taux de cendres (\%)} = \frac{M2-M0}{M1-M0} \times 100$$

M0 : Masse du creuset vide en (g).

M1 : Masse du creuset et l'échantillon avant séchage(g).

M2 : Masse du creuset et l'échantillon après séchage(g).



Figure 3. a. Pesée de poudre d'armoise blanche, b. Pesée de verre en porcelaine vide, c. Incinération des trois creusées dans le four à moufle.

I.2.3.3 Détermination du taux d'extractibles

➤ Principe

L'extraction par Soxhlet est une méthode bien établie et simple. Elle permet de répéter le cycle d'extraction avec du solvant frais (toluène et éthanol) jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première et le passage des extraits dans le solvant (Petko, 2010).

➤ Mode opératoire

- Peser le ballon avant évaporation.
- Ajouter 2g de broyat de plante dans une cartouche.
- Ajouter 200ml de solvant toluène et 100ml d'éthanol
- Porter à ébullition jusqu'à évaporation du solvant.
- Laisser dans le dessiccateur.
- Peser le ballon après refroidissement.

➤ Expression des résultats

Le taux d'extractibles (%) dans la matière végétale est donné par la loi suivante :

$$\text{Taux d'extractibles(\%)} = \frac{M_e}{M_s} \times 100$$

Me : Masse extraite (g).

Ms : Masse de la poudre végétale.



Figure 4. a. Pesée du ballon vide, b. Méthode d'extraction par soxhlet, c. Ballon après évaporation

I.2.4 Analyses phytochimiques des extraits éthanoliques

I.2.4.1 Détermination du rendement d'extraction

Le rendement désigne la masse de l'extrait trouvée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction selon l'équation suivante décrite par Mahmoudi et *al.*, (2013) :

$$R(\%) = \frac{M_{\text{ext}}}{M_{\text{éch}}} \times 100$$

R : est le rendement en %

M ext : est la masse de l'extrait après évaporation en g

M éch : est la masse de la matière sèche végétale en g

I.2.4.2 Dosage des composés phénoliques

I.2.4.2.1 Dosage des polyphénols totaux

➤ Principe

Afin d'évaluer l'ensemble des polyphénols présents dans l'extrait de plante, la méthode de dosage choisie est basée sur une réaction colorimétrique avec le réactif de Folin-Ciocalteu, qui est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribereau, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximum à 760 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Ghazi et Sahraoui, 2005).

➤ Mode Opératoire

- 1 ml de chaque extrait a été mélangé avec 5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu fraîchement préparé (10 fois dilué avec de l'eau distillée).
- Un volume de 4 ml de la solution aqueuse de carbonate de sodium (Na_2CO_3), à une concentration de 75 g/l, est ajouté.

- L'ensemble a été incubé à température ambiante, à l'abri de la lumière, pendant une durée de 2 heures.
- La lecture est réalisée en utilisant un spectrophotomètre à 760 nm.
- Par la suite, une courbe standard d'étalonnage par l'acide gallique à différentes concentrations (0 - 32 mg/ml) est préparée.
- La teneur en polyphénols totaux est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme de MS (Collin et Crouzet, 2011).

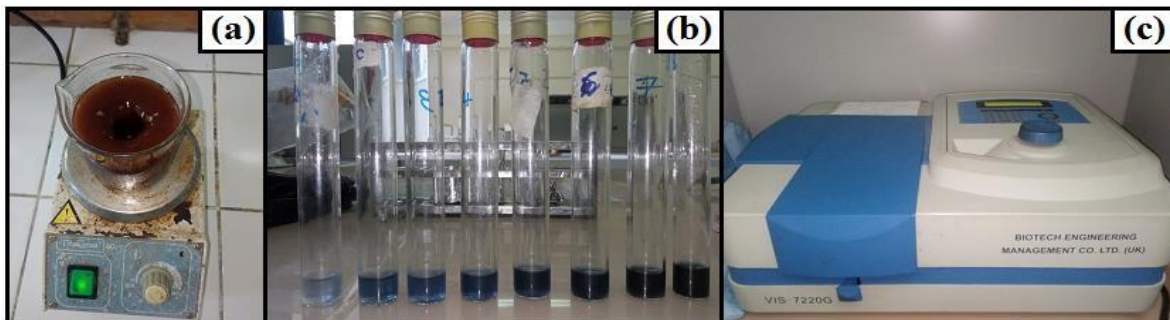


Figure 5. (a). Extraction des polyphénols, (b). Dosage des polyphénols par le réactif Folin-Ciocalteu, (c). Lecture au spectrophotomètre

I.2.4.2.2 Dosage des tannins

➤ Principe

Les tanins condensés dans l'extrait de la plante ont été mesurés à l'aide d'une méthode de dosage basée sur une réaction colorimétrique avec le réactif vanilline (Price et *al.*, 1978). Le dosage des tanins condensés se fait par la méthode colorimétrique basée sur la dépolymérisation des tanins condensés en présence d'acide sulfurique. Sous l'effet de la vanilline, ces tanins se transforment en anthocyanidols de couleur rouge spécifique (Sun et *al.*, 1998).

➤ Mode opératoire

- 1 ml de chaque extrait a été prélevé et ajouté à 2 ml de solution de vanilline à 4% L'ensemble a été placé dans un bain-marie pendant 15 minutes à une température de 20°C, à l'abri de la lumière.
- Ensuite, l'absorbance a été mesurée en utilisant un spectrophotomètre à 500 nm.
- Dans les mêmes conditions opératoires, une courbe standard d'étalonnage par la catéchine à différentes concentrations (0-3 mg/ml) a été réalisée.

- Le taux de tanins condensés est exprimé en mg équivalent de catéchine par gramme de MS.

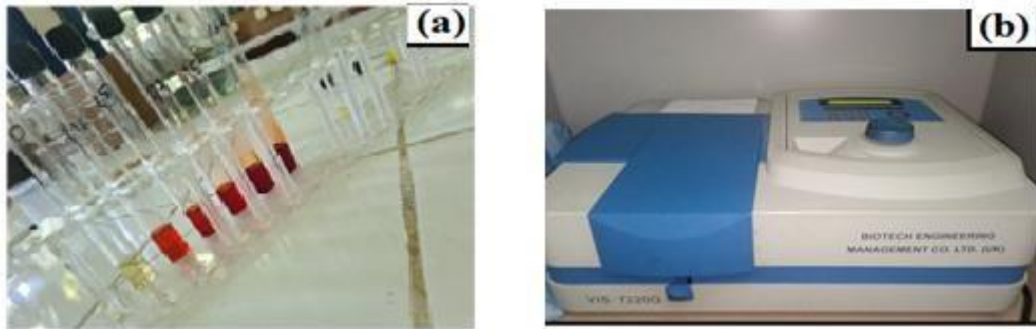


Figure 6. (a). Dosage des tanins, (b). Lecture au spectrophotomètre

I.2.4.2.3 Dosage des flavonoïdes

➤ Principe

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation de complexes entre les composés phénoliques et le trichlorure d'aluminium. Les complexes produits sont de couleur jaune et absorbent dans le visible à 430 nm (Alyafi, 2007).

➤ Mode opératoire

- Une quantité de 0,5 g de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) est ajoutée à 25 ml d'éthanol.
- Une prise de 1 ml d'extrait de plante est ajoutée à 1 ml de solution d' $AlCl_3$ préparée au préalable.
- Pendant 15 minutes, l'ensemble est mis en incubation à température ambiante et protégé de la lumière.
- Ensuite, la lecture est réalisée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 430 nm.
- Dans les mêmes conditions opératoires, une courbe standard d'étalonnage par la quercitine à différentes concentrations (0-40 mg/ml) est effectuée.
- Le taux de flavonoïdes est exprimé en mg équivalent de quercitine par gramme de MS

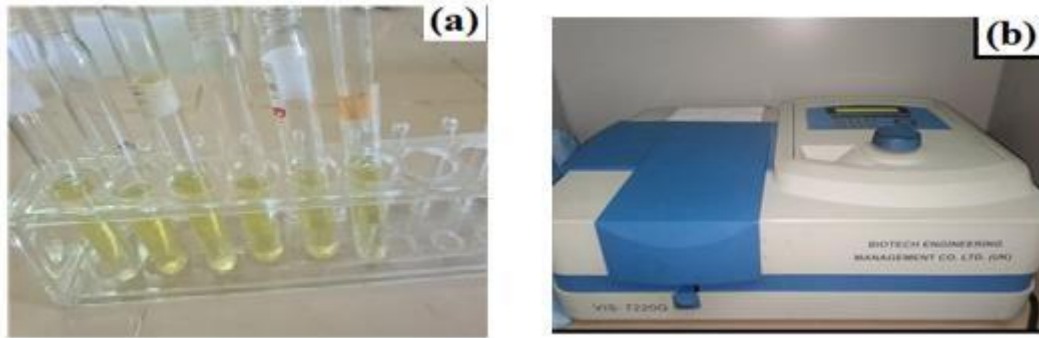


Figure 7. (a). Dosage des flavonoïdes, (b). Lecture au spectrophotomètre

I.2.5 Test d'activité antioxydante

I.2.5.1 La capacité de réduction ferrique (FRAP)

➤ Principe

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. Cette technique a été développée pour mesurer la capacité des extraits à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en fer ferreux (Fe^{2+}). Le fer ferrique initialement jaune, se réduit et devient bleu ou vert en présence d'un atome d'électron. Le changement de la coloration de jaune à bleu ou vert est proportionnel à l'activité antioxydante (Hama *et al.*, 2019).



➤ Mode opératoire

- 1 ml d'extrait à différentes concentrations est mélangé avec 0,5 ml d'une solution aqueuse de tampon phosphate à 0,2 M (pH = 6,6) et 0,5 ml d'une solution de ferricyanure de potassium $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ à 1 %. L'ensemble est incubé au bain-marie à 50°C pendant 20 minutes, puis laissé refroidir.
- Est alors ajouté un volume de 0,5 ml d'une solution aqueuse d'acide trichloracétique à 10 % pour stopper la réaction. Les tubes sont centrifugés à 3000 tr/min pendant 10 minutes.
- Un aliquote de 1,5 ml du surnageant est mélangé avec 1,5 ml d'eau distillée et 0,3 ml d'une solution aqueuse de chlorure ferrique FeCl_3 à 0,1 %.

- La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700 nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée, permettant ainsi d'étalonner le spectrophotomètre UV-Visible.
- Le contrôle positif est représenté par l'antioxydant standard, à savoir l'acide ascorbique, dont l'absorbance est mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons. (Mpika et al., 2022).



Figure 8. (a). Dosage de l'activité antioxydante, (b). Centrifugation, (c). Lecture au spectrophotomètre

I.3 Analyse statistique

Les résultats des analyses phytochimiques ont été comparés par l'analyse de la variance (ANOVA) avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$ à l'aide du logiciel STATBOX Version 6.

Résultats et discussion

I. Résultats et discussion

I.1 Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'armoise blanche

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'armoise blanche sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'armoise blanche

Paramètres	Taux (%)
Humidités	2,7
Cendres	12
Extractibles	25

Les résultats de cette analyse révèlent une teneur en humidité de 2,7 %, correspondant à une teneur en matière sèche de 97,3 %. La teneur en humidité est un paramètre nécessaire pour évaluer la stabilité et la qualité des produits végétaux. Selon Fenardji et *al.* (1974), une teneur en humidité de 4,60 % a été rapportée sur les tiges d'armoise blanche récoltés à Tadmait (Algérie), tandis que Kulbanu et *al.* (2022) ont mentionné des valeurs allant de 8,55 à 8,77 %. Ces variations peuvent être attribuées à des différences dans les conditions de séchage, telles que la température et la durée.

La teneur en cendres de la poudre d'armoise blanche a été mesurée à 12 %. Cette mesure est indicative de la présence de minéraux inorganiques dans la plante. Les minéraux sont essentiels à de nombreuses fonctions biologiques, et leur quantité peut varier en fonction des conditions de croissance et de récolte. Houmani et *al.* (2014) ont trouvé un taux de cendres de 7,5 %, tandis que Fenardji et *al.* (1974) ont rapporté un taux de cendres de 5,86 %. Ces différences peuvent être dues à des facteurs environnementaux et de traitement de la plante.

L'analyse des extractibles, obtenus par la méthode de Soxhlet en utilisant un mélange de solvants toluène et éthanol (2:1), a révélé un taux de 25 %. Cette fraction soluble contient potentiellement une gamme de composés bioactifs tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les terpènes. Les valeurs de taux d'extractibles peuvent varier en fonction de la plante et des conditions d'extraction. Des études antérieures ont montré des taux d'extractibles allant de 20 à 30 % pour différentes plantes médicinales. Les variations dans les taux d'extractibles peuvent être influencées par des facteurs intrinsèques tels que la variété de la plante, le stade

de croissance, la partie de la plante utilisée, ainsi que des facteurs extrinsèques tels que les conditions environnementales, les pratiques agricoles, et les méthodes de traitement post-récolte.

I.2 Résultats des analyses phytochimiques

Les résultats des analyses phytochimiques et les résultats statistiques des différents extraits éthanoliques de la poudre d'armoise blanche sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau III : Résultats des analyses phytochimiques des extraits éthanoliques

Paramètres	Rendement (%)	Polyphénols totaux (mg/g Ms)	Tanins (µg/g Ms)	Flavonoïdes (mg/g Ms)
Sans ultrasons	15	0,52	0,56	0,067
Ultrasons 15 mn	12,5	0,67	0,75	0,11
Ultrasons 60mn	12,5	0,76	0,59	0,085

Tableau IV : Résultats de l'analyse de la variance des différentes variables étudiées

Variables	S.C.E	DDL	TEST F	P
RDT	8,333	2	0,167	0,85316
PPT	0.056	2	12.402	0,00801*
Tanins	0.079	2	0.469	0,65024
Flavonoïdes	0.004	2	12.704	0,00758*

* : différence significative

RDT : rendement

PPT : polyphénols totaux

SCE : somme des carrés des écarts

DDL : degré de liberté

Tableau V : Effet de l'extraction assistée par ultrasons sur les PPT et les flavonoïdes

Variables	UAE	Moyennes	Groupes homogènes
PPT	US 60mn	0,76	A
	US 15mn	0,67	A
	Témoin sans US	0,52	B
Flavonoïdes	US 15 mn	0,11	A
	US 60mn	0,085	B
	Témoin sans US	0,067	B

UAE : Extraction assistée aux ultrasons

US : Ultrason

Les résultats présentés dans les tableaux III et IV révèlent une variation de la teneur en polyphénols, tanins et flavonoïdes en fonction du traitement aux ultrasons. Le rendement d'extraction global varie entre 12,5 % et 15 %, avec une tendance plus élevée pour l'extrait non assisté par ultrasons. En revanche, les traitements par ultrasons de 15 minutes et 60 minutes montrent des rendements légèrement inférieurs de 12,5 %. L'analyse statistique indique qu'il n'y a pas de différence significative entre le rendement du témoin sans ultrason et les extraits traités aux ultrasons pendant 15 minutes et 60 minutes. Le rendement d'extraction dépend de plusieurs facteurs influençant les performances de l'extraction, tels que la taille des particules, la nature du solvant, la température, le temps d'extraction et le degré d'agitation. L'utilisation d'un mélange hydroalcoolique comme solvant donne des résultats satisfaisants dans un processus d'extraction (Perva-Uzunalic et *al.*, 2006). La littérature rapporte que la combinaison éthanol-eau donne le meilleur rendement pour une macération et cette même combinaison produit la teneur la plus élevée en composés phénoliques par rapport à d'autres solvants (Mahmoudi et *al.*, 2013).

L'analyse des polyphénols révèle une augmentation notable de leur concentration dans les extraits assistés par ultrasons par rapport à l'extrait non assisté. Les teneurs en polyphénols sont respectivement de 0,52 mg/g MS pour l'extrait non assisté, 0,67 mg/g MS pour US 15 minutes, et 0,76 mg/g MS pour US 60 minutes. Cette observation suggère une augmentation de la teneur en polyphénols avec l'élévation de la durée de l'exposition aux ultrasons. Cette augmentation est statistiquement significative ($p = 0,00801$), corroborant les observations

antérieures selon lesquelles les ultrasons favorisent l'extraction des polyphénols en perturbant les structures cellulaires et en améliorant la solubilité des composés bioactifs (Von Derweid, 2022 ; Chemat et *al.*, 2017).

Pour les flavonoïdes, une tendance similaire est observée, avec une concentration maximale de 0,113 mg/g MS pour le traitement par ultrasons de 15 minutes, comparée à 0,078 mg/g MS pour 60 minutes d'ultrasons et 0,069 mg/g MS pour l'extrait non assisté. La significativité statistique ($p = 0,00758$) souligne l'efficacité accrue du traitement de courte durée dans l'extraction de ces composés, en lien avec les effets mécaniques des ultrasons qui facilitent l'accès des solvants aux composés bioactifs à l'intérieur des cellules végétales (Tiwari et *al.*, 2015).

En ce qui concerne les tanins, bien que des variations de teneur soient observées, aucune différence statistiquement significative n'a été relevée entre les traitements, avec une teneur maximale de 0,75 $\mu\text{g/g}$ MS pour le traitement de 15 minutes. Cette observation suggère que les tanins peuvent présenter une réactivité différente aux ultrasons par rapport aux polyphénols et flavonoïdes, probablement en raison de leur structure moléculaire et de leur distribution dans les tissus végétaux (Jean-Blain, 1998).

Ces résultats montrent que, bien que les ultrasons améliorent le taux des polyphénols et des flavonoïdes, leur effet sur les tanins reste limité. Cela souligne l'importance d'adapter les conditions d'extraction en fonction des composés ciblés pour optimiser les rendements et la qualité des extraits.

De plus, ces résultats soulignent l'impact positif de l'extraction assistée par ultrasons sur l'augmentation de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes dans l'extrait *d'Artemisia herba alba*. Cette amélioration pourrait potentiellement renforcer ses propriétés thérapeutiques et élargir ses applications médicinales.

L'utilisation des ultrasons (US) dans l'extraction de biomolécules à partir de plantes médicinales, telles que *l'Artemisia herba alba*, est un domaine de recherche en pleine expansion. Les ultrasons sont des ondes sonores de haute fréquence (généralement supérieure à 20 kHz) qui peuvent générer des phénomènes physiques et chimiques bénéfiques lorsqu'ils interagissent avec les échantillons. Dans le contexte de l'extraction de composés bioactifs, les ultrasons peuvent agir de différentes manières selon les paramètres expérimentaux tels que le

temps, la température, la puissance et la fréquence. L'efficacité de l'extraction assistée par ultrasons dépend largement du temps d'exposition aux ultrasons. Plus la durée de l'exposition est longue, plus il y a de chances que les biomolécules soient extraites des cellules végétales. Des études, telles que celle menée par Chemat et *al.* (2017), ont montré une augmentation significative du rendement d'extraction des polyphénols avec une augmentation de la durée de l'exposition aux ultrasons. Cependant, il est important de noter que des durées d'exposition excessivement longues peuvent entraîner une dégradation des composés thermosensibles, réduisant ainsi la qualité de l'extrait final (Tiwari et *al.*, 2015).

Outre la durée, la température joue également un rôle important dans le processus d'extraction assistée par ultrasons. Une augmentation de la température peut accélérer les réactions chimiques et faciliter la diffusion des composés à travers les membranes cellulaires, ce qui peut améliorer le rendement d'extraction. Cependant, des températures trop élevées peuvent entraîner une dénaturation des protéines et une perte d'activité des composés bioactifs. Des études ont montré que le contrôle précis de la température est essentiel pour maximiser le rendement d'extraction tout en préservant la qualité des composés extraits (Wen et *al.*, 2018).

En plus de la durée et de la température, d'autres paramètres expérimentaux tels que la puissance et la fréquence des ultrasons peuvent également influencer l'efficacité de l'extraction. Des puissances plus élevées peuvent entraîner une cavitation plus intense, favorisant ainsi la rupture des parois cellulaires et l'extraction des composés. Cependant, une puissance excessive peut également entraîner une surchauffe de l'échantillon, ce qui peut endommager les composés thermosensibles. De même, la fréquence des ultrasons peut affecter la taille et la distribution des bulles de cavitation, ce qui peut influencer la cinétique d'extraction.

L'utilisation des ultrasons dans l'extraction de biomolécules offre plusieurs avantages par rapport aux méthodes conventionnelles. Tout d'abord, les ultrasons permettent une extraction plus rapide et plus efficace des composés bioactifs, réduisant ainsi le temps et les coûts de production. Deuxièmement, l'extraction assistée par ultrasons peut améliorer la biodisponibilité des composés extraits en facilitant leur absorption par l'organisme. Enfin, les ultrasons peuvent également augmenter la diversité des composés extraits en permettant l'extraction de molécules de taille et de polarité variables (Nataša et *al.*, 2021).

I.3 Résultats de l'activité antioxydante

I.3.1 Résultats du pouvoir réducteur du fer (Test FRAP)

L'activité antioxydante des extraits éthanoliques de la plante a été évaluée en utilisant la méthode de 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 et aqueux (Bougandoura et Bendimerad, 2012). La présence des réducteurs dans les extraits des plantes provoque la réduction de Fe^{3+} /complexe ferricyanide à la forme ferreux. Par conséquent, Fe^{2+} peut être évalué en mesurant et en surveillant l'augmentation de la densité de la couleur bleue dans le milieu réactionnel à 700 nm (Bougandoura et Bendimerad, 2012). Beaucoup de publications actuelles ont indiqué qu'il y a une relation directe entre les activités antioxydantes et la puissance de réduction des composants de quelques plantes (Bentabet et al., 2014). Les résultats du test FRAP des différents extraits et de l'acide ascorbique sont résumés dans la figure 9 et dans le tableau VI ci-dessous.

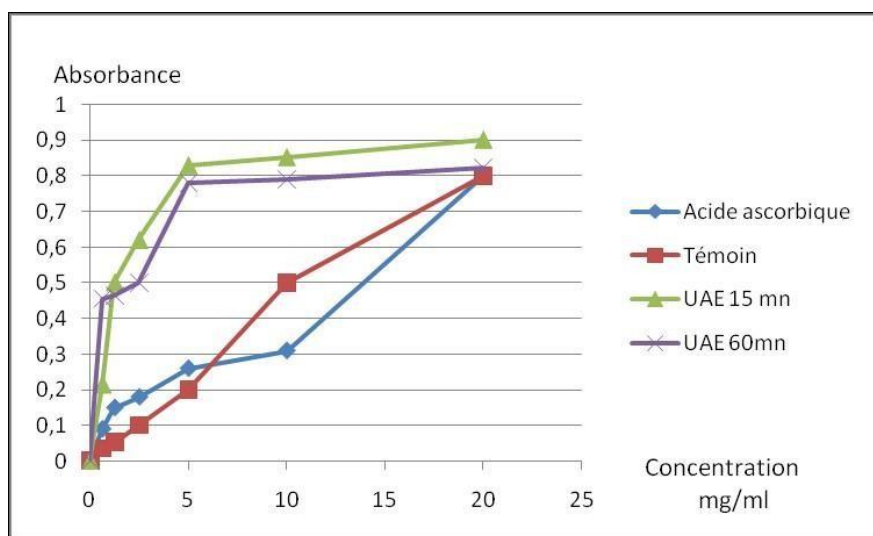


Figure 9 : Evaluation de l'activité antioxydante des extraits par la méthode FRAP (les concentrations sont la moyenne de deux répétitions).

Tableau VI : Résultats des concentrations inhibitrices (CI₅₀) en fonction du traitement US

Paramètres	CI ₅₀ mg/ml
Témoin (sans US)	10
US 15 mn	1,25
US 60 mn	2,50
Acide ascorbique	12,68

Les résultats obtenus indiquent une relation dose-dépendante entre l'assistance aux ultrasons et la capacité de réduction du fer. Cette relation montre que l'intensité de l'activité antioxydante des extraits est proportionnelle à la durée d'exposition aux ultrasons, comme observé dans nos expériences avec des périodes de 15 minutes et 60 minutes d'assistance ultrasonique. La CI 50, qui représente la concentration nécessaire pour réduire de 50 % le radical libre, est inversement proportionnelle à l'activité antioxydante d'un composé (Khoudali et *al.*, 2014). Comparativement au témoin non assisté par ultrasons, les extraits assistés ont montré une capacité réductrice significativement plus élevée, comme en témoigne leur CI50 plus faible. Ces résultats révèlent également que les extraits éthanoliques de l'armoise blanche présentent une activité antioxydante supérieure à celle de l'acide ascorbique, un antioxydant bien connu. Cette forte activité peut être attribuée à la richesse en composés polyphénoliques, notamment les groupements hydroxyle agissant comme donateurs d'électrons lors de la neutralisation des radicaux libres. Les polyphénols sont ainsi reconnus pour leur capacité à inactiver les oxydants et à protéger les cellules contre le stress oxydatif (Bougandoura et Bendimerad, 2012).

Le processus de réduction observé dépend de plusieurs paramètres influençant l'autoxydation, notamment la concentration en ions métalliques, le pH, la température et la présence d'agents complexants (Ghedadba et *al.*, 2015). Des études antérieures ont également confirmé que le pouvoir réducteur d'un composé est un indicateur prédictif de son potentiel antioxydant (Bougandoura et Bendimerad, 2012). Les extraits éthanoliques de plantes peuvent contenir une diversité de polyphénols avec des structures variées, chacune contribuant différemment à l'activité antioxydante globale. Ainsi, même à des concentrations relativement faibles, les extraits peuvent présenter une activité antioxydante supérieure à celle de l'acide ascorbique, qui, bien que puissant, peut-être moins efficace dans des tests comme le FRAP en raison de ses propriétés spécifiques de donation d'électron.

Les polyphénols possèdent une capacité unique à agir comme des pièges à radicaux libres, à chélater les ions métalliques pro-oxydants et à stabiliser les espèces réactives de l'oxygène. Par exemple, les groupements phénoliques présents dans les polyphénols peuvent réagir directement avec les radicaux libres pour les neutraliser, régénérant ainsi d'autres antioxydants comme la vitamine E, tout en inhibant les enzymes pro-oxydantes. De plus, leur capacité à traverser la membrane cellulaire et leur persistance dans l'environnement oxydatif peuvent prolonger leur efficacité protectrice par rapport à l'acide ascorbique, qui peut être plus

rapidement épuisé dans des conditions de stress oxydatif intense. Ainsi, la combinaison de ces mécanismes confère aux polyphénols une capacité antioxydante robuste et diversifiée, souvent supérieure à celle des antioxydants simples comme l'acide ascorbique dans des tests tels que le FRAP, où la réduction des ions ferriques est mesurée comme un indicateur direct de l'activité antioxydante.

Artemisia herba alba, une plante endémique de la flore algérienne, représente une ressource précieuse en raison de sa richesse en molécules bioactives utilisées depuis longtemps en médecine traditionnelle. Cette étude visait à explorer l'efficacité des ultrasons pour l'extraction de ces biomolécules et à évaluer leur activité antioxydante par le test FRAP.

Les résultats physicochimiques de la poudre d'*Artemisia herba alba* ont révélé des niveaux importants de cendres (12 %) et d'extractibles (25 %), indiquant une composition riche et complexe. Les analyses phytochimiques des extraits ont quantifié les polyphénols à 0,76 mg/g de matière sèche (Ms), les flavonoïdes à 0,11 mg/g Ms et les tanins à 0,75 µg/g Ms. Notamment, l'extrait soumis aux ultrasons pendant 15 minutes a montré des concentrations plus élevées de ces substances bioactives par rapport aux extractions de 60 minutes et au témoin sans ultrason.

De manière significative, l'extrait éthanolique assisté par ultrasons a exhibé le meilleur pouvoir réducteur du fer selon le test FRAP. Son activité antioxydante a été évaluée avec une CI 50 de 1,25 mg/ml, surpassant celle des extractions de 60 minutes (CI 50 : 2,5 mg/ml), du témoin (CI 50 : 10 mg/ml), et même du standard acide ascorbique (CI 50 : 12,68 mg/ml).

Ces résultats soulignent le potentiel prometteur d'*Artemisia herba alba* en tant que source de polyphénols aux propriétés antioxydantes remarquables. En vue de valoriser ces découvertes, plusieurs perspectives sont envisagées : l'optimisation des paramètres d'extraction par ultrasons pour maximiser le rendement des biomolécules, le développement de compléments alimentaires enrichis en ces composés bénéfiques, ainsi que l'exploration de leur potentiel pharmacologique dans le traitement des maladies liées au stress oxydatif.

Cette étude contribue à enrichir la connaissance scientifique sur *Artemisia herba alba* et ouvre la voie à de nouvelles applications potentielles dans divers secteurs, de l'alimentation à la médecine, en passant par la cosmétique. Ces avancées représentent une opportunité non seulement pour valoriser cette plante médicinale traditionnelle, mais aussi pour stimuler l'innovation dans la recherche de solutions thérapeutiques et préventives efficaces.

- Alyafi Alzhri, G. (2007). Determination of chemical composition of Prangos and the possibility to use in the applied field. *Damascus University*, 54.
- Akrout, A., El Jani, H., Amouri, S., & Neffati, M. (2011). Screening of Antiradical and Antibacterial Activities of Essential Oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba alba* Asso, & *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. Growing Wild in the Southern of Tunisia. *Recent Research in Science and Technology*, 2(1), 29–39.
- Anupam, S., & Kundan, S. (2011). The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J.Pharm. Biol.*, 1-9.
- Audigie, D., Figarella, J., & Zonszain, F. (1982). Manipulation analyses biochimiques. *Edition doin, 1ère Ed., Paris*, 213 p.
- Apak, R. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: cuprac method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7970-7981.
- Bahorun, T. (1997). Substances naturelles actives, la flore mauricienne, une source d’approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural Research*, Conseil Mauritius, Amas.
- Benabdallah, H. (2016). Techniques d’extraction, de purification et de conservation, Polycopié du cours. *Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas de Sétif*, 83 p.
- Ben Amor, B. (2008). Maîtrise de l’aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d’extraction de principes actifs : texturation par détente instantanée contrôlée (DIC)’, Thèse de Doctorat, Discipline : Génie des Procédés Industriels. *Université de la Rochelle, Unité de Formation et de Recherche des Sciences*, 208 p.
- Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie, phytochimie, plante médicinale, 3ème édition, *Lavoisier Tec et doc, Paris*, 915 p.
- Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plante médicinale, 3ème édition, *Lavoisier Tec et doc, Paris : technique et documentation et Edition médicinale internationale*, 1120 p (1993).
- Bernal, J., Mendiola, E., & Ibanez, A. (2010). Advanced analysis of nutraceuticals. Use a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food and Technology*, 28, 25-30.

- Bougandoura, N., & Bendimered, N. (2012). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie*, 09, 14-19.
- Bourgou, S., SerairiBeji, R., Medni, F., & Ksouri, R. (2016). Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia*. *Journal of New Sciences*, 28(12), 1649-1655.
- Chaabna, N. (2014). Activités anticoccidienne des extraits d'*artemesia herba halba*. Thèse de magister, valorisation des ressources végétales, 61 p.
- Chemat, F., Huma, Z., Khan, M.K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 813-835.
- Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540-560.
- Collin, S., & Crouzet, J. (2011). Polyphénols et procédés. *Edition Lavoisier TEC & DOC*, p. 5, 13, 16, 235.
- Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H. (2006). Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. *Ed Blackwell Publishing en Algérien*, 79-82p.
- Da Silva, J.A. (2004). Mining the essential oils of the anthemideae. *African Journal of Biotechnology*, December 2004, vol. 3(12), p. 709-720.
- Dacosta, Y. (2003). Les phytonutriments bioactifs : 669 références bibliographiques. *Ed. Yves Dacosta, Paris*, p. 317.
- Dangles, O., Stoeckel, C., Wigand, M.C., Brouillard, R. (1992). Two very distinct types of anthocyanin complexation : Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Letters*, 33, 5227-5230.
- Emmanuel, B. (2019). Responsable Recherche et Développement, ingénieur diplômé d'un doctorat en science dans le domaine de la biologie et de la nutrition à l'université de Nantes. Rédigé dans le site laboratoire Lescuyer.
- Favier, A. (2003). Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 108(10), 863-832.
- Fardjellah, A. (2021). Etude phytochimique et antibactérienne de l'artémisia herba alba Thèse de doctorat. université Mentouri , Constantine Algérie.

- Fenardji, F., Klur, M., Furlon, C., Ferrando, R. (1974). Contribution à l'étude de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* L.). *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 27(2), 203-206.
- Friedman, J., Yavin, Z., Dafni, A., Palewitsch, D. (1986). Preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev desert, Israel. *J Ethnopharmacol.* Jun 16(2-3), 275-287.
- Gélébart, B. (2016). Optimisation de l'extraction, en réacteur « batch », de biomasse énergétique à l'aide d'émulsions ultrasoniques de solvants verts. Mémoire de maîtrise, spécialité : génie chimique, Faculté de génie, Département de génie chimique et biotechnologique, Université Sherbrooke Canada, p. 138.
- Gherabi, H., Al-Rowaily, S. (2005). A guide to medicinal plants in North Africa. Produced by International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Ghazi, F., Sahraoui, S. (2005). Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantboucht et Hamraïa. Mémoire d'ingénieur, Institut National d'Agronomie, Alger, 81 p.
- Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, H., Bousselsela, M.C., Oueld Moukhtar, S.M. (2015). Polyphénols totaux, activités antioxydant et antimicrobienne des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. *Phytothérapie*, 13, 118-129.
- Ghestem, A., Seguin, E., Paris, M., Orecchioni, A.M. (2001). Le préparateur en pharmacie dossier, 2ème édition, TEC & DOC, Paris, pp. 275. (Cité dans Djemai Zoueglache S, 2008).
- Grigonis, D., Venskutonis, P.R., Sivik, B., Sandahl, M., Eskilsson, C.S. (2005). Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*). *The Journal of Supercritical Fluids*, 33, 223–233.
- Gseyra, E. (2011). Étude phytochimique de deux Espèces pastorales. *Ed. Eue France*, 160.
- Guillame, Y. C. (2017). Chromatographie en phase gazeuse (CPG). In M. Mreck (Ed), encyclopédie pratique de chromatographie (pp. 123-135). Edition Lavoisier
- Hamadou Habibou, H., Moussa Idrissa, PhD., MCIkhiri Khalid, Pr. (2019). Activité Antioxydante des Extraits Méthanoliques de Différents Organes de *Detarium microcarpum*. Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Chimie, Laboratoire des Substances Naturelles et Synthèse Organique (LASNASO), Groupe de Recherche Substances Naturelles et Valorisations, Niamey, Niger.
- Herzi, N. (2013). Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de doctorat, spécialité : Génie des procédés et de l'environnement, Institut National Polytechnique de Toulouse (INPToulouse), France, p. 193.
- Hmid, A. (2013). Review on the use of the ABTS Radical method to devalued antioxidant activity. *Food chemistry*, 165, 910-917.

- Houmani, Z., Bruneau, É., Masseaux, C., Guillet, A., Hance, T. (2014). Université Blida 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département d'Agronomie, Laboratoire des Plantes médicinales et aromatiques, Douirette route de Soumaa, 09100 Blida (Algérie).
- Jean-Blain, C. (1998). Aspects nutritionnels et toxicologiques des tanins. *Revue Médicale Vétérinaire*, 149, 911-920.
- Joannes, J. (2001). Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. *Ed. Robert Laffont*, ISBN 2-221-09207-4.
- Kabdulkarimova, K.K., Dinzhumanova, R., Olzhayeva, R., Karimova, A.A., Uzbekova, S.Ye., Orazalina, A., Dosbayeva, A., Lauyenova, S.A. (2022). Department of Chemistry, Faculty of Engineering and Technology, Non-Profit Limited Company "Semey University Named after Shakarim," Semey, Kazakhstan. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(A), 1512-1519.
- Khoudali, S., Benmessaoudleft, D., Essaqui, A., Zertoubi, M., Azzi, M., Benaissa, M. (2014). Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti-corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) du Maroc. *Journal of Materials and Environmental Science*, 5(3), 887-898.
- Khanbabae, E. (2001). Tanins classifications and definition. *Journal of Royal Society of Chemistry*, 18, 641-649.
- Karagozler, E., et al. (2008). Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastate*. *Food Chemistry*, 111, 400-407.
- Ksouri, R., et al. (2007). Salinity effect on polyphenols content and antioxidant activity in leaves of the halophyte *Cakil maritima*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45, 244-249.
- Kumar, D., Singh, M., Kumar, S., Meena, R.K., Kumar, R. (2021). Fodder quality and nitrate estimation of oats grown under different nutrient management options. *Indian Journal of Dairy Science*, 74(4), 331-337.
- Lohout, M. (2015). Comparaison de trois méthodes d'extractions des composés phénoliques et des flavonoïdes à partir de la plante médicinale *Artemisia Herba Alba*. Mémoire de master en biochimie moléculaire et santé, 41 p.
- Leitao, I., et al. (2005). Antibacterial screening of anthocyanic and proanthocyanic fractions from cranberry juice. *Journal of Medicinal Food*, 8(1), 36-40.
- Loum, J., Byamukama, R., & Wanyama, P. A. G. (2021). Efficient extraction of natural dyes from selected plant species. *Chemistry Africa*, 4(3), 677-689.
- Lis-Balchin, M. (2002). Lavender : The genus *Lavandula*. Taylor and Francis, London, pp. 37, 40, 50, 155-200.
- Mahmoudi, S., et al. (2013). Étude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut. Université Saad Dahleb, Faculté des sciences agrovétérinaire, département des sciences agronomiques.

- Makkar, H. P. S. (2003). Effect and fate of tannins in ruminant animals: Adaptation of tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49(3), 241-256.
- Mansour, R. (2015). Évaluation de l'effet anti-inflammatoire des trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L., *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum scabroides*. Thèse de doctorat en biologie, Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudhief Oran, 29-30 p.
- Méradi, N., et al. (2021). La guérison à base de l'armoise blanche en médecine traditionnelle dans les Aurès, Algérie – étude anthropologique. *Rawafed*, 5(2), 1065-1074.
- Mpika Joseph, Etou Ossibi G. J., Etou Ossibi Arnaud Wilfrid, Attibayeba (2022). *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, ISSN: 2394-3661, Volume-9, Issue-9, September 2022.
- Michel, T., Destandau, E., Le Floch, G., Lucchesi, M. E., & Elfakir, C. (2012). Antimicrobial, antioxidant and phytochemical investigations of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaf, stem, root and seed. *Food Chemistry*, 131(3), 754-760.
- Milićević, N., Kojić, P., Sakač, M., Mišan, A., Kojić, J., Perussello, C., Banjac, V., Pojić, M., & Tiwari, B. (2021). Kinetic modelling of ultrasound-assisted extraction of phenolics from cereal brans. *Ultrasonics Sonochemistry*, 79, 105761. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105761>
- Nabil, M. (1989). Essais de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne. Tome I. Éditions MAB, Faculté des sciences de Tunisie, 186-189 p.
- Nijveldt, R. J., et al. (2001). Flavonoids : Review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 74, 418-425.
- Novli, G. (1997). Role of free radicals in septic shock. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 48, 517-527.
- O'Kennedy, R., & Thornes, R. D. (1997). Coumarins : Biology, application and mode of action. John Wiley & Sons Inc., New York, 87-90.
- Paris, R., & Urbain, G. (1981). Abrégé de matières médicales pharmacognosie. Tom. 1. Éditions Masson, Paris, pp. 102-107.
- Peroumal, D. (2014). Caractérisation des fruits de la pulpe de six actions de *Mammea americana*: Aptitude à la transformation des fruits et caractérisations des composés phénoliques de la pulpe, Université des Antilles et de la Guyane, 83 p.
- Perva-Uzunalic, A., Skerget, M., Knez, Z., Weinreich, B., Otto, F., & Gruner, S. (2006). Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chemistry*, 96(4), 597-605.

- Petko Ivanov, P. (2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions, p. 129.
- Price, M. L., Van Scoyoc, S., & Butler, L. G. (1978). A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 1214-1218.
- Pier, M., & Lys, M. (2007). *Secrets des plantes*. Éditions Artemise, Paris, 463 p.
- Ribéreau-Gayon, P. (1968). Le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins rouges. *Chimie Analytique*, 52(6), 526-529.
- Rira, M. (2006). Effet des polyphénols et des tanins sur l'activité métabolique du microbiote ruminal d'ovins. Mémoire de magister en biochimie et microbiologie appliquée, Université Mentouri de Constantine, 14 p.
- Rodrigo, R., et al. (2011). Modulation of endogenous antioxidant system by wine polyphenols in human diseases. *Clinical Chimica Acta*, 412(5-6), 410-424.
- Sarni-manchado, Cheynier Véronique. (2006). Les polyphénols en agroalimentaire. Coll. Sciences et techniques agroalimentaires. Disponible sur : <https://www.lavoisier.fr/>.
- Sun, B., Richardo-da-Silvia, J. M., & Spranger, I. (1998). Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4267.
- Surbled, M et al. (2003). Extraction assistée par microonde : principe et application. *Revue française de corps gras*, 10(2) :97-104.
- Seyoum, A., et al. (2006). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Photochemistry*, 67, 2058-2070.
- Tiwari, B. K., et al. (2015). Ultrasound : A clean, green extraction technology for bioactive compounds from plant materials. *Trends in Analytical Chemistry*, 71, 100-109.
- Ulanowska, K., Traczyk, A., Konopa, G., & Wegrzyn, G. (2008). Differential antibacterial activity of genistein arising from global inhibition of DNA, RNA and protein synthesis in some bacterial strains. *Archives of Microbiology*, 184(5), 271-278.
- Valsaraj, R., et al. (1997). Antimicrobial screening of selected medicinal plants from India *Journal of Ethnopharmacology*, 58(1), 75-83.
- Vernins, R., et al. (1995). Mass spectra and Kovats index of some new cis-chrysanthenyl esters found in the essential oils of *Artemisia herba alba* from Algeria. *Essential Oil Research*, 6, 337-338.
- Vinson, J. A., Proch, J., & Bose, P. (2001). Determination of the quantity and quality of polyphenols antioxidant in foods and beverages. *Methods in Enzymology*, 335, 103-114.

Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zand, M., & Duan, Y. (2018). Advances in ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from cash crops : A review.

Wilson, D. E., Devault, D. A., Weiss, L., Gluckaus, B., Martin, A. J. P., & Synge, R. L. M. (1947). Développement des théories détaillées de la chromatographie.

Zhao, J., et al. (2014). Phenolic compounds and its antioxidant activity in ethanolic extract from seven cultivars of Chinese jujube. *Food Science and Human Wellness*.

Zarrouk, A., Martine, L., Grégoire, S., et al. (2019). Profile of fatty acids, tocopherols, phytosterols and polyphenols in Mediterranean oils (argan oils, olive oils, milk thistle seed oils and nigella seed oil) and evaluation of their antioxidant and cytoprotective activities. *Current Pharmaceutical Design*, 25(15), 1791–1805.

Web bibliographie

Anonyme 1. 2017 : <https://webphysique.fr/>.

Anonyme 2. 2009 : <https://www.lyon-entreprises.com/>.

Anonyme 3. 2024 : <http://www.fsr.ac.ma/>.

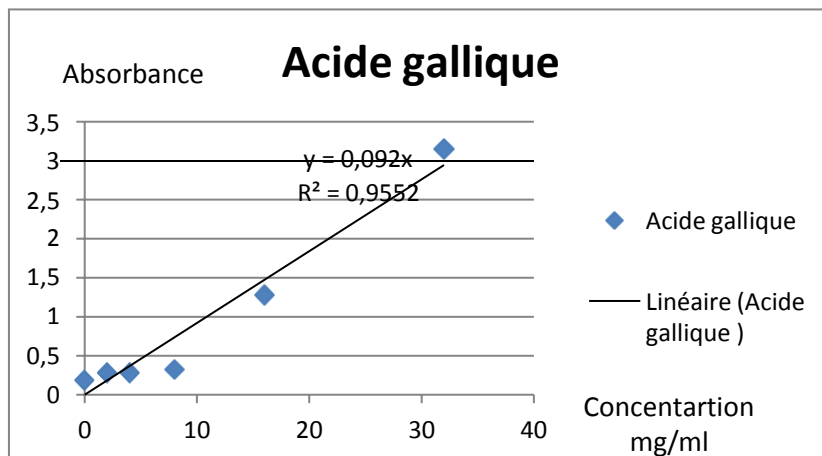
Robino, Jaen. (2023). <https://nantes-naturopathe.fr/>

Chaudier, Anaëlle. (2021). <https://www.passeportsante.net/portail/nutrition>

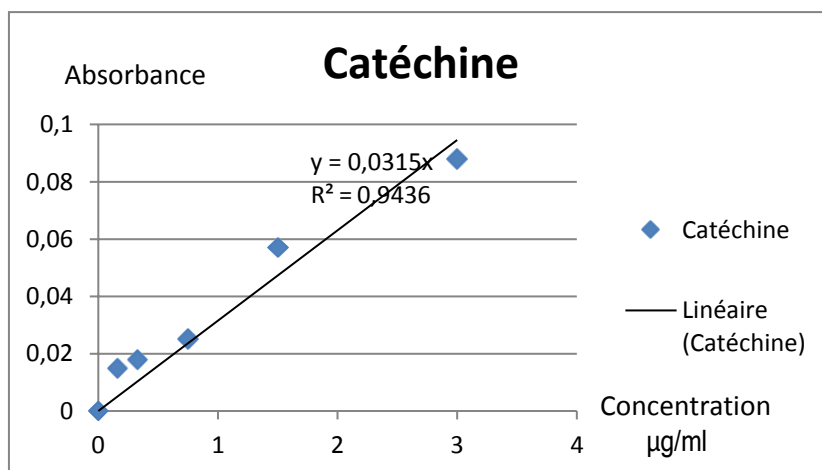
Annexe I : Liste des appareils, matériels, de la verrerie et des produits.

Matériel verreries et appareils	Produits
- Micropipettes (1000µl,500µl).	- Acide sulfurique.
- Creusets en aluminium.	- Folin-Ciocalteu.
- Creusets en porcelaine.	- Carbonate de sodium.
- Cartouche cellulosique.	- Éthanol 75%.
- Papier filtre.	- Acide gallique.
- Portoir.	- Sulfate de potassium.
- Spatule.	- Hydroxyde de sodium.
- Flacons ECBU.	- Vanilline 4%.
- Mortier.	- Toluène.
- Gants stériles.	- Eau distillée.
- Burette graduée.	- Catéchine.
- Erlenmeyer.	- Quercitine.
- Entonnoir.	- Chlorure d'aluminium.
- Flacons stériles.	- Tampon phosphate.
- Masques chirurgical.	- Ferricyanure potassium
-Pissette.	- Acide trichloracétique.
-Passoire.	- Chlorure ferrique.
-Thermomètre.	- Acide ascorbique
- Verre à montre.	
- Bécher.	
- Tubes à essai stériles.	
- Boites de Pétri en verre.	
- Thermomètre.	
- Entonnoir.	
-Centrifugeuse.	
- Etuve.	
- Four à moufle.	
- Soxhlet.	
- Spectrophotomètre UV-VISIBLE.	
-PH-mètre.	
- Balance de précision.	
- Bain marie.	
- Plaque chauffante.	
- Dessiccateur.	
-Table d'agitation.	
-Bain à ultrasons	
-Centrifugeuse.	

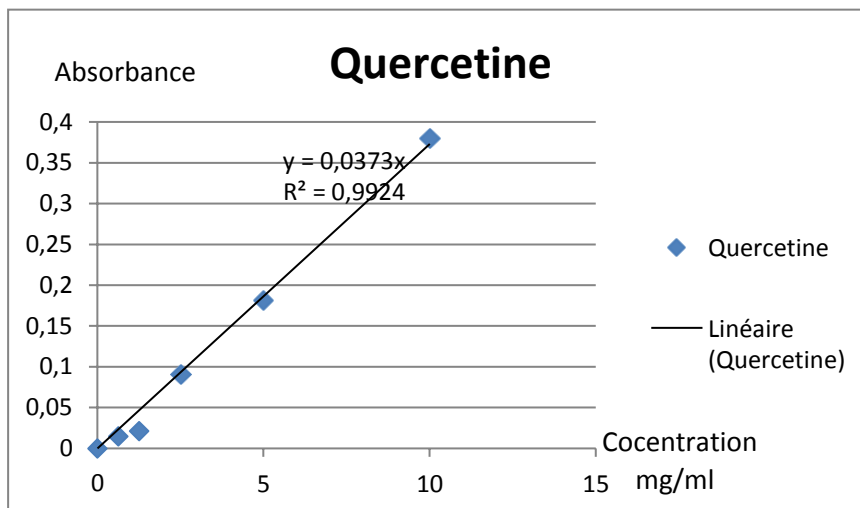
Annexe II



Courbe d'étalonnage de l'acide gallique



Courbe d'étalonnage de la catéchine.



Courbe d'étalonnage de la quercitrine

Résumé

L'Armoise blanche, ou *Artemisia herba alba*, est une plante médicinale de la famille des Astéracées, communément appelée « Chih », largement répandue dans le sud de l'Algérie et utilisée depuis longtemps en médecine traditionnelle pour ses nombreux bienfaits. Cette étude vise à évaluer l'impact de l'extraction assistée par ultrasons sur le rendement, la quantification des biomolécules et l'activité antioxydante (test FRAP) de l'Armoise blanche. Les résultats ont révélé une concentration élevée de biomolécules dans l'extrait obtenu après 15 minutes d'exposition aux ultrasons, présentant également une capacité de réduction du fer supérieure à celle de l'acide ascorbique utilisé comme standard. Notamment, cet extrait s'est avéré plus efficace que celui obtenu après 60 minutes d'ultrasons ainsi qu'en comparaison avec l'extraction sans ultrasons, tant au niveau de la concentration des biomolécules que des résultats du test FRAP. Ces propriétés antioxydantes sont attribuées à la présence de composés phénoliques dans cette plante, soulignant son potentiel prometteur dans diverses applications thérapeutiques et industrielles.

Mots clés : *Artemisia herba alba*, biomolécules, ultrasons, activité antioxydante

Abstract

White mugwort, or *Artemisia herba alba*, is a medicinal plant belonging to the Asteraceae family, commonly known as "Chih", widely distributed in southern Algeria and long used in traditional medicine for its numerous benefits. This study aims to assess the impact of ultrasound-assisted extraction on the yield, quantification of biomolecules, and antioxidant activity (FRAP test) of white mugwort. The results revealed a high concentration of biomolecules in the extract obtained after 15 minutes of ultrasound exposure, which also exhibited a superior iron-reducing capacity compared to ascorbic acid used as a standard. Importantly, this extract proved more effective than that obtained after 60 minutes of ultrasound exposure and compared to extraction without ultrasound, both in terms of biomolecule concentration and FRAP test results. These antioxidant properties are attributed to the presence of phenolic compounds in this plant, highlighting its promising potential in various therapeutic and industrial applications.

Keywords : *Artemisia herba alba*, biomolecules, ultrasound, antioxidant activity.

