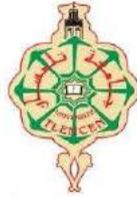


**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers**  
**Département de Biologie**



## **Mémoire**

*En vue d'obtenir le diplôme de*

**Master en biologie**

**Spécialité : Microbiologie fondamentale**

**Thème**

**Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits et des huiles  
essentielles de *Prunus avium***

*Présenté par :* **DEKKAR Wissem & CHERIF Ghizlene Zoubida**

*Soutenu le :* 19/06/2024

*devant le jury composé de :*

M <sup>me</sup> . TRIQUI Chahinez	Maître Assistant A	Université de Tlemcen	Présidente
M <sup>lle</sup> . BOUALI Wafaa	Maître de Conférences A	Université de Tlemcen	Examinatrice
M <sup>me</sup> . LEMERINI Wafaa	Maître de Conférences A	Université de Tlemcen	Rapporteur

Année universitaire : 2023-2024

# *Remerciements*

Avant tout, nous tenons à remercier **ALLAH** le tout puissant qui nous a guidées et accorder la force, la bonne santé et la persévérance nécessaires pour réaliser ce projet.

Nos vifs remerciements vont également à **Mme. TRIQUI Chahinez** pour l'honneur d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire et d'évaluer notre travail. Ses conseils apporteront une valeur supplémentaire à ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à **Mlle. BOUALI Wafaa** qui nous fait l'honneur d'examiner ce travail. Son engagement à participer dans ce jury est une valeur positive ajoutée à notre travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre **Mme. LEMERINI Wafaa**, pour l'aide compétent qu'elle nous a apporté, pour sa patience, sa confiance, son encouragement pour structurer ce travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire, nous la remercions vivement.

Nos remerciements vont aussi à **M. ZATLA Ilyes**, doctorant à l'université de Tlemcen pour avoir pris le temps de nous guider et d'accompagner nos recherches, pour son aide dans la réalisation de ce travail, son encouragement, sa disponibilité et surtout ses judicieux et précieux conseils de rédaction qui ont apporté un plus à ce travail.

Nous remercions **M. Khaldoun Mohammed** qui nous a procuré le matériel végétal, nous le remercions vivement pour son aide.

Nous remercions également **Aya** et **Sanaa**, nos chères amies, pour leur aide et soutien dans le laboratoire.

Nous remercions **Felahi Manel** et **Yasmine**, doctorantes, qui ont partagé leurs connaissances et expériences, elles ont été un grand soutien dans l'élaboration de ce mémoire.

Un grand remerciement à **Mme. Keniche Assia**, directrice du laboratoire COSNA, et à **M. Belyagoubi Larbi**, Membre du laboratoire LAPRONA, de nous avoir permis de réaliser ce travail au sein de ces laboratoires.

**Merci à tous et à toutes**

## ***Dédicace***

Je dédie ce mémoire à ma chère mère et mon cher père, qui m'ont toujours soutenu dans mes études et m'ont donné la motivation nécessaire pour mener à bien ce projet et m'ont donné les moyens de réussir et qui ont toujours été là pour moi. Ce modeste travail est le fruit de votre sacrifice.

À ma sœur **Imen** pour son soutien inconditionnel, sa tendresse et son soutien indéfectible ont été essentiels pour moi.

À mes deux frères **Hammadi** et **Fayçal** pour leurs encouragements, et leur présence.

À ma petite nièce **Alae** et mon petit neveu **Mohammed**.

### ***Que Dieu Vous Protège.***

À mes amis surtout **Aya** et **Sanaa** pour leur aide dans le laboratoire, je vous remercie infiniment. Egalement à toutes mes amies de la faculté de SNV, que j'ai connue pendant mes cinq ans d'études.

À mes amis de la famille CRT.

Je remercie vivement mon binôme Mlle **Dekkar Wissem**. Merci d'avoir été à mes côtés tout au long de la réalisation de ce mémoire. Je te suis infiniment reconnaissante pour ton soutien et ta précieuse collaboration. Ensemble, nous avons relevé ce défi avec succès.

A la fin, Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

**Et bien sûr, A MOI !**

**Cherif Ghizlene Zoubida**

## ***Dédicace***

Je dédie ce travail à mes chers parents, pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études, qui m'ont donné tout leur amour pour faire mes études. Auxquels je dois ce que je suis. Que dieu les protège. ***Je vous aime.***

À mes chères sœurs **Ikram** et **Rahma** pour leur encouragement, qui en plus de m'avoir encouragé tout le long de mes études, m'ont consacré beaucoup de temps et de disponibilité, j'exprime envers vous une profonde admiration, reconnaissance et attachement inconditionnels.

À mes frères **Hicham** et **Oussama** pour leur présence dans mon parcours, je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection, puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.

***Merci de m'avoir toujours soutenu et merci pour tous les bons moments passé ensemble.***

À mon oncle qui nous a procuré le matériel végétal qui est très précieux, je vous remercie.

À mon binôme **Melle. Cherif Ghizlene Zoubida** pour son entente et sa sympathie, son indéfectible soutien et sa patience infinie, son aide et pour son travail sérieux et support tout au long du travail.

À mon cher neveu **Ilyes** et ma chère nièce **Maram**

À mes chères amies **Aya** et **Sanaa**, pour leur aide dans le laboratoire.

À toutes mes amies de la faculté de SNV, que j'ai connue pendant mes cinq ans d'études.

***Enfin, une mention spéciale à ceux qui ont lu tout ou partie de ce travail.***

**Dekkar Wissem**

## Table des Matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction .....	1
Rappels Théoriques .....	4
Chapitre 1. Les Caractéristiques biologiques de l'arbre <i>Prunus avium</i> .....	5
I, Généralité .....	6
II. Les Rosacées .....	6
III. Le Prunus .....	6
III.1. <i>Prunus avium</i> .....	7
III.2. Nomination .....	8
III.3. Origine de l'arbre .....	8
III.4. Classification .....	8
III. 5. Répartition géographique du <i>Prunus Avium</i> dans le monde et en Algérie .....	9
III.5.1. Dans le monde .....	9
III.5.2. En Algérie .....	10
III.6. Éléments constitutifs de l'espèce .....	10
III.6.1. Les racines .....	11
III.6.2. Le tronc et les branches .....	11
III.6.3. Les feuilles .....	11
III.6.4. Les fleurs .....	11
III.6.5. Les tiges .....	11
III.6.6. Le fruit .....	12
III.6.7. Les graines .....	12
III.7. La composition chimique .....	13
III.8. Caractères botaniques du cerisier .....	13
III.9. Pathologies de <i>Prunus avium</i> .....	13
III.9.1. Les maladies foliaires .....	14
III.9.2. Les maladies transmises par le sol .....	14
III.9.3. Les maladies des fruits .....	14
III.9.4. Les infections systémiques .....	14
III.9.5. Le virus Sharka .....	15
III.9.6. Les insectes nuisibles .....	15

III.9.7. Les nématodes parasites des plantes souterraines.....	15
Chapitre 2 : Activités biologiques de <i>Prunus Avium</i> .....	17
I. Généralités .....	18
II. Les composés phénoliques des sous-produits de <i>Prunus avium</i> .....	18
III. Activités biologiques.....	19
III.1. Activité antioxydante.....	19
III.2. Activité anti-inflammatoire.....	20
III.3. Effet anti-cancéreux.....	21
III.4. Activités antimicrobiennes .....	21
III.4.1. Effet antifongique .....	21
III.4.2. Effet antibactérien .....	22
III.4.3. Effet antiviral .....	22
III.5. D'autres activités biologiques .....	23
III.5.1. L'effet Antidiabétique .....	23
III.5. 2. Effet anti-neurodégénératif .....	23
III.5. 3. Activité anti-cardiovasculaire .....	24
III.5. 4. Effet anti-allergènes .....	24
III.5. 5. Activité anti-tyrosinase .....	24
Matériel & Méthodes .....	26
I. Matériel.....	27
I.1. Matériel végétal.....	27
I.1.1. Les feuilles.....	27
I.1.2. Les fleurs .....	28
I.1.3. L'écorce .....	28
I.2. Matériel biologique .....	28
II. Méthodes .....	29
II.1. Préparation du matériel végétal pour l'extraction (séchage et broyage).....	29
II.2. Préparation des extraits à partir du matériel végétal .....	31
II.2.1. Extraction alcoolique par l'éthanol .....	31
II.2.2. Extraction aqueuse .....	32
II.3. Extraction des huiles essentielles.....	32
II.3.1. Principe.....	32
II.3.2. Extraction des huiles essentielles à partir des feuilles et des fleurs .....	33
II.4. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	34
II.4.1. Préparation des cultures microbiennes .....	34

II.4.2. Préparation des disques .....	34
II.4.3. Lecture des résultats .....	34
Résultats & Discussion.....	36
I. Résultats.....	37
I.1. Détermination des rendements d'extraction.....	37
I.2. Activités antibactériennes sur milieu solide .....	39
<i>Staphylococcus aureus</i> .....	41
<i>Bacillus subtilis</i> .....	41
<i>Enterococcus faecalis</i> .....	41
<i>Staphylococcus aureus</i> .....	41
<i>Bacillus subtilis</i> .....	41
<i>Enterococcus faecalis</i> .....	41
II. Discussion .....	43
Conclusion & Perspectives.....	46
Résumé .....	48
Références bibliographiques .....	50

## Liste des abréviations

% : le pourcentage, unité de mesure relative très utilisée pour exprimer une proportion ou un rapport.

° C : degré Celsius

µl : microlitre

2n : le double du nombre de chromosomes présents dans une cellule haploïde (n).

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

av. J.-C : avant Jésus-Christ

COX : les cyclo-oxygénases

EEPA : l'extrait d'écorce de *Prunus avium*

EUCAST: European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing

FLC : antifongique fluconazole

IC : concentration inhibitrice

Mc Ferland : une référence standard pour la mesure de la turbidité bactérienne.

mg : milligrammes

Min : minute

ml: millilitre

mm: millimètre

NO : l'oxyde nitrique

OMS : organisation mondiale de la sante

pH : potentiel hydrogène

PPV : Plum Pox Virus

Tmax : température maximale

UV : rayon ultras violet

## Liste des figures

- Figure 01 : Schéma représentant la classification de *Prunus avium* (Griffiths, 1994).
- Figure 02 : Distribution géographique actuelle de l'espèce *Prunus avium* (Burger et al., 2016)
- Figure 03 : Illustration représentant les différents organes de *Prunus avium* (Lindman 1926).
- Figure 04 : Classification chimique des principaux composés phénoliques présents dans *Prunus avium* (Nunes et al., 2021)
- Figure 05 : Photo original de la feuille de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024) et la localisation géographique du lieu de récolte (Google maps).
- Figure 06 : Photo original de la fleur de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024) et la localisation géographique du lieu de la récolte des fleurs (*Google maps*)
- Figure 07 : Photo originale de l'écorce de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024) et la localisation géographique du lieu de récolte (*Google maps*)
- Figure 08 : Préparation du matériel végétal pour l'extraction à partir des feuilles de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024)
- Figure 09 : Préparation du matériel végétal pour l'extraction à partir des fleurs de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024)
- Figure 10 : Préparation du matériel végétal pour l'extraction à partir de l'écorce (Prise personnel, 2024)
- Figure 11 : Etapes de l'extraction alcoolique (prise personnelle 2024)
- Figure 12 : Schéma du montage d'extraction. 1 : bain d'eau, 2 : thermomètre, 3 : agitateur, 4 : moteur électrique, 5 : condenseur (Abed, K. M. et al., 2018)
- Figure 13 : Etapes d'extraction de l'huile essentielle de *Prunus avium* (Prise personnelle, 2024)
- Figure 14 : Etapes de l'évaluation de l'activité antibactérienne (Prise personnelle, 2024)
- Figure 15 : Rendements des différents extraits obtenus.
- Figure 16 : Les différents extraits obtenus
- Figure 17 : Rendements des huiles essentielles extraites à partir des feuilles et des fleurs de *Prunus avium*

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Les six sous-genres de *Prunus* (Natić et al., 2020)

Tableau 02 : Principales maladies et ravageurs affectant les arbres *Prunus avium*

Tableau 03 : Les références des souches bactériennes utilisées.

Tableau 04 : Différentes masses du matériel végétal

Tableau 5 : Interprétation du diamètre de la zone d'inhibition des souches (Celikel et Kavas, 2008).

Tableau 06 : Rendements des huiles essentielles

Tableau 07 : Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne sur milieu solide des différents extraits de *Prunus avium*.

Tableau 08 : Boîtes de pétris après incubation montrant les zones d'inhibition des différentes souches.

Tableau 09 : Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne sur milieu solide des huiles essentielles de *Prunus avium*

Tableau 10 : Boîtes de pétris après incubation montrant les zones d'inhibition des différentes souches par les l'huiles essentielles extraites à partir des feuilles et des fleurs de *Prunus avium*

# *Introduction*

La recherche sur les propriétés médicinales des plantes revêt un intérêt à l'échelle mondiale. En effet, elles contiennent une grande variété de substances bioactives, thérapeutiquement précieuses tels que des phytohormones, des alcaloïdes, des flavonoïdes et des composés phénoliques.

Les plantes supérieures synthétisent également des métabolites secondaires, notamment des composés phénoliques, qui jouent un rôle important dans la prévention de l'oxydation par les radicaux libres et présentent de nombreux bienfaits pour la santé [(Dar et al., 2023) ; (Rajashekar, 2023)].

Les plantes médicinales possèdent d'importantes propriétés antibactériennes, antifongiques, anticancéreuses et anti-inflammatoires, ce qui les rend d'un intérêt considérable pour le traitement des maladies chroniques et les infections. D'ailleurs, l'organisation mondiale de la santé reconnaît leur importance, car la majeure partie de la population mondiale utilise la médecine traditionnelle à base d'extraits de plantes [(Akram et al., 2023) ; (Bishnu et al., 2023)].

De plus, il est connu que les infections microbiennes représentent une préoccupation majeure en termes de santé publique, d'autant plus que de nombreux agents pathogènes développent une résistance croissante aux antibiotiques conventionnels. Dans ce contexte, la recherche de nouvelles sources naturelles d'agents antimicrobiens efficaces est d'une importance capitale. Les extraits des différentes parties de l'arbre du cerisier (*Prunus avium*), pourraient potentiellement offrir une alternative thérapeutique intéressante, grâce à leur capacité avérée à inhiber la croissance de microorganismes pathogènes, y compris ceux résistants aux traitements actuels (Dizdarević et al., 2022).

L'Algérie possède une gamme riche et diversifiée de plantes médicinales, aux propriétés thérapeutiques traditionnellement reconnues et utilisées par les guérisseurs locaux. Des études ethnobotaniques ont montré les utilisations traditionnelles de certaines espèces et les nouvelles applications thérapeutiques de plantes comme *Marrubium vulgare*, *Artemisia herba-alba*, *Zingiber officinale* et *Juniperus phoenicea*, considérées comme efficaces contre diverses maladies, dont le cancer. Le précieux patrimoine médicinal végétal de l'Algérie est valorisé à travers les connaissances traditionnelles et les recherches ethnobotaniques récentes [(Belhouala K et al., 2021) ; (Brahmi et al., 2023)].

*Prunus avium*, également connu sous le nom de merisier ou cerisier des oiseaux, est un arbre fruitier de la famille des rosacées, originaire d'Europe et d'Asie et largement cultivé dans les régions tempérées. Il est très apprécié pour ses fruits comestibles et savoureux, son

bois de haute qualité et son intérêt traditionnel pour l'alimentation, l'économie et l'esthétique [(Jdaidi et Hasnaoui, 2018) ; (Jésus et al., 2020)].

L'objectif de ce travail est l'extraction des huiles essentielle et l'obtention des extraits (alcoolique, aqueux, et le résidu) à partir des feuilles, des fleurs et d'écorce de *Prunus avium* ; ainsi que l'évaluation de leur activité antibactérienne.

De ce fait, ce manuscrit s'articule autour de trois parties essentielles :

- Dans la première partie une étude bibliographique est menée sur les caractéristiques et les effets biologiques de l'arbre *Prunus avium*.
- Nous détaillerons, dans la deuxième partie l'outil méthodologique utilisé selon les points suivants :
  - La préparation des extraits à partir des feuilles, des fleurs et de l'écorce de l'arbre.
  - Extraction des huiles essentielles à partir des feuilles, des fleurs et de l'écorce de l'arbre.
  - La détermination des rendements d'extraction.
  - La détermination de l'activité antibactérienne par la méthode de diffusion sur disque.
- Dans la troisième partie, nous discutons les résultats obtenus lors de cette étude.

Enfin, une conclusion est donnée afin de restituer les principaux résultats obtenus et les perspectives afin de compléter et d'améliorer ce travail.

*Rappels*  
*Théoriques*

# *Chapitre 1*

Les Caractéristiques  
biologiques de l'arbre *Prunus*  
*avium*

### I, Généralité

Les cerisiers occupent une place de choix dans le patrimoine arboricole de nombreuses régions du monde. Appartenant au genre *Prunus*, ces arbres fruitiers ont su s'imposer tant pour la beauté de leurs floraisons printanières que pour la saveur de leurs fruits tant appréciés. Les cerises sont appréciées depuis des siècles, non seulement pour leur délicieux goût, mais aussi pour leur attrait esthétique et leur importance culturelle.

Cependant, le cerisier n'est pas seulement un arbre d'ornement ou une source de délicieuses cerises. Ses différentes parties recèlent en effet une richesse de composés bioactifs qui confèrent à cet arbre des propriétés médicinales et thérapeutiques remarquables. De l'écorce aux feuilles en passant par les fruits, chaque élément du cerisier renferme un potentiel de valorisation à exploiter (Calle et al., 2023).

### II. Les Rosacées

La famille des Rosacées se divise en 85 genres et réunit plus de 3000 espèces réparties dans le monde entier, bien que plus répandues dans les régions froides et tempérées du Nord. Cette famille présente la caractéristique d'avoir des fleurs à symétrie rayonnée, presque toujours parfaites et pentamères, les pièces florales sont toujours organisées par multiple de 5. Les rosacées se singularisent par la grande diversité tant des formes végétatives que des fleurs et des fruits ; certaines sont des herbes comme la reine-des-prés, l'aigremoine, l'alchémille et le fraisier, d'autres des arbustes comme l'églantine, le rosier, l'aubépine, la ronce et enfin de nombreuses autres sont des arbres comme le laurier-cerise et le pommier, le poirier, le prunier, le cerisier, l'amandier, etc., et le panama [(Castede, 2014) ; (Franchomme, 2021)].

#### I. Le *Prunus*

Il appartient à la famille des rosacées. Environ 430 espèces d'arbres et d'arbustes sont originaires d'Asie et se trouvent dans les régions tempérées du monde. Il est divisé en six sous-genres

**Tableau1** : Les six sous-genres de *Prunus* (Maja et al., 2020)

<b>Amygdalus</b>	Amandes et pêches
<b>Prunus</b>	Prunes et abricots
<b>Cerasus</b>	Cerises
<b>Lithocerasus</b>	Le <i>Prunus pumila</i>
<b>Padus</b>	Le <i>Prunus padus</i> ou cerisier des oiseaux
<b>Laurocerasus</b>	Le <i>Prunus laurocerasus</i> , ou cerise laurier

La culture des espèces de *Prunus* est répandue dans les régions tempérées du monde entier, notamment en Europe, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient, en Australie-Méridionale, en Nouvelle-Zélande et sur le continent américain. Les prunus sont appréciés pour leur goût, leur couleur et leur douceur, ainsi que pour leurs propriétés nutritionnelles et bioactives. Ils sont également étudiés pour leurs bienfaits pour la santé humaine, notamment en ce qui concerne la prévention de maladies cardiovasculaires, du cancer, du diabète et d'autres problèmes liés à l'âge (Maja et al., 2020).

### III.1. *Prunus avium*

*Prunus avium*, également connu sous le nom de « cerisier ou merisier », est une plante à fleurs originaire d'Europe, d'Asie de l'Ouest et d'Afrique du Nord. Il est crucial pour la biodiversité des écosystèmes forestiers, offrant un habitat vital pour la faune et la flore (Jdaidi et al., 2023). En tant qu'espèce végétale indigène, le *Prunus avium* fournit un habitat vital pour de nombreuses espèces. Les fruits sont consommés par de nombreux oiseaux, facilitent la dispersion des graines, offrant ainsi un mécanisme naturel de régénération et de propagation des forêts. De plus, la floraison précoce du merisier enrichit l'écosystème en fournissant une source de nectar et de pollen pour les abeilles et d'autres insectes pollinisateurs en début de saison (Jdaidi, 2016). En plus, les cerisiers offrent également un abri et une protection pour de nombreuses espèces d'oiseaux et de petits mammifères. Par conséquent, la présence du *Prunus avium* est cruciale pour maintenir l'équilibre écologique et la diversité biologique au sein des écosystèmes forestiers [(Saeed et al., 2023) ; (Jdaidi et al., 2023)]. Cette espèce présente un intérêt économique pour l'homme, étant exploitée en sylviculture pour son bois de qualité, en arboriculture pour ses fruits, en horticulture pour sa capacité de porte-greffe des variétés de *Prunus* ornementaux, et comme essence favorable au développement et à la fixation de gibiers [(Vinitha et al., 2014) ; (Académie Française. (1838)].

### III.2. Nomination

Les cerises, connues sous différents noms vernaculaires à travers le monde, revêtent une importance culturelle reflétée dans la diversité des langues locales.

En arabe, les noms sont *habb el m'louk*, *qiracya*, *kirz*, *kerz* et *bousoufa* etc. Les noms communs incluent le merisier, le cerisier des oiseaux, le cerisier sauvage, le guignier, le bigarreaudier, le cerisier à fruits rouges et la cerise douce. Et enfin en anglais, on a *sweet cherry*, *wild cherry*, *mountain cherry*, *bird cherry* et *European cherry*.

Cette richesse linguistique souligne le rôle culturel et culinaire prépondérant des cerises dans de nombreuses cultures à travers le globe [(Caron, 2011) ; (Académie Française, 1838) ; (Mahmoudi, 1988)].

### III.3. Origine de l'arbre

Le botaniste Carl Linnaeus a décrit cette espèce pour la première fois en 1753 (*Scripta Horticulturae*, 2011). Les premières descriptions de la cerise datent de 300 av. J.-C. en Grèce.

Le nom "cerise" proviendrait de la ville de Kerasun (Ville de Giresun en Turquie) où des cerises de haute qualité étaient cultivées. Deux types de cerises : douces (*Prunus avium*) et acides (*Prunus cerasus*) [(Jules, 2011) ; (Ruas et al., 2005)].

### III.4. Classification

Le genre *Prunus* regroupe plus de 200 espèces, qui sont des arbres ou des arbustes, dont beaucoup sont des espèces fruitières comme le cerisier (Yahlali, 2021).

Le *Prunus avium* est une espèce diploïde ( $2n=16$ ). Ce groupe se caractérise par la douceur de ses fruits. On distingue deux sous-groupes principaux :

- Les bigarreaux : des fruits sucrés à la chair ferme, de couleur blanche ou rouge.
- Les guignes : des fruits sucrés mais à la chair molle (Mellaz, 2018).

Le cerisier est classé comme suit :

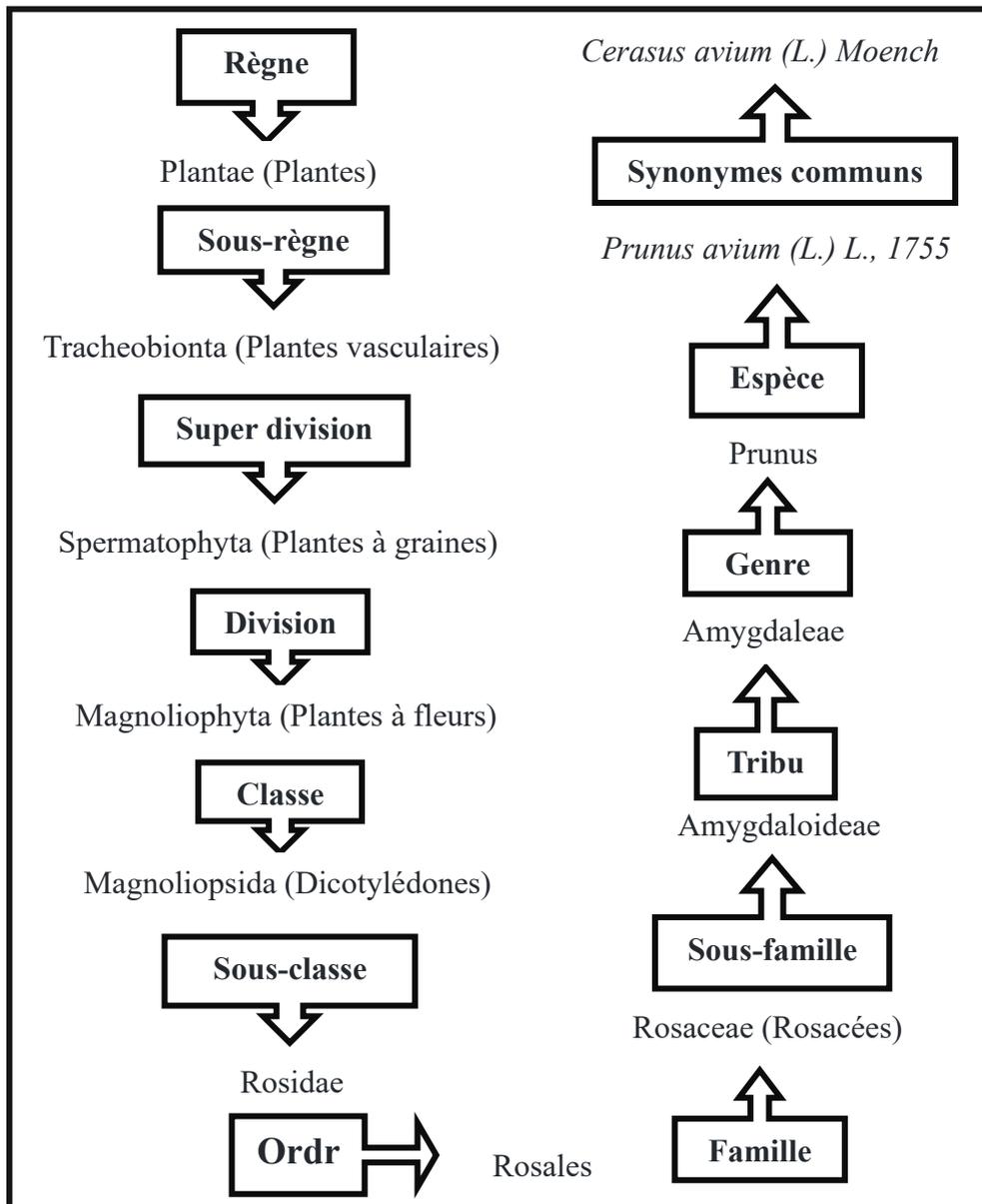


Figure 1 : Schéma représentant la classification de *Prunus avium* (Griffiths, 1994).

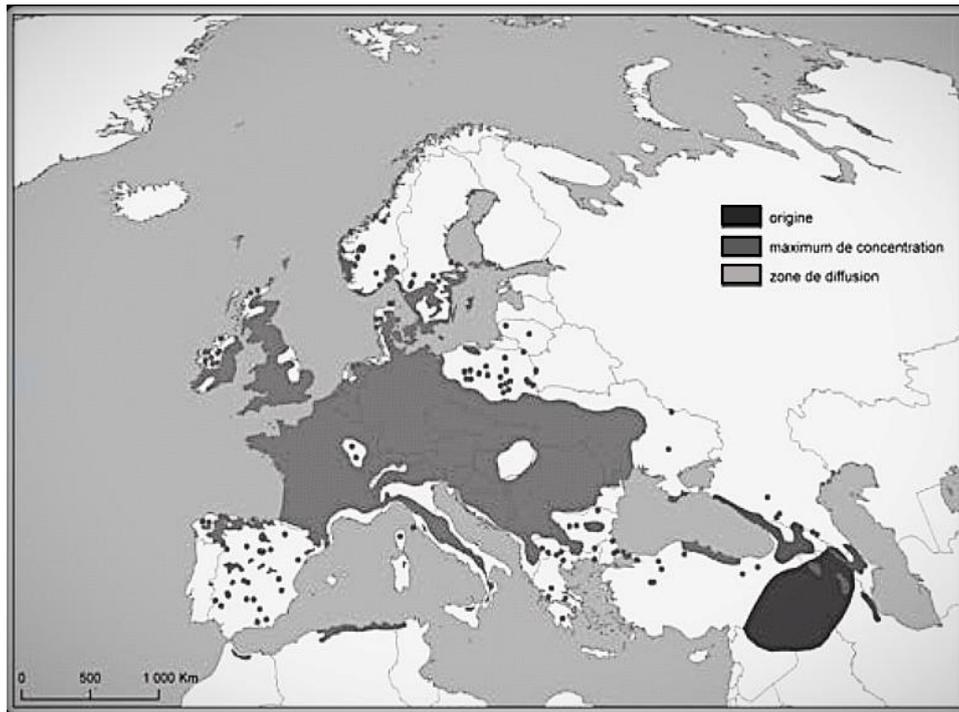
### III. 5. Répartition géographique du *Prunus Avium* dans le monde et en Algérie

#### III.5.1. Dans le monde

*Prunus avium*, est en effet une espèce largement répandue à travers le monde, avec une distribution géographique diversifiée. Originare d'Asie du Sud-Ouest et d'Europe, il s'est étendu dans de nombreuses régions du globe, y compris l'Afrique du Sud, la Chine, le Japon, la République de Corée, la Belgique, l'Italie, la Russie, le Canada, les États-Unis, l'Australie et le Chili [(Cabi., 2022) ; (Jdaidi, 2016) ; (Lim., 2012)].

On le retrouve même dans des endroits spécifiques comme la forêt de Kroumirie en Tunisie (Jdaidi et al., 2018).

La Turquie est le premier producteur mondial de cerises douces, suivie des États-Unis, de l'Iran, de l'Italie et de l'Ukraine (Aqil et al., 2020). Les premières formes cultivées de *Prunus avium* ont été trouvées dans les Mines, suivies par les Grecs et les Romains, puis au-delà des Alpes en Europe centrale. Les activités humaines ont élargi la limite nord de la répartition de cette espèce qui été adaptée en Afrique du Nord, l'ouest de l'Inde et l'est de l'Amérique du Nord. (Jdaidi et al., 2023).



**Figure 2:** Distribution géographique actuelle de l'espèce *Prunus avium* (Burger et al., 2016)

### III.5.2. En Algérie

Le *Prunus avium* (le cerisier), est présent de façon naturelle dans les régions montagneuses du nord du pays, notamment dans les massifs kabyles et l'Atlas tellien. Les zones les plus favorables au développement du cerisier en Algérie se trouvent à Tlemcen, Médéa, Blida et Miliana, qui offrent des conditions climatiques et géographiques propices à la culture et à la croissance de cet arbre fruitier (Yahlali, 2021).

### III.6. Éléments constitutifs de l'espèce

Cet arbre se compose de différentes parties essentielles qui contribuent à sa croissance, à sa reproduction et à sa fonction globale dans l'écosystème. Les racines, le tronc, les branches, les feuilles, les fleurs, les fruits, les tiges et les graines du *Prunus avium* sont ses principales parties. Chacune de ces parties joue un rôle important dans le développement et la survie de l'arbre, tout

en offrant des avantages tels que la production de fruits délicieux et la contribution à la biodiversité.

### III.6.1. Les racines

Les arbres *Prunus avium* développent un système racinaire qui remplit deux fonctions principales : absorber l'eau et les nutriments du sol et fournir un soutien physique à l'arbre.

En général, le merisier développe un système racinaire en forme de cœur avec de longues racines latérales (Stojecová et Kupka, 2009).

### III.6.2. Le tronc et les branches

Le *Prunus avium* se distingue par un tronc robuste et unique, droit, avec une écorce mince et lisse de couleur pourpre-gris qui devient gris-brun avec des fissures horizontales en vieillissant, ajoutant à son attrait esthétique. Ses branches, allant du brun rougeâtre au gris, contribuent à sa large couronne conique, offrant un habitat diversifié pour les espèces d'oiseaux se nourrissant des cerises de l'arbre (Tarnai et al., 1994). Le tronc et les branches jouent un rôle important en soutenant l'arbre et en assurant le transport des nutriments et de l'eau entre les racines et les feuilles.

### III.6.3. Les feuilles

En ce qui concerne les feuilles, elles sont alternes, simples, ovoïdes aiguës, glabres, mates ou sub-brillantes, avec une variable finement duveteuse en dessous, avec une marge dentelée et une pointe acuminée. La couleur passe du vert à l'orange en automne. Ces feuilles sont essentielles pour la photosynthèse, ce qui permet à l'arbre de produire des nutriments. Sur les feuilles, on trouve un polyglycoside (-) -épicatéchine, concluant qu'il offre probablement des effets antioxydants plus puissants à ces parties de la plante (Tarnai et al., 1994).

### III.6.4. Les fleurs

Les fleurs sont de forme allongée, actinomorphes, mesurant entre 2 et 2,5 cm de diamètre, et apparaissent au début du printemps en même temps que les nouvelles feuilles, avec cinq pétales, des étamines jaunes et un ovaire supérieur. De plus, ils sont hermaphrodites et pollinisés par les abeilles (Jesus et al., 2020).

### III.6.5. Les tiges

Les tiges ont une couleur verte due à leur teneur en chlorophylle. En effet, la variation de couleur des pédoncules peut être utilisée pour évaluer la fraîcheur des fruits.

Les tiges de cerisier ont été signalées pour leur utilisation en médecine traditionnelle comme diurétiques, sédatifs et drainants. En outre, ils peuvent réduire l'inflammation, affecter positivement le système cardiovasculaire et le muscle lisse vasculaire (**Jesus et al., 2020**).

### III.6.6. Le fruit

Les cerises sont les fruits du *Prunus avium*, c'est une drupe, rouge vif à violet foncé, comestible, d'une douceur variable à astringente et d'une amertume variable à la consommation. Elles contiennent plusieurs composants bioactifs incluant des anthocyanines, des composés phénoliques, des sucres, et des acides organiques. Ces composés sont principalement concentrés dans la peau du fruit et contribuent aux propriétés sensorielles et organoleptiques, tels que la saveur (**Budak, 2017**). Les fruits ont été rapportés pour leur activité antioxydante, leurs propriétés antiprolifératives et anticancéreuses, leurs effets anti-inflammatoires, leur protection contre les maladies cardiovasculaires et le retardement du processus de vieillissement (**Vinitha et al., 2014**).

### III.6.7. Les graines

Les graines de cerises sont des déchets de produits, actuellement utilisés pour la production de biomasses, mais pourraient à l'avenir constituer une ressource importante dans les domaines de l'alimentation et de la cosmétique (**Straccia et al., 2012**). Les graines de cerises offrent une diversité de potentiels remarquable. Elles renferment une huile riche en composés tels que le gamma-sitostérol et l'érucylamide, les rendant idéales pour la production de biodiesel (**Abdulvahitoglu, 2019**). Elles contiennent des composés médicinaux tels que des antioxydants et des anti-inflammatoires, adaptés à la médecine naturelle et à la pharmacologie. De plus, ces graines pourraient servir de source d'énergie renouvelable, contribuant à la production de biocarburants ou de pellets à des fins de chauffage. Leurs caractéristiques les rendent également viables pour des applications industrielles, notamment pour la création de matériaux composites et de produits chimiques. De plus, les graines de cerisier présentent des avantages environnementaux, capables de dépolluer les sols et l'eau en raison de leurs propriétés absorbantes et détoxifiantes. En explorant ces attributs, les graines de cerises pourraient ouvrir la voie à un plus large éventail d'applications, ouvrant la voie à de meilleures opportunités d'utilisation et de valorisation dans divers secteurs. Ces graines peuvent être valorisées par des étapes de pré-hydrolyse pour extraire les hémicelluloses en vue de récupérer le sucre, la cellulose et la lignine pour la fabrication potentielle d'adhésifs, augmentant ainsi leur valeur en tant que sous-produits (**Elghazaly et al., 2016**).

### III.7. La composition chimique

La composition chimique des feuilles, des branches et surtout des cerises comprend divers composés bioactifs tels que des acides phénoliques, des tanins, des flavonols, des anthocyanines et des stérols. Ces composés, comme les composés phénoliques et les tanins, jouent un rôle crucial dans la protection de la plante contre les dommages oxydatifs et les agressions des insectes, des herbivores et des microorganismes. Les composés phénoliques et les flavonoïdes, considérés comme des métabolites secondaires des plantes, offrent de nombreux bienfaits pour la santé lorsqu'ils sont intégrés dans l'alimentation humaine. Ils agissent en tant qu'antioxydants, agents antimicrobiens, antidiabétiques, anti-neurodégénératifs, anti-inflammatoires, anticancéreux et présentent des effets anti-cardiovasculaires (Sanz et al., 2010).

### III.8. Caractères botaniques du cerisier

Le cerisier est un arbre vigoureux qui pousse dans les forêts, mesurant de 15 à 35 mètres de hauteur. Il a des feuilles caduques ovales et pendantes, des fleurs blanches en avril, et préfère les sols limono-argiles, riches en azote avec un pH acide (4,3–6,7). Il résiste bien au froid et à la sécheresse. Ses feuilles de 12 à 13 centimètres de long, sont alternes avec deux glandes à la base. En avril et avant le développement du feuillage, ses fleurs fleurissent en bouquets blancs sur un long pédoncule. De plus, le bois de cerisier a une coloration naturelle allant du rouge clair au rouge brun, avec des tons orangés (Jdaidi et al., 2023).



**Figure 3** : Illustration représentant les différents organes de *Prunus avium* (Lindman 1926).

### III.9. Pathologies de *Prunus avium*

Comme tous les êtres vivants, le *Prunus avium* n'est pas à l'abri des maladies et des ravageurs qui peuvent affecter sa santé et sa productivité. Ces pathologies comprennent plusieurs types parmi eux :

#### III.9.1. Les maladies foliaires

Présentées souvent comme la pourriture brune, le nodule noir, la poche du prunier, l'oïdium, la rouille, le chancre bactérien et la tache affectent les feuilles des arbres *Prunus avium*, causant divers symptômes et dommages. Ces maladies peuvent entraîner des défoliations, des taches colorées, des chancres et d'autres altérations visibles sur les feuilles de ces arbres, affaiblissant ainsi les arbres, compromettant leur croissance, leur rendement et leur santé globale. La gestion appropriée de ces maladies est essentielle pour limiter les dommages et maintenir la productivité des arbres fruitiers (Yanqing et al., 2023).

#### III.9.2. Les maladies transmises par le sol

Telles que le flétrissement, la pourriture des racines et du collet sont des infections qui se propagent à travers le sol, affectant les systèmes racinaires des arbres *Prunus avium*. Ces maladies du sol peuvent affaiblir les racines, entraîner un flétrissement des feuilles, et compromettre la santé générale de l'arbre.

#### III.9.3. Les maladies des fruits

Comme la moisissure grise, l'anthracnose, les taches de suie et les mouchetures affectent la qualité et la santé des fruits produits par les arbres *Prunus avium*. Ces affections peuvent causer des altérations visuelles sur les fruits, réduire leur valeur marchande, et compromettre la productivité des arbres fruitiers (Beluzán et al., 2022).

#### III.9.4. Les infections systémiques

Causées par des virus, des viroïdes et des phytoplasmes peuvent se propager dans tout le système de l'arbre *Prunus avium*, entraînant des symptômes généralisés et parfois graves. Ces infections systémiques peuvent affecter la croissance, la floraison, et la santé globale de l'arbre, compromettant sa capacité à produire des fruits de qualité.

### III.9.5. Le virus Sharka

Également connu sous le nom de *Plum Pox Virus* (PPV), constitue une menace importante pour les arbres *Prunus avium*, provoquant des symptômes distincts sur les feuilles et les fruits, ainsi qu'une chute de fruits prématurée provoquant des pertes économiques importantes en réduisant la qualité et la quantité des fruits (**İnanç et al., 2018**). Les symptômes comprennent des bandes, des taches chlorochimiques, des éclaircissements nerveux ou des déformations foliaires. Les fruits peuvent également subir des déformations ou des nécroses importantes, impactant leur aspect et leur valeur commerciale. La chute des fruits prématurés limite également la récolte et la productivité. Malheureusement, il n'existe aucune méthode curative contre le PPV, ce qui souligne la nécessité d'une prévention et d'une prise en charge efficaces pour limiter les dégâts causés par cette maladie virale [(**Chirkov et al., 2022**) ; (**García et al., 2014**) ; (**De Moria et al., 2020**)].

### III.9.6. Les insectes nuisibles

Représentent les mites, les foreurs, les mouches, les cochenilles, les pucerons, les punaises, les charançons et les acariens peuvent causer des dommages importants aux arbres *Prunus avium*. Ces ravageurs peuvent s'attaquer aux feuilles, aux fleurs, aux fruits et même aux tiges de l'arbre, compromettant sa santé et sa productivité. Par exemple, les mites peuvent provoquer des défoliations, les foreurs peuvent endommager l'écorce et les tissus internes, les cochenilles peuvent affaiblir la plante en se nourrissant de sa sève, et les pucerons peuvent induire des déformations et des affaiblissements (**Tomar et al., 2022**).

### III.9.7. Les nématodes parasites des plantes souterraines

Représentent une autre menace pour les arbres *Prunus avium*. Ces parasites peuvent infecter les racines de l'arbre, perturbant leur fonctionnement et leur capacité à absorber les nutriments du sol, ce qui peut entraîner un affaiblissement général de l'arbre et compromettre sa croissance.

De même, l'*Omaloplia Glabrata*, un ravageur qui se nourrit de l'épiderme des feuilles, peut causer des dommages significatifs aux feuilles de *Prunus avium*, affectant leur capacité à effectuer la photosynthèse et à maintenir la santé de l'arbre. En outre, d'autres organismes tels que les bouvreuils, les chenilles, les pucerons et la cloque du pêcher peuvent également attaquer le merisier, ajoutant à la diversité des menaces auxquelles les arbres *Prunus avium* peuvent être confrontés. Il est essentiel de mettre en place des mesures de lutte intégrée pour contrôler ces ravageurs et parasites, en combinant des approches biologiques, culturelles et chimiques pour

protéger la santé et la productivité des arbres fruitiers [(CABI, 2022) ; (Yanqing et al., 2023) ; (Aakanksha et al., 2015) ; (Parthasarathy et al., 2022)]. De plus, le coléoptère de l'ambrosia, le foreur polyphage des trous de balle, ainsi que le pathogène fongique vasculaire *Fusarium euwallaceae*, provoquent le dépérissement par *Fusarium* sur plusieurs espèces d'arbres feuillus, y compris *Prunus spp.* (Miroslav et al., 2020).

**Tableau 02 : Principales maladies et ravageurs affectant les arbres *Prunus avium***

<b>Types de maladies / ravageurs</b>	<b>Impact sur l'arbre <i>Prunus avium</i></b>
Maladies foliaires	Domages visibles sur les feuilles, affaiblissement de l'arbre, compromission de la croissance et du rendement.
Maladies transmises par le sol	Affaiblissement des racines, flétrissement des feuilles, compromission de la santé générale de l'arbre.
Maladies des fruits	Altérations visuelles sur les fruits, réduction de la valeur marchande, compromission de la productivité.
Infections systémiques	Symptômes généralisés, compromission de la croissance, de la floraison et de la santé globale de l'arbre.
Coléoptère de l' <i>ambrosia</i> , foreur polyphage des trous de balle, <i>Fusarium euwallaceae</i>	Dépérissement par <i>Fusarium</i> sur plusieurs espèces d'arbres feuillus incluant <i>Prunus spp.</i> , impactant la santé et la survie des arbres.
Virus Sharka ( <i>Plum Pox Virus</i> )	Symptômes distincts sur feuilles et fruits, chute prématurée des fruits, pertes économiques importantes.
Insectes nuisibles	Domages aux feuilles, fleurs, fruits et tiges, compromission de la santé et de la productivité de l'arbre.
Nématodes parasites des plantes souterraines	Perturbation de l'absorption des nutriments du sol, affaiblissement général de l'arbre et compromission de sa croissance.
Autres ravageurs	Domages aux feuilles, affaiblissement de l'arbre, diverses menaces à la santé et à la productivité.

# *Chapitre 2*

Activités biologiques de  
*Prunus Avium*

### I. Généralités

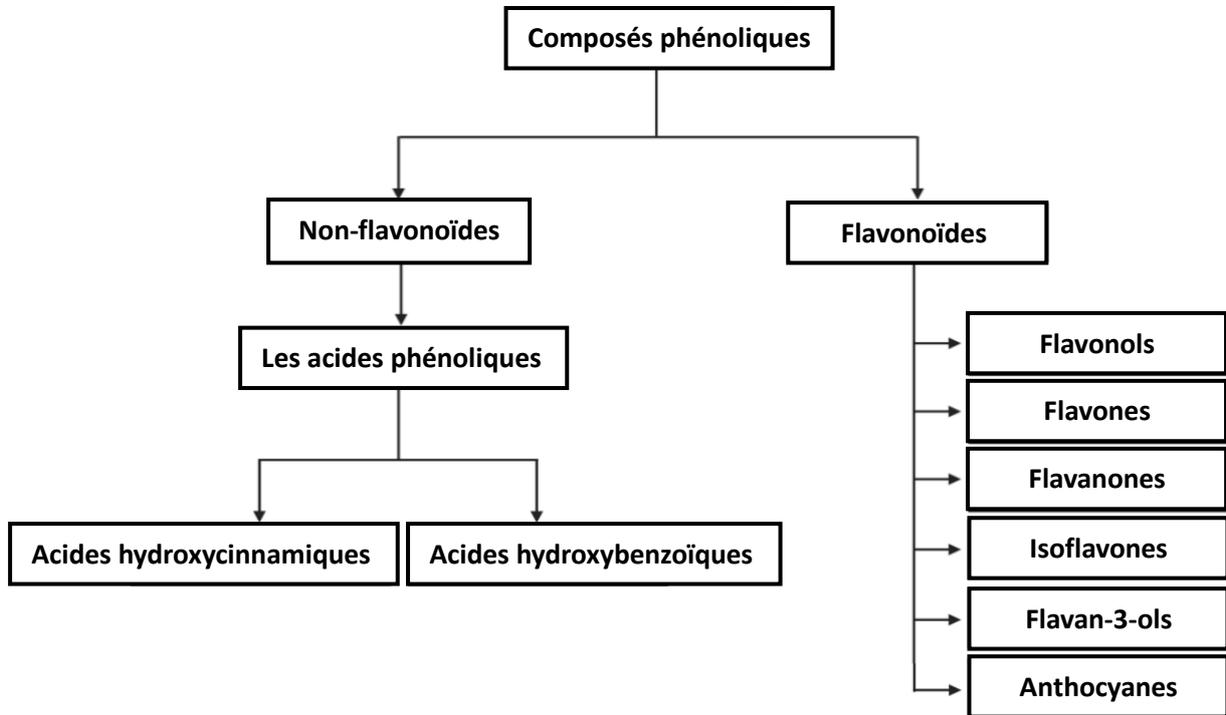
Le *Prunus avium* comprend des éléments bioactifs tels que les terpènes, les tanins, les flavonoïdes, les acides phénoliques, les caroténoïdes, les acides gras (insaturés), les protéines, les vitamines, les minéraux, les macronutriments, les acides hydroxycinnamiques et les anthocyanes. Ces constituants sont présents dans de nombreuses parties de l'arbre (fruits, feuilles, tiges et fleurs). Les cerises sont largement appréciées non seulement pour leurs propriétés sensorielles et nutritionnelles, mais également pour leur abondance en constituants bioactifs qui ont des effets bénéfiques sur la santé humaine. Les cerises présentent à la fois des propriétés qui contribuent à leur capacité à prévenir diverses maladies chroniques et dégénératives (Faienza et al., 2020). Le large éventail de composés bioactifs présents dans *Prunus avium* a démontré de nombreuses qualités bénéfiques, telles que des activités antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, antidiabétiques, anticancéreuses, anti-allergènes, anti-cardiovasculaires et anti-neurodégénératifs. Par conséquent, ces composants bioactifs possèdent des applications potentielles dans les domaines de l'alimentation, des cosmétiques, des produits pharmaceutiques et des produits d'origine animale en raison de leurs compositions nutritionnelles et phytochimiques [(Thayalan et al., 2022) ; (Popova et al., 2022) ; (Nunes et al., 2021)].

### II. Les composés phénoliques des sous-produits de *Prunus avium*

La composition phytochimique des plantes et des fruits revêt une importance cruciale pour leur utilisation dans les secteurs agricole, alimentaire et pharmaceutique. En effet, la connaissance de cette composition permet de tirer parti des diverses activités biologiques des composés phénoliques, allant des effets antioxydants aux effets anti-inflammatoires. Ainsi, ces molécules trouvent des applications dans diverses industries, notamment les produits pharmaceutiques, cosmétiques et nutraceutiques [(Tuberoso et al., 2008) ; (Wenshi et al., 2023)].

Les composés phénoliques sont essentiels pour la protection des plantes contre les rayons UV, les agents pathogènes, et pour leur pigmentation. Avec plus de 8 000 variants connus, dont une partie importante est constituée de flavonoïdes, les composés phénoliques sont caractérisés par la présence d'un cycle aromatique comportant des groupes hydroxyles, et sont classés en non-flavonoïdes (tels que les acides phénoliques) et en flavonoïdes (tels que les flavonols, les flavones, les anthocyanes) (Nunes et al., 2021). En somme, la compréhension des composés phénoliques et de leur rôle dans les plantes ouvre la voie à leur exploitation dans

des domaines variés, offrant des opportunités pour le développement de produits bénéfiques pour la santé et l'environnement [(Tuberoso et al., 2008) ; (Wenshi et al., 2023)].



**Figure 4 :** Classification chimique des principaux composés phénoliques présents dans *Prunus avium* (Nunes et al., 2021)

### III. Activités biologiques

#### III.1. Activité antioxydante

La teneur élevée en composés phénoliques, anthocyanes et autres molécules bioactives, de *Prunus avium*, a démontré une forte capacité antioxydante dans divers tests in vitro [(Hoshyar et al., 2023) ; (Ben Khadher et al., 2023)]. Ces antioxydants jouent un rôle important dans la neutralisation des radicaux libres produits lors de processus métaboliques normaux ou dus à des facteurs externes tels que la pollution et les rayons UV. Ces facteurs externes peuvent augmenter la production de radicaux libres, entraînant une augmentation du stress oxydatif et des dommages cellulaires (Saeed et al., 2023). Par conséquent, la capacité des extraits de *Prunus avium* à neutraliser ces radicaux libres est particulièrement importante pour contrecarrer les effets négatifs de ces facteurs externes et prévenir le vieillissement prématuré et le développement de maladies chroniques qui sont des affections à long terme qui se développent progressivement et persistent dans le temps, comme les maladies cardiaques, le diabète, l'hypertension artérielle, les maladies respiratoires chroniques, certaines formes de

cancer et d'autres affections liées à l'obésité et à l'inflammation chronique. Ces maladies peuvent être influencées par le stress oxydatif et l'accumulation de dommages cellulaires causés par les radicaux libres, ce qui rend l'activité antioxydante des extraits de *Prunus avium* importante dans leur prévention (Nunes et al., 2022).

Les caractéristiques chimiques spécifiques responsables de l'activité antioxydante varient selon les cultivars, mettant en évidence les divers mécanismes par lesquels *Prunus avium* exerce ses effets protecteurs. (Seyfettin et al., 2022). Cette capacité antioxydante positionne *Prunus avium* comme un candidat prometteur pour des applications dans les produits phytopharmaceutiques, les additifs alimentaires et les formulations pour les soins de la peau. Des études antérieures ont révélé que la tige de cerise présente des niveaux élevés de composés phénoliques et des activités antioxydantes supérieures à celles des fruits (Demir et al., 2020).

En plus de leurs propriétés antioxydantes, les cerises sont également riches en vitamine C, qui renforce le système immunitaire et favorise la santé de la peau, des os et des tissus conjonctifs. Elles contiennent également du potassium, un minéral essentiel pour la régulation de la pression artérielle et le bon fonctionnement des muscles et des nerfs, ce qui en fait un fruit nutritif potentiellement bénéfique pour la santé (Prvulovic et al., 2011).

### III.2. Activité anti-inflammatoire

Les cerises sont en effet reconnues pour leurs propriétés anti-inflammatoires grâce à leur richesse en composés phénoliques tels que les anthocyanes, les flavonoïdes et les acides phénoliques. Ces propriétés anti-inflammatoires peuvent être bénéfiques dans la prévention de la progression précoce de la tumeur et de la malignité, car l'inflammation est un processus biologique déclenché par une lésion tissulaire (Nunes et al., 2022). Les composés phénoliques présents dans les cerises possèdent de puissantes propriétés antioxydantes qui peuvent aider à réduire l'inflammation dans le corps [(Felicia et al., 2020) ; (Ferretti et al., 2010)]. Des études ont montré que les extraits de cerise sont capables d'inhiber la production de médiateurs pro-inflammatoires comme l'oxyde nitrique (NO) et les cyclo-oxygénases (COX), ce qui contribue à atténuer les réponses inflammatoires dans diverses conditions pathologiques [(Nunes et al., 2022) ; (Guan et al., 2014)]. De plus, une étude chez l'humain a révélé que la consommation de cerises peut faire diminuer les marqueurs inflammatoires circulants dans le sang (Darshan et al., 2018).

Grâce à leurs propriétés anti-inflammatoires, les cerises et leurs extraits pourraient être bénéfiques dans le traitement de diverses maladies liées à l'inflammation, telles que l'arthrite, les troubles cardiovasculaires et les maladies neurodégénératives. Cependant, des

recherches supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces effets bénéfiques [(Darshan et al., 2018) ; (Jésus et al., 2022)].

### III.3. Effet anti-cancéreux

Les cerises sont reconnues pour leur activité anticancérogène en raison de leur teneur élevée en phénols, notamment le cyanidine-3-glucoside. Ces composés ont démontré une activité anticancéreuse par divers mécanismes, tels que l'arrêt du cycle cellulaire, l'induction de l'apoptose, l'atténuation des biomarqueurs tumoraux et la régulation de l'expression de gènes impliqués dans la réparation de l'ADN, ainsi que l'inhibition de la croissance cellulaire. Des études ont également montré que l'extrait sec des fruits peut réduire la viabilité des cellules cancéreuses de la prostate. Ainsi, la consommation de cerises peut contribuer à réduire le risque de développement de certains types de cancer [(Faenza et al., 2020) ; (Saeed et al., 2023) ; (Kim et al., 2005)].

### III.4. Activités antimicrobiennes

#### III.4.1. Effet antifongique

Des études confirment l'efficacité antifongique des extraits de merisier contre des champignons pathogènes courants, ce qui souligne le potentiel de cet arbre dans la lutte contre les infections fongiques. L'effet antifongique de *Prunus avium*, a été étudié pour ses propriétés bénéfiques contre divers champignons. Des diverses parties de cet arbre, notamment les fruits, les feuilles et les branches, possèdent des propriétés antifongiques intéressantes. Les composés phénoliques peuvent également inhiber la croissance de certains champignons pathogènes (Nunes et al., 2021).

L'extrait des graines de *Prunus* diminue significativement la sécrétion d'aflatoxines et inhibaient la croissance des souches aflatoxinogènes d'*Aspergillus flavus* et d'*A. parasiticus* (Saifeldin et al., 2021). De plus, les extraits de branches et de feuilles de cerisier contiennent également des composés phénoliques comme les flavonoïdes et les acides hydroxycinnamiques, qui ont démontré une activité antifongique significative contre divers champignons filamenteux et levures [(Willig et al., 2022) ; (Nunes et al., 2021)].

Une étude a évalué les effets combinés de l'huile de graines de *Prunus* et du fluconazole (FLC) contre *Candida albicans* et *Candida parapsilosis* (Erdoğan et al., 2021). Les résultats ont montré que l'huile de graines de *Prunus avium* avait un effet antioxydant sur les deux levures. De plus, lorsqu'elle était associée au FLC, cet effet antioxydant était intensifié. Par ailleurs, une autre étude a révélé que l'extrait d'écorce de *Prunus avium* avait un fort effet antifongique

(Abedini et al., 2020). En résumé, les propriétés antioxydantes et antifongiques de différentes parties du *Prunus avium* (graines et écorce) ont été démontrées dans ces études, avec un effet synergique observé une fois combinées au fluconazole.

### III.4.2. Effet antibactérien

Différents extraits de différentes parties de l'arbre, telles que les tiges, les feuilles, l'écorce et les fleurs, ont été étudiés pour leur potentiel antimicrobien, sans aucun effet toxique. Cette activité est principalement attribuée à la présence de composés phénoliques, tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques et les tanins. Ces composés phénoliques présents dans les extraits de *Prunus avium* agissent de différentes manières pour inhiber la croissance bactérienne. Ils peuvent perturber la membrane cellulaire des bactéries, ce qui entraîne une fuite des composants intracellulaires et une lyse cellulaire (Nunes et al., 2021). Ces extraits ont montré des effets inhibiteurs sur les bactéries à Gram positives et à Gram négatives, ainsi que sur les souches de levure (toutes les levures et presque toutes les bactéries à Gram-négatives, sauf *Serratia marcescens* et *Klebsiella pneumoniae*). Il a également été démontré que les extraits réduisent la formation de biofilms par divers microorganismes, ce qui est important pour prévenir la colonisation bactérienne [(Önem, et al., 2021). Ils peuvent également interférer avec les systèmes de « quorum sensing », un mécanisme de communication cellulaire utilisé par les bactéries pour coordonner leur comportement (Ademović et al., 2017).

Les extraits d'écorce d'arbres, souvent considérés comme des déchets, renferment en réalité des composés antimicrobiens précieux. Ces extraits montrent des effets antimicrobiens importants contre diverses souches bactériennes. L'extrait de l'écorce de *Prunus avium* a démontré un effet inhibiteur sur le biofilm de *Staphylococcus aureus*, et l'analyse chimique a identifié la dihydrowogonine comme le principal constituant de cet extrait. Par conséquent, la dihydrowogonine est considérée comme un composé antimicrobien prometteur pouvant être extrait des déchets d'écorce de cerisier sauvage [(Saeed et al., 2023) ; (Abedini et al., 2020) ; (Nunes et al., 2022) ; (García et al., 2021) ; (Cheol et al., 2018)].

### III.4.3. Effet antiviral

Bien que le genre *Prunus*, dont fait partie le cerisier, soit reconnu pour ses nombreuses vertus médicinales, aucune étude scientifique solide n'a pour l'instant démontré des propriétés antivirales avérées pour cette espèce. Les recherches se sont surtout concentrées sur les activités antibactériennes, antifongiques et antioxydantes des extraits de *Prunus avium*, sans apporter de preuves concluantes quant à leur efficacité contre les virus. Cependant, des

observations au microscope électronique ont révélé la présence de particules virales dans différentes parties de *Prunus avium*, *P. mume* et *P. serrulata*, suggérant une présence virale sans symptômes associés (Wycliff et al., 2020).

De plus, la rutine, un flavonoïde provenant de *Prunus domestica*, a démontré des effets prometteurs dans la lutte contre le virus de l'hépatite C en bloquant son entrée dans les cellules (Bose et al., 2017).

Les recherches futures devront s'attacher à combler cette lacune afin de mieux cerner le plein potentiel thérapeutique de cette essence arborée.

### III.5. D'autres activités biologiques

#### III.5.1. L'effet Antidiabétique

L'extrait de tige de cerise agit comme un inhibiteur des enzymes impliquées dans la digestion des glucides, notamment l'alpha-amylase qui hydrolyse les polysaccharides comme l'amidon, et l'alpha-glucosidase qui clive les oligosaccharides en monosaccharides assimilables (Kashtoh et Baek, 2022). Cette inhibition enzymatique serait attribuable à la richesse des tiges de cerise en composés phénoliques tels que l'acide caféique, l'acide coumarique, l'acide gallique, le kaempférol, la catéchine et l'épicatéchine [(Demir et al., 2020) ; (Gonçalves et al., 2019)]. Une étude a ainsi révélé que l'extrait de tige de cerise de la variété « Montmorency » inhibait fortement l'alpha-amylase avec une IC50 de 3,46 mg/ml, tandis que l'inhibition de l'alpha-glucosidase était plus modérée avec une IC50 de 11,64 mg/ml (Kirakosyan et al., 2018).

Cette capacité à retarder l'absorption des glucides fait de l'extrait de tige de cerise un agent prometteur dans le traitement du diabète en régulant le taux de glucose sanguin. En effet, en inhibant l'alpha-amylase et l'alpha-glucosidase, les extraits de tige de cerise pourraient ainsi contribuer à la gestion du diabète de type 2 en ralentissant la digestion et l'absorption des glucides (Kirakosyan et al., 2018).

#### III.5. 2. Effet anti-neurodégénératif

Le *Prunus avium* possède des propriétés anti-neurodégénératives. Il a été démontré que son extrait contenait des composés phytochimiques tels que des anthocyanes, de l'acide férulique, de l'acide gallique, de la quercétine, de l'acide syringique et des acides p- et m-coumariques (Saeed et al., 2023).

Une expérimentation a mis en évidence l'activité neuroprotectrice de l'extrait d'écorce de *Prunus avium* (EEPA) contre la neurotoxicité induite par la streptozotocine chez la souris. Le traitement avec l'EEPA pendant 28 jours a entraîné une réduction des niveaux de substances indiquant une diminution de la neurotoxicité, ainsi qu'une amélioration de l'apprentissage et des troubles de la mémoire chez les souris. Cette action neuroprotectrice est attribuée aux propriétés antioxydantes de l'EEPA, qui ont conduit à une augmentation des niveaux de certaines enzymes (Vinitha et al., 2014).

### III.5. 3. Activité anti-cardiovasculaire

L'huile extraite des graines de *Prunus avium* contient des composés tels que le gamma-sitostérol, l'érucylamide et le phtalate de di 2-éthylhexyle, qui présentent des avantages cardiovasculaires (Jesus et al., 2020). De plus, il a été démontré que la fleur de Prunus, riche en antioxydants polyphénoliques, avait des effets protecteurs sur le fibrinogène, une protéine du plasma sanguin essentielle à l'hémostase, dans des conditions de stress oxydatif induites par le peroxyde d'azote (Nunes et al., 2021).

Les cerises noires sont riches en fibres et en polyphénols, ce qui réduit les facteurs de risque associés à l'obésité, y compris l'inflammation et les biomarqueurs cardiométaboliques (Elghazaly et al., 2016).

### III.5. 4. Effet anti-allergènes

Le *Prunus avium* possède aussi des propriétés antiallergiques. En effet, l'extrait au méthanol de graines de *Prunus persica*, une espèce étroitement apparentée à *Prunus avium*, inhibait la libération d'histamine dans les mastocytes humains, ce qui suggère que les isolats de *Prunus persica* pourraient également avoir des propriétés antiallergiques. De plus, il a été démontré que la cerise de *Prunus avium* contient de faibles niveaux de protéines allergènes, ce qui la rend sûre pour la consommation par les personnes allergiques, en lui rendant un remède naturel contre les allergies et une mesure préventive contre certaines maladies [(Önem et al., 2021) ; (Eiberger et al., 2012) ; (Geum et al., 2013)].

### III.5. 5. Activité anti-tyrosinase

Une étude a examiné l'activité anti-tyrosinase, qui consiste à inhiber l'enzyme tyrosinase essentielle à la production de la mélanine, et l'activité antioxydante des extraits de plantes afin de comprendre leur impact sur l'inhibition de la tyrosinase dans différentes conditions d'extraction (Willig et al., 2022). Les feuilles de *Prunus avium* ont présenté à la fois

des propriétés antioxydantes et la capacité d'inhiber l'enzyme tyrosinase, suggérant leur potentiel en tant qu'ingrédient dans les produits de soin de la peau. L'extrait aqueux a montré une forte capacité antioxydante, qui pourrait aider à protéger contre les dommages causés par les radicaux libres, tandis que l'extrait méthanolique a démontré une grande efficacité dans l'inhibition de l'enzyme tyrosinase, indiquant une utilité potentielle dans le traitement des troubles de la pigmentation cutanée (**Bayrakçeken et al., 2022**).

*Matériel*

*&*

*Méthodes*

## I. Matériel

L'intérêt d'étudier le potentiel médicinal des plantes a connu une augmentation significative. Ces végétaux sont perçus comme une ressource naturelle riche en composés bioactifs qui présentent un fort potentiel d'utilisations thérapeutiques (Khyal et Peredera, 2023).

Les propriétés antibactériennes et antioxydantes remarquables des huiles essentielles extraites de ces plantes ont été prouvées, ce qui les rend précieuses pour les secteurs pharmaceutique, cosmétique et alimentaire (Dar et al., 2023). Ainsi, l'objectif de cette étude est d'extraire les huiles essentielles et d'obtenir les extraits des différentes parties de l'arbre de *Prunus avium*. Il s'agit de l'étude de leurs effets biologiques, en particulier leurs propriétés antibactériennes. Le but est d'initier l'étude des composés bioactifs présents dans l'arbre afin de mettre en valeur son potentiel médicinal.

### I.1. Matériel végétal

Notre étude a été réalisée sur les feuilles, les fleurs et l'écorce de *Prunus avium*.

#### I.1.1. Les feuilles

Les feuilles de *Prunus avium* dont la cueillette a eu lieu dans la région de « Attar » (Wilaya de Tlemcen).



**Figure 05** : Photo original de la feuille de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024) et la localisation géographique du lieu de récolte (*Google maps*).

### I.1.2. Les fleurs

Les fleurs de *Prunus avium* dont la cueillette a eu lieu en mois d’avril 2024 dans la région d’AHFIR (Wilaya de Tlemcen).



**Figure 06** : Photo original de la fleur de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024) et la localisation géographique du lieu de la récolte des fleurs (*Google maps*)

### I.1.3. L'écorce

L'écorce de *Prunus avium* dont la cueillette a eu lieu en mois d’avril 2024 dans la région d’Ain Fezza (Wilaya de Tlemcen).



**Figure 07** : Photo originale de l'écorce de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024) et la localisation géographique du lieu de récolte (*Google maps*)

## I.2. Matériel biologique

L'examen de l'activité antimicrobienne des extraits a été testé pour leur effet inhibiteur sur six souches bactériennes et une souche fongique. Les souches utilisées sont des souches de références (tableau3).

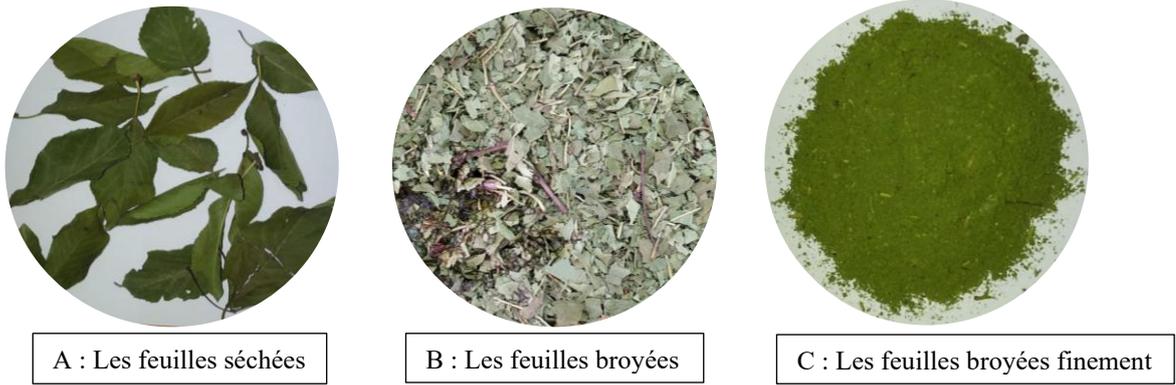
**Tableau 03** : Les références des souches bactériennes utilisées.

<b>Microorganismes</b>	<b>Gram</b>	<b>Code</b>
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	ATCC 29213
<i>Bacillus subtilis</i>	+	ATCC 6633
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	ATCC 29212
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	ATCC 27853
<i>Escherichia coli</i>	-	ATCC 25922
<i>Escherichia coli</i> TEM-1	-	ATCC 35218
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	ATCC 700603
<i>Candida albicans</i>		ATCC 10213

## II. Méthodes

### II.1. Préparation du matériel végétal pour l'extraction (séchage et broyage)

Les feuilles et les fleurs de *Prunus avium* ont été soumises à un séchage pendant quelques jours à température ambiante et à l'abri de la lumière. Ce séchage à température et luminosité contrôlées permet de préserver les composés bioactifs présents dans les feuilles et les fleurs. Après le séchage, il est essentiel de broyer les feuilles et les fleurs en une poudre fine, en effet, le broyage en une poudre fine offre une plus grande surface spécifique, ce qui favorise les interactions entre les composés bioactifs des feuilles et des fleurs et le solvant. Cela améliore ainsi le rendement et l'efficacité de l'extraction des substances d'intérêt présentes dans les feuilles et les fleurs de *Prunus avium* (Alfarisi et al., 2022).



**Figure 08** : Préparation du matériel végétal pour l'extraction à partir des feuilles de *Prunus avium* (Prise personnel, 2024)



**Figure 09** : Préparation du matériel végétal pour l'extraction à partir des fleurs de *Prunus avium*

De plus, l'écorce de *Prunus avium* a été séchée à température ambiante et à l'ombre. Par la suite, l'écorce a été fragmentée afin de favoriser un contact plus étroit avec le solvant d'extraction.



**Figure 10** : Préparation du matériel végétal pour l'extraction à partir de l'écorce (Prise personnel, 2024)

## II.2. Préparation des extraits à partir du matériel végétal

### II.2.1. Extraction alcoolique par l'éthanol

Le procédé décrit pour extraire les composés bioactifs du matériel végétal (feuilles, fleurs et écorce) de *Prunus avium* consiste à faire macérer la poudre avec de l'éthanol à 96 % pendant 5 jours sur une plaque chauffante sous agitation, puis à filtrer et à évaporer à l'aide d'un évaporateur rotatif pour concentrer l'extrait. Ce dernier est ensuite pesé pour déterminer le rendement d'extraction et doit être conservé dans un récipient hermétique, à l'abri de la lumière et de la chaleur. Cette méthode s'aligne sur diverses études de l'extraction de composés bioactifs à partir de matériel végétal de *Prunus avium*, soulignant l'importance du choix du solvant, de la durée d'extraction et des conditions de stockage pour maintenir la puissance de l'extrait (Sengul et Uysal, 2020).

Par ailleurs, une double extraction est réalisée pour récupérer l'ensemble des composés présents dans l'échantillon initial. Le résidu restant après la première extraction à l'éthanol est macéré une seconde fois dans de l'eau distillée, afin de récupérer les composés insolubles dans l'éthanol (Benyoucef, 2020). Cette double étape d'extraction permet ainsi de s'assurer que tous les composés bioactifs de l'échantillon sont bien récupérés.

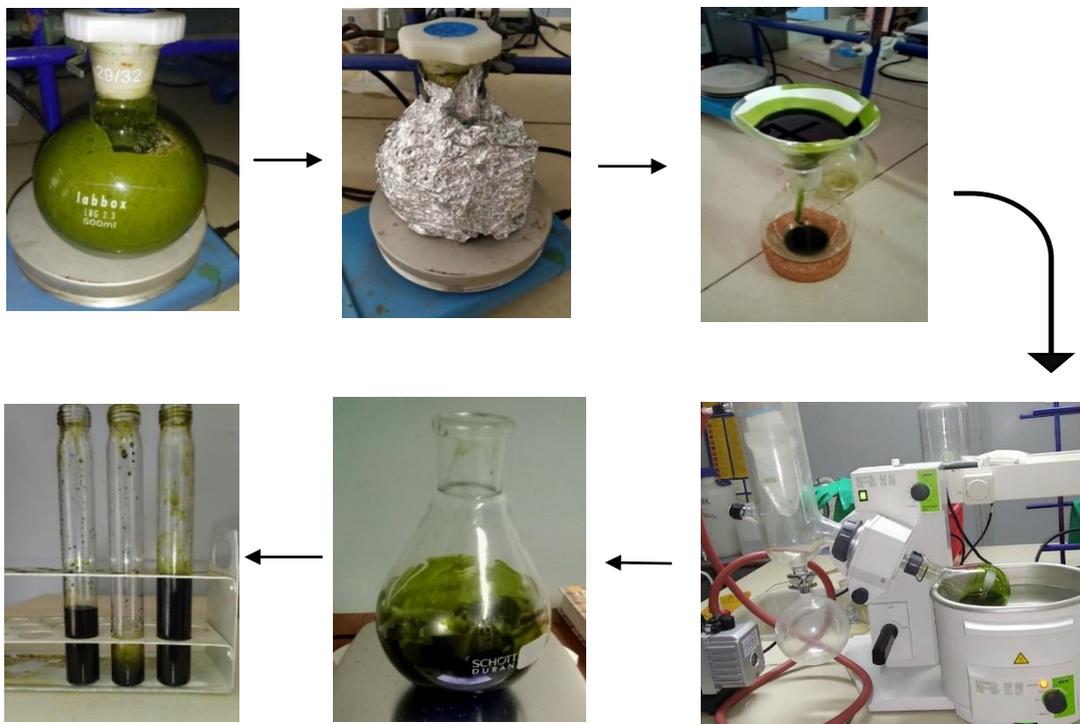


Figure 11 : Étapes de l'extraction alcoolique (prise personnelle 2024)

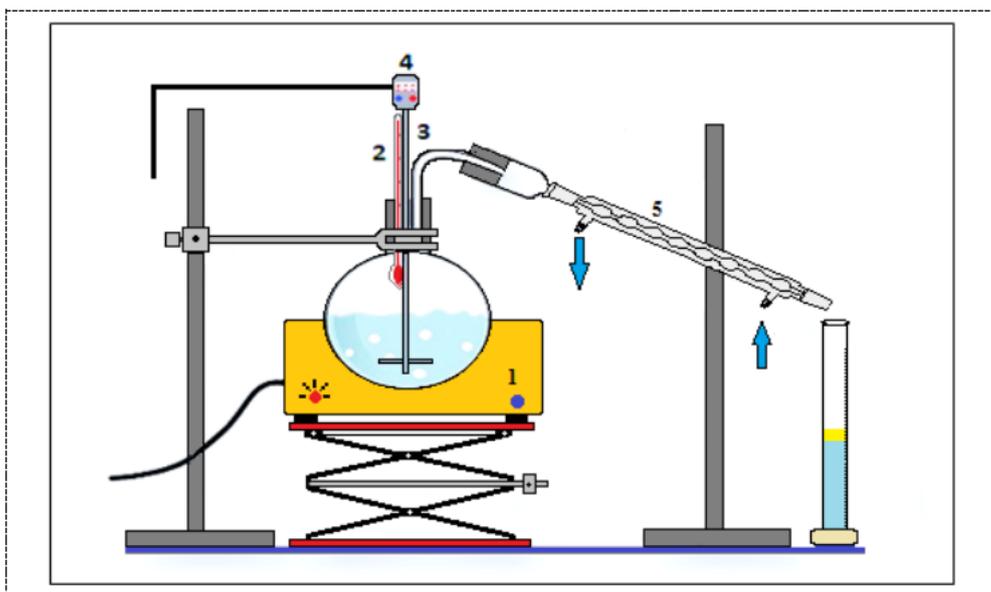
### II.2.2. Extraction aqueuse

Afin d'obtenir un extrait concentré à partir de la poudre du matériel végétal (feuilles, fleurs et l'écorce) de *Prunus avium*, il est nécessaire de peser la poudre et de la laisser macérer dans de l'eau distillée pendant 5 jours à température ambiante sous agitation. Suite à la macération, une filtration du mélange est réalisée afin de récupérer le liquide d'extraction qui contient normalement des composés bioactifs. Pour concentrer l'extrait, il faut incuber ou évaporer le liquide pour éliminer l'eau distillée. Finalement, il est recommandé de conserver l'extrait concentré dans un récipient hermétique, à l'abri de la lumière et de la chaleur. Ce procédé garantit la conservation des composés des extraits pour une utilisation ultérieure.

### II.3. Extraction des huiles essentielles

#### II.3.1. Principe

La méthode de l'hydrodistillation, également appelée distillation à la vapeur, est largement utilisée pour extraire les huiles essentielles de plantes aromatiques. Elle implique la préparation du matériel végétal en le séchant et en le coupant en petits morceaux, puis de l'immerger dans de l'eau distillée et chauffer le mélange jusqu'à ébullition. Les composés aromatiques volatils sont transportés par la vapeur vers un condenseur où ils sont collectés. L'huile essentielle est séparée de l'eau distillée à l'aide d'un séparateur de décantation. Enfin, pour la conservation, l'huile essentielle est stockée dans un flacon teinté ou opaque, à l'abri de la lumière et conservée au frais afin de préserver ses propriétés [(El Kharraf et al., 2021) ; (Haslizamri et al., 2021)].

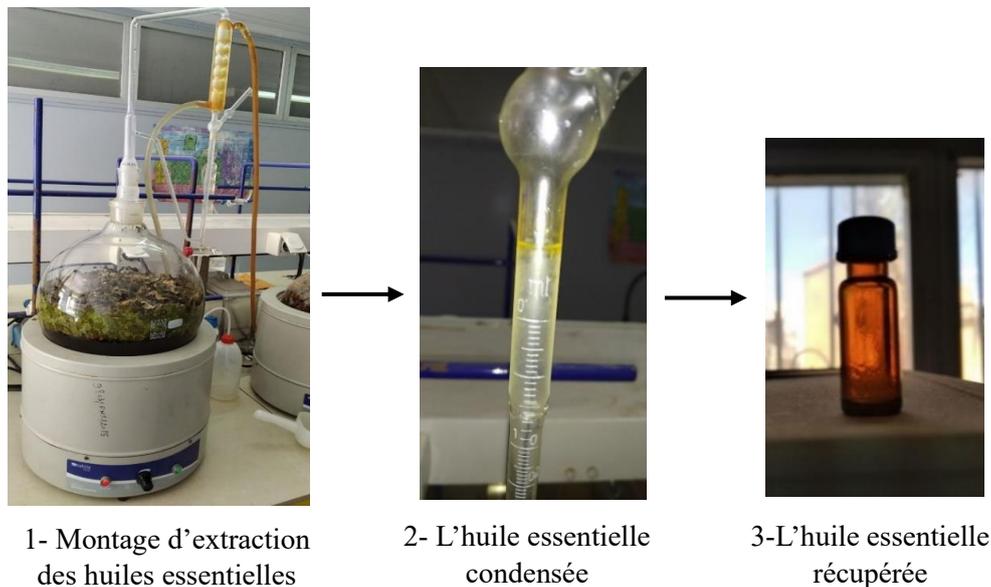


**Figure 12** : Schéma du montage d'extraction. 1 : bain d'eau, 2 : thermomètre, 3 : agitateur, 4 : moteur électrique, 5 : condenseur (Abed et Naife, 2018)

### II.3.2. Extraction des huiles essentielles à partir des feuilles et des fleurs

Le processus d'extraction implique d'immerger les feuilles ou les fleurs de *Prunus avium* dans de l'eau distillée. Le rapport entre la masse végétale et le volume d'eau a été fixé à 1/20, permettant la diffusion des composés volatils. Le mélange est macéré pendant trois heures favorisant la dissolution des constituants aromatiques. Après macération, l'extraction est réalisée pendant 3 jours, la chaleur faisant bouillir l'eau et entraînant les molécules volatiles.

La vapeur contenant les composés volatils est condensée, permettant la récupération du liquide pour la collecte de l'huile essentielle (Yuqi et al., 2018).



**Figure 13** : Étapes d'extraction de l'huile essentielle de *Prunus avium* (Prise personnelle, 2024)

**Remarque** : Le tableau trois représente les différentes masses utilisées au cours de l'extraction des huiles essentielles ainsi que l'obtention des différents extraits.

**Tableau 04** : Différentes masses du matériel végétal

Type d'extrait/ Huiles essentielles	Extraits alcooliques			Extraits aqueux			Huiles essentielles		Résidus	
	Feuille	Fleur	Écorce	Feuille	Fleur	Écorce	Feuille	Fleur	Feuille	Fleur
Masses du matériel végétal (g)	60	43	15,90	60	26	19,29	705	98	60	41
Masse de l'extrait obtenu (g)	4,05	4,05	0,97	18,31	2,57	5	0,009	0,003	6,34	2,09
Volume de l'éthanol (ml)	100	500	300	-	-	-	-	-	-	-
Volume de l'eau distillée (ml)	-	-	-	400	400	300	3000	5000	400	400

## II.4. Evaluation de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée en utilisant la méthode de diffusion sur disque sur un milieu gélosé.

Nous avons préparé des solutions mères (5mg/100µL) des différents extraits obtenus à partir de *Prunus avium*.

### II.4.1. Préparation des cultures microbiennes

✓ Les différentes espèces bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à 37°C afin d'obtenir des colonies fraîches qui vont servir à la préparation de l'inoculum.

✓ A partir des cultures bactériennes, quelques colonies bien isolées et identiques ont été prélevées à l'aide d'une pipette pasteur scellée. Cette dernière a été déchargée dans un milieu de culture *Muller-Hinton* liquide. La suspension bactérienne a été bien agitée et la turbidité de l'inoculum a été ajustée à 0,08Mc *Ferland*.

✓ La gélose de *Muller-Hinton* prête à l'usage a été coulée dans des boîtes de pétrie stériles. Ces boîtes ont été séchées pendant 30 min à température ambiante avant l'emploi.

✓ Après l'ajustement de la turbidité de la suspension servant d'inoculum, nous avons trempé un à trois reprises, de haut en bas, en stries serrées.

✓ Après chaque application, la boîte a été tournée de 60° environ en vue d'assurer une distribution homogène de l'inoculum.

✓ Enfin, l'ensemencement s'est achevé en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

### II.4.2. Préparation des disques

✓ Des disques de 6 mm de diamètre sont découpés à partir du papier-filtre, stérilisés, puis imprégnés à raison de 5 µl d'extraits.

✓ À l'aide d'une pince stérile les disques ont été déposés aseptiquement à la surface du milieu préalablement ensemencé.

✓ Les boîtes ont été incubées pendant 18 à 24 heures à 37°C.

### II.4.3. Lecture des résultats

✓ Après incubation, l'effet des extraits se traduit par l'apparition d'une zone d'inhibition circulaire transparente autour du disque correspondant à l'absence de la croissance bactérienne.

✓ L'activité antibactérienne a été déterminée à l'aide d'une règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition. Plus le diamètre de cette zone est grand, plus la souche est sensible. La zone d'inhibition des souches vis à- vis de l'extrait et interprétée selon **Celikel et Kavas (2008)**, tableau 5 :

**Tableau 5** : Interprétation du diamètre de la zone d'inhibition des souches (**Celikel et Kavas ,2008**).

Souches	Diamètre (mm)
Résistante	Inférieur à 8
Sensible	Entre 9 et 14
Très sensible	Entre 15 et 19
Extrêmement sensible	Supérieur à 20



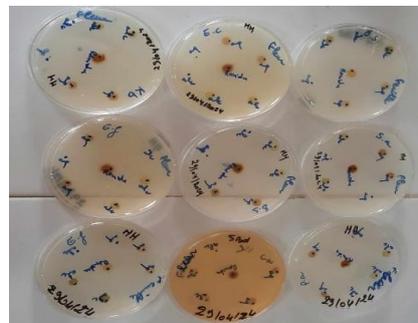
**A-** Préparation des milieux



**B-** Les boîtes ensemencées



**C-** Préparation des disques



**D-** Diffusion des disques

**Figure 14** : Etapes de l'évaluation de l'activité antibactérienne

*Résultats*

*&*

*Discussion*

## I. Résultats

### I.1. Détermination des rendements d'extraction

Le taux d'extraction dépend de la méthode, la nature du solvant, la température et de la taille des particules constituant la poudre du matériel végétal (Sai et *al.*, 2023). Les rendements des extraits et des huiles essentielles ont été calculés en utilisant la formule suivante

$$\text{Rendement (\%)} = (m_0 / m_1) \times 100$$

$m_0$  : Masse en gramme de l'extrait brut évaporé.

$m_1$  : Masse en gramme de la matière végétale initiale sèche.

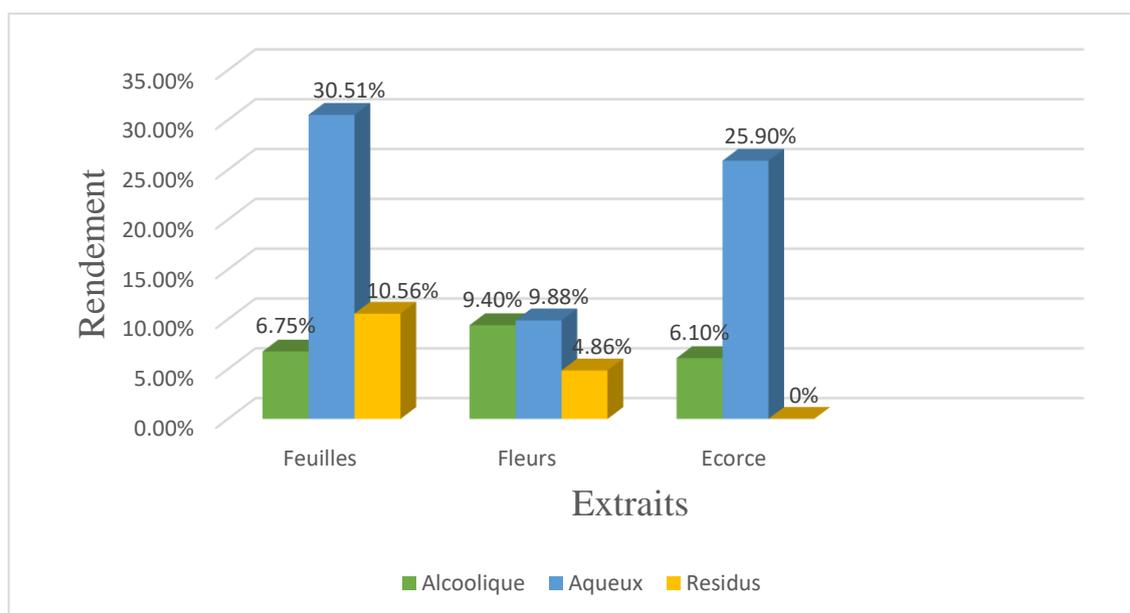


Figure 15 : Rendements des différents extraits obtenus.

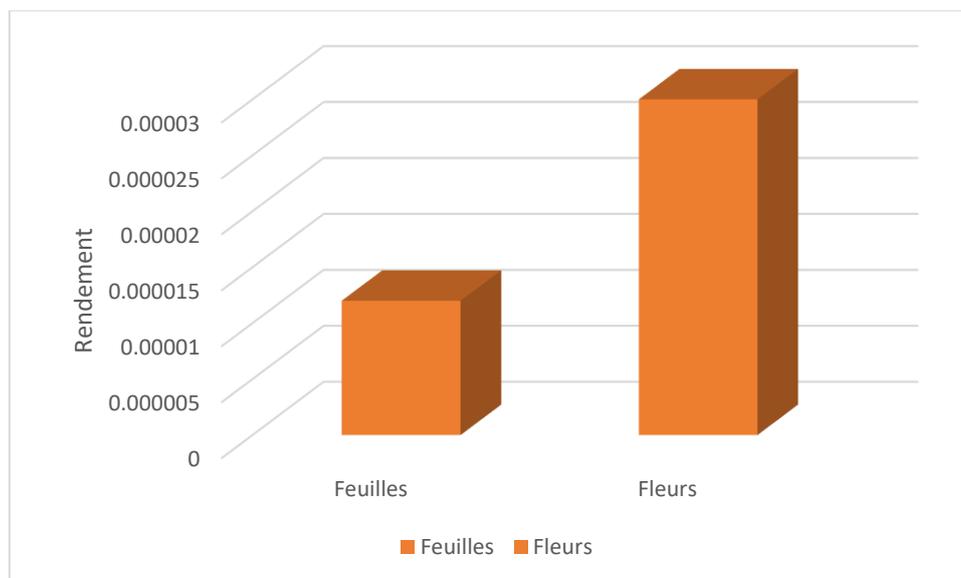


Figure 16 : Les différents extraits obtenus

Pour ce qui est des rendements des huiles essentielles extraites à partir des fleurs et des feuilles, les résultats sont présentés dans la figure 17

**Tableau 06** : Rendements des huiles essentielles

L'huile essentielle	Rendement
Feuilles	0,0012%
Fleurs	0,003%



**Figure 17** : Rendements des huiles essentielles extraites à partir des feuilles et des fleurs de *Prunus avium*

Le rendement en composés bioactifs des plantes médicinales est influencé par divers facteurs tels que les propriétés génétiques, l'origine géographique, les conditions de stockage, la durée de récolte et les techniques d'extraction [(Prabhjot et al., 2021) ;(Ljiljana et al., 2007)].

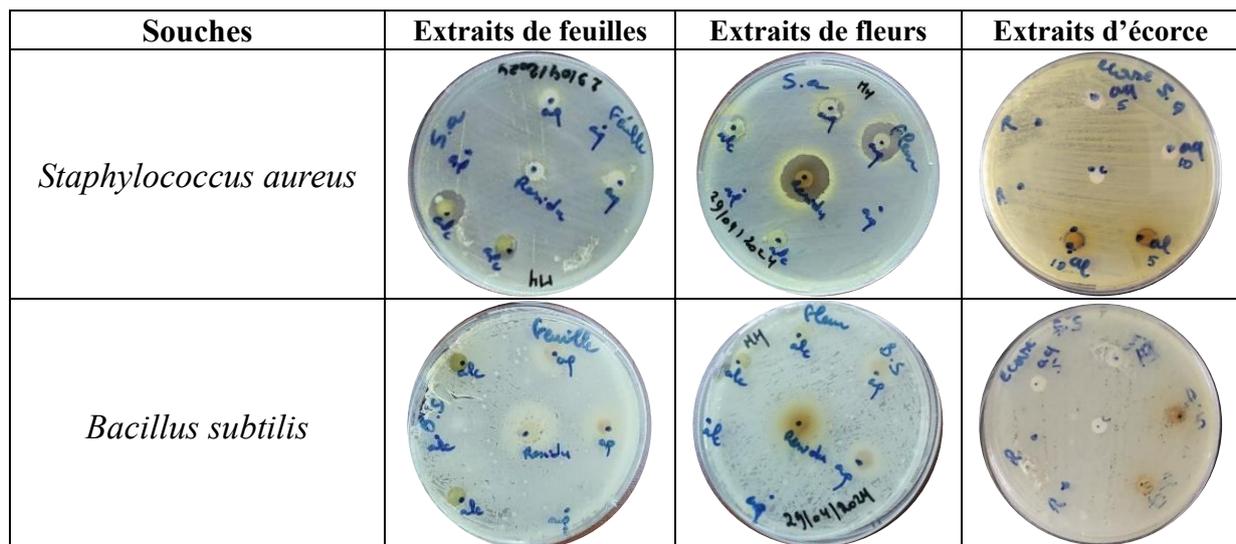
**I.2. Activités antibactériennes sur milieu solide**

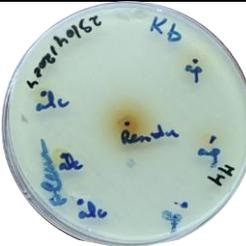
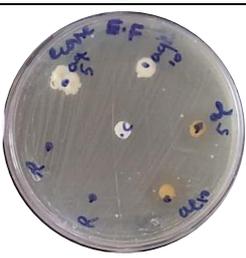
L'étude de l'activité antibactérienne a été réalisée en utilisant la méthode de diffusion sur disque (Nunes *et al.*, 2022). Les résultats obtenus avec une concentration de 5mg de matériel végétal dans 100 µL de l'éthanol ou l'eau distillée selon chaque extrait.

**Tableau 07 :** Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne sur milieu solide des différents extraits de *Prunus avium*.

Souches	Zone d'inhibition (mm)								
	Extraits de feuilles			Extraits de fleurs			Extraits d'écorce		
	Alcoolique	Aqueux	Résidus	Alcoolique	Aqueux	Résidus	Alcoolique	Aqueux	Résidus
<i>Staphylococcus aureus</i>	14 8	-	-	10	16 5	19	1	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	-	1,5 1,5	2,2	-	1,4 1,3	2	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	-	10	1	10	10	-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Candida albicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tableau 08 :** Boîtes de pétris après incubation montrant les zones d'inhibition des différentes souches.

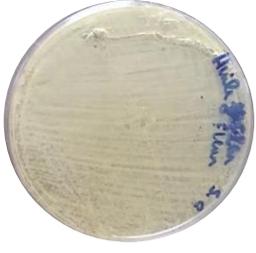
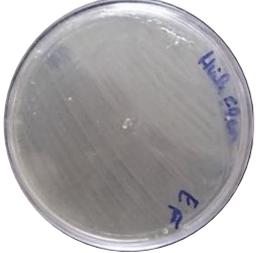


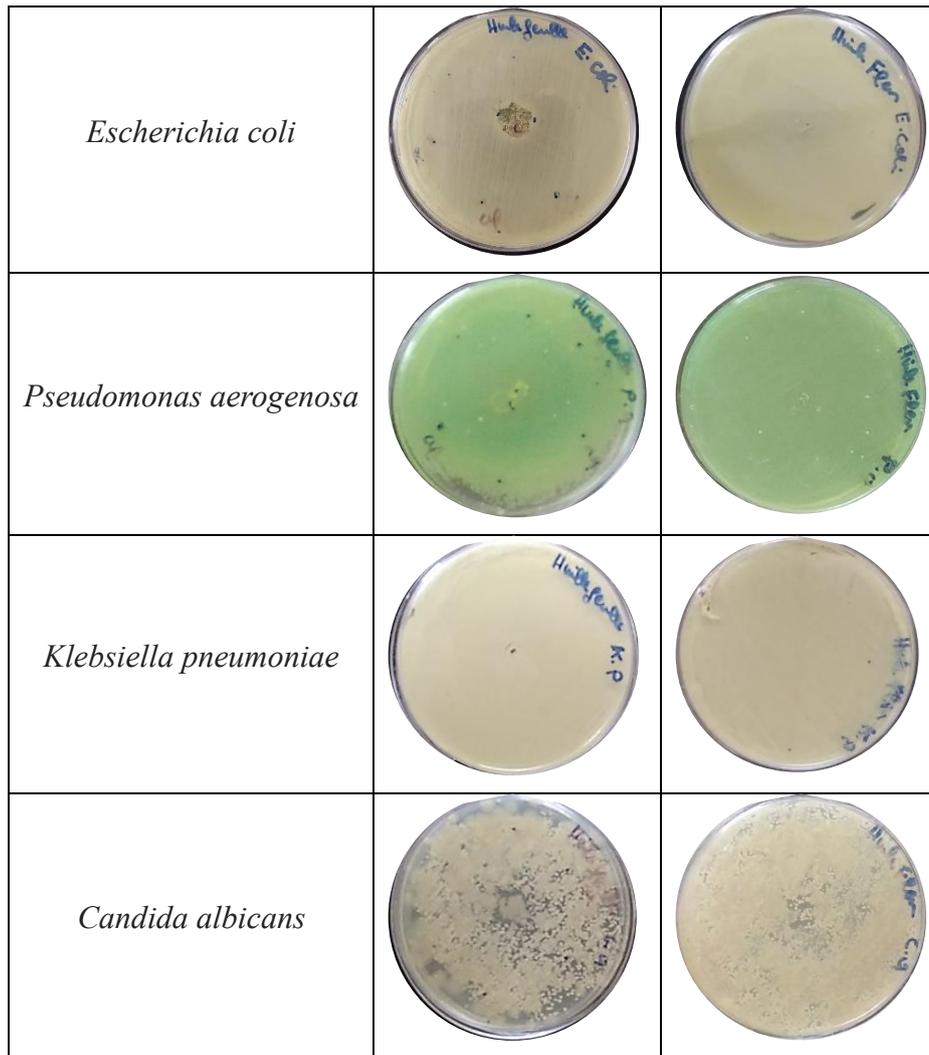
<p><i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>			
<p><i>Klebsiella pneumoniae</i></p>			
<p><i>Enterococcus faecalis</i></p>			
<p><i>Escherichia coli</i></p>			
<p><i>Candida albicans</i></p>			

**Tableau 09** : Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne sur milieu solide des huiles essentielles de *Prunus avium*

Souches	Huiles essentielles	
	Feuilles	Fleurs
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,6	-
<i>Bacillus subtilis</i>	2,15	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	1,5	-
<i>Escherichia coli</i>	1,5	-
<i>Pseudomonas aerogenosa</i>	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-
<i>Candida albicans</i>	-	-

**Tableau 10** : Boîtes de pétris après incubation montrant les zones d'inhibition des différentes souches par les l'huiles essentielles extraites à partir des feuilles et des fleurs de *Prunus avium*

Souches	Huile essentielle des feuilles	Huile essentielle des fleurs
<i>Staphylococcus aureus</i>		
<i>Bacillus subtilis</i>		
<i>Enterococcus faecalis</i>		



L'activité antimicrobienne des extraits de plantes, en particulier les polyphénols, est complexe. En effet, ils peuvent agir par différents mécanismes tels que l'inhibition de la synthèse des acides nucléiques, la modification des fonctions de la membrane cytoplasmique, la séquestration des substrats de croissance essentiels ou l'inhibition du métabolisme énergétique microbien.

Les interactions synergiques entre les différents composés d'un extrait peuvent améliorer de manière significative son efficacité antimicrobienne. Des études ont montré que des combinaisons de composés polyphénoliques provenant d'extraits de plantes peuvent avoir des effets synergiques. L'action combinée de divers composés contenus dans les extraits de plantes joue donc un rôle important dans leur efficacité optimale en tant qu'agents antimicrobiens [(Al-Askar et al., 2023) ; (Menor et al., 2015)].

## II. Discussion

Les résultats de notre étude mettent en évidence les variations de sensibilité aux différents extraits (alcoolique, aqueux, résidus) de la plante testée chez les sept souches microbiennes étudiées. *Staphylococcus aureus* s'est avéré être la plus sensible, avec les plus grandes zones d'inhibition atteignant 19 mm de diamètre, en particulier pour l'extrait de résidus. Ces résultats sont plus élevés que ceux rapportés par **Dewi et al. (2022)** pour une autre espèce du genre *Prunus*, où les zones d'inhibition maximales n'ont atteint que 6,78 mm. En effet, nos observations sont en accord avec ceux rapportés par **Dupont et al. (2020)** dans leur étude sur la même plante et les mêmes souches. Bien que les zones d'inhibition observées dans leur travail aient été légèrement plus élevées, probablement en raison de différences méthodologiques, les tendances générales sont similaires. De plus, **Lopes et al. (2018)** ont également constaté une sensibilité accrue de *Staphylococcus aureus* aux extraits d'une autre plante, avec des zones d'inhibition comparables à celles obtenues dans la présente étude.

En revanche *Bacillus subtilis* et *Pseudomonas aeruginosa*, ont montré une sensibilité plus mitigée, avec des zones d'inhibition plus faibles en particulier pour les extraits aqueux et de résidus. Concernant les autres souches bactériennes testées (*Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*) ainsi que la levure *Candida albicans*, aucune activité inhibitrice n'a été observée, suggérant une résistance de ces microorganismes aux extraits de la plante dans les conditions expérimentales de cette étude.

Enfin, selon les directives de l'OMS, les zones d'inhibition supérieures à 14 mm observées pour l'extrait alcoolique et l'extrait de résidus de *Staphylococcus aureus* indiquent un potentiel antimicrobien intéressant de ces extraits. Dans l'ensemble, ces résultats soulignent l'efficacité potentielle des extraits du cerisier en particulier l'extrait de résidus, contre certaines souches bactériennes, ouvrant ainsi des perspectives d'applications intéressantes dans le domaine de la médecine et de la santé.

En ce qui concerne les extraits d'écorce de *Prunus avium*, les résultats présentent un contraste intéressant lorsqu'on les compare à ceux rapportés dans d'autres travaux de recherche. Alors que les extraits d'écorce de cette plante n'ont montré qu'une faible activité, avec une zone d'inhibition de seulement 1 mm de diamètre contre *Staphylococcus aureus* pour l'extrait alcoolique à 5 µL, d'autres études sur des espèces de *Prunus* et de plantes apparentées ont rapporté des résultats beaucoup plus prometteurs. Par exemple, l'étude d'**Abedi et al. (2020)** a démontré que l'extrait l'écorce de *Prunus avium* possède en réalité une forte activité

antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*. De même, **Kilic et al. (2016)** ont évalué l'activité antimicrobienne de l'écorce d'une autre espèce de *Prunus* et ont observé des zones d'inhibition allant jusqu'à 20 mm de diamètre, en particulier contre *Staphylococcus aureus*. Cependant, comme dans notre cas, ces auteurs ont également noté une faible activité contre *Pseudomonas aeruginosa*, suggérant que certaines bactéries à Gram négatif peuvent être plus résistantes aux extraits d'écorce végétale. Ces différences soulignent l'importance de la composition chimique spécifique de chaque espèce et de chaque partie de la plante dans leur profil d'activité antimicrobienne. De plus, selon les normes de l'**EUCAST**, les zones d'inhibition observées dans notre étude sont trop faibles pour être considérées comme une activité antimicrobienne significative.

En résumé, bien que les extraits d'écorce de *Prunus avium* aient montré une certaine activité, notamment contre *Staphylococcus aureus*, leur potentiel antibactérien semble être relativement limité par rapport à d'autres espèces végétales étudiées. Des investigations complémentaires seraient nécessaires pour identifier les facteurs responsables de ces différences et optimiser l'activité antimicrobienne de cette partie de la plante.

Les résultats de notre étude suggèrent que l'huile essentielle de feuilles de *Prunus avium* a une activité antibactérienne relativement limitée sur les souches testées, avec des zones d'inhibition allant de 1,5 mm à 2,15 mm de diamètre seulement. Parmi les souches étudiées, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* semblent les plus sensibles à cette huile essentielle des feuilles.

Cependant, l'huile essentielle de fleurs n'a pas montré d'activité antimicrobienne détectable sur les souches pour lesquelles des données sont disponibles (*Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*). De plus, aucune activité n'a été observée sur *Pseudomonas aeruginosa* avec l'huile essentielle de feuilles.

Les données manquent pour plusieurs souches, notamment *Klebsiella pneumoniae* et *Candida albicans*, ce qui limite l'interprétation globale des résultats. La comparaison avec d'autres études, comme celle de **Gomes et al. (2017)** sur une autre espèce de *Prunus* et celle de **Khorshidian et al. (2018)** sur une plante différente, montre que les propriétés antimicrobiennes peuvent varier entre les espèces végétales.

De plus, **Fernandes et al. (2019)** ont observé des zones d'inhibition plus importantes, allant jusqu'à 18 mm de diamètre, avec l'huile essentielle de feuilles d'une autre plante, bien que leurs résultats pour *Staphylococcus aureus* aient été similaires aux vôtres. Selon les recommandations

de l'EUCAST, les zones d'inhibition observées dans cette étude sont trop faibles pour être considérées comme une activité antimicrobienne significative.

En résumé, bien que les extraits de *Prunus avium* aient montré une activité antimicrobienne intéressante dans d'autres travaux, les résultats de notre étude suggèrent que l'huile essentielle de cette plante a une activité plus limitée.

Ces différences soulignent l'importance de la composition chimique spécifique de chaque extrait ou huile essentielle dans leur activité antimicrobienne. Les variations observées entre les études peuvent s'expliquer par des facteurs tels que l'espèce végétale, les conditions de récolte et d'extraction, ainsi que les méthodes d'évaluation utilisées.

**Conclusion**

**&**

**Perspectives**

Le cerisier (*Prunus avium*) est un arbre très précieux avec de nombreuses propriétés biologiques et médicinales. Appartenant à la famille des Rosacées, cette espèce arborée est largement répandue dans le monde et revêt une grande importance non seulement pour ses fruits délicieux, mais aussi pour ses diverses qualités remarquables. Les différentes parties du cerisier, y compris les fruits, les feuilles, les tiges, l'écorce et les grains, ont un potentiel de valorisation élevé dans les secteurs pharmaceutique, cosmétique, alimentaire et industriel.

Notre travail a été réalisé sur les feuilles, les fleurs, l'écorce de l'arbre, ce qui nous a permis d'aboutir aux résultats suivants :

- Les rendements d'extraction des extraits dépendent de la partie de la plante utilisée ainsi que du solvant employé. Les extraits aqueux ont présenté les meilleurs rendements pour les feuilles (30,51%) et l'écorce (25,90%) de *Prunus avium*.
- L'activité antibactérienne de l'extrait de *Prunus avium* a été étudiée sur trois bactéries à Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*) et sur trois bactéries Gram négatif (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*) et une levure (*Candida albicans*).
- L'extrait aqueux s'est avéré efficace contre la souche de *Staphylococcus aureus* comme il est indiqué dans la littérature.
- Les six souches : (*Bacillus subtilis*, *Entérocoques faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) restent résistantes face à cet extrait.

Afin de compléter ce travail, nous proposons :

- ✓ Un screening phytochimique approfondi permettrait d'isoler et d'identifier les molécules responsables des activités biologiques observées, offrant une meilleure évaluation du potentiel thérapeutique de cette essence remarquable.
- ✓ Une analyse détaillée des molécules bioactives permettra d'approfondir notre compréhension des utilisations potentielles de cette ressource naturelle.

# Résumé

## Abstract

The study of the therapeutic properties of *Prunus avium*, a fruit tree of the rosacea family, is of great interest. The extracts were prepared by maceration in ethanol and/or distilled water and the essential oils were extracted by hydrodistillation. The antibacterial activity was evaluated by a diffusion method on six bacterial strains and one yeast strain. The extraction yields varied depending on the plant part and the solvent used. Aqueous extracts of leaves and ethanol and aqueous flowers showed the highest antibacterial activity, revealing increased sensitivity to *Staphylococcus aureus*.

## ملخص

تعتبر دراسة الخصائص العلاجية لشجرة *Prunus avium*، وهي شجرة فواكه من عائلة Rosacées، ذات أهمية كبيرة. تم تحضير المستخلصات عن طريق النقع في الإيثانول و/أو الماء المقطر وتم استخلاص الزيوت العطرية عن طريق التقطير المائي. تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا بطريقة الانتشار على ست سلالات بكتيرية وسلالة خميرة واحدة. تختلف عوائد الاستخلاص حسب الجزء النباتي والمذيب المستخدم. أظهرت المستخلصات المائية للأوراق والمستخلصات الإيثانولية والمائية للزهور أعلى نشاط مضاد للجراثيم، مما يكشف عن زيادة القابلية للإصابة بـ *Staphylococcus aureus*.

## Résumé

L'étude des propriétés thérapeutiques du *Prunus avium*, un arbre fruitier de la famille des rosacées, présente un grand intérêt. Les extraits ont été préparés par macération dans de l'éthanol et/ou de l'eau distillée et les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation. L'activité antibactérienne a été évaluée par une méthode de diffusion sur six souches bactériennes et une souche de levure. Les rendements d'extraction variaient en fonction de la partie végétale et du solvant utilisé. Les extraits aqueux des feuilles et éthanoliques et aqueux de fleurs ont montré une activité antibactérienne la plus élevée, révélant une sensibilité accrue à *Staphylococcus aureus*.

# Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Aakanksha Rastogi, Ritika Arora, Shanu Sharma. (2015). Leaf disease detection and grading using computer vision technology & fuzzy logic. 2nd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN), Noida, India, pp. 500-505.
2. Abdulaziz Al-Askar, Shima Bashir, Abdallah Emad Mohamed, Omaira Sharaf, Rokaia Nabil, Yiming Su, Ahmed Abdelkhalek, Said Behiry. (2023). Antimicrobial Efficacy and HPLC Analysis of Polyphenolic Compounds in a Whole-Plant Extract of *Eryngium campestre*. *Separations*, 10(6):362-362.
3. Abedini A, Colin M, Hubert J, Charpentier E, Angelis A, Bounasri H, Bertaux B, Kotland A, Reffuveille F, Nuzillard JM, Renault JH, Gangloff SC. (2020 Mar). Abundant Extractable Metabolites from Temperate Tree Barks: The Specific Antimicrobial Activity of *Prunus Avium* Extracts. *Antibiotics (Basel)*. 4;9(3):111.
4. Abhishek Tomar, Gaurav Gupta, Waleed Salehi, Nagesh Kumar, Brijbhushan Sharma, CH. Vanipriya; (2022). A Review on Leaf-Based Plant Disease Detection Systems Using Machine Learning. 297-303.
5. Abração Ana, Carlos Martins-Gomes, Raúl Domínguez-Perles, Ana Barros, and Amélia M. Silva. (2023). "Molecular Characterization of *Prunus lusitanica* L. Fruit Extracts and Their Health-Promoting Potential in Inflammation, Diabetes, and Neurodegenerative Diseases" *International Journal of Molecular Sciences* 24, no. 10: 8830.
6. Académie Française. (1838). Dictionnaire de l'Académie française ; « Merisier - cerisier », Société Type. Belge ; 6 -ème édition, 1835 ; (P. 78, P.121-122, P.172).
7. Alejandro Calle, Ana Wünsch, Jose Quero-García, Manuel Joaquín Serradilla, (2023). Current Advances in Health-Related Compounds in Sweet Cherry (*Prunus Avium* L.). In: Kole, C. (eds) *Compendium of Crop Genome Designing for Nutraceuticals*. Springer, Singapore. 1-19.
8. Amin Abedini, Marius Colin, Jane Hubert, Emilie Charpentier, Apostolis Angelis, Apostolis Angelis, Heithem Bounasri, Benjamin Bertaux, Alexis Kotland, Fany Reffuveille, Jean-Marc Nuzillard, Jean-Hugues Renault, Sophie C., Gangloff. (2020). Abundant Extractable Metabolites from Temperate Tree Barks: The Specific Antimicrobial Activity of *Prunus Avium* Extracts. 9(3) :111.
9. Ana Cristina Gonçalves, Ana R Costa, José David Flores-Félix, Amílcar Falcão; Gilberto Alves, Luís R Silva. (2022). Anti-Inflammatory and Antiproliferative Properties of Sweet Cherry Phenolic-Rich Extracts. *Molécules*. 27(1) :268.

10. Ana Cristina Gonçalves, Catarina Bento, Branca Silva, Manuel Simões et Luís R. Silva. (2019) ; Nutriment, composés bioactifs et bioactivité : les bienfaits des cerises douces pour la santé (*Prunus avium L.*) 15(3) :208 - 227.
11. Ana Raquel Nunes ; Ana Cristina Gonçalves ; Amílcar Falcão ; Alves Gilberto ; Silva Luís R, (2021). *Prunus avium L.* (Sweet Cherry) Sous-produits : une source de composés phénoliques dotés de propriétés antioxydantes et anti-hyperglycémiques – Une revue. 11(18):8516
12. Ana Raquel Nunes, José David Flores-Félix, Ana Cristina Gonçalves, Amílcar Falcão, Gilberto Alves, Luís R. Silva. (2022). Anti-Inflammatory and Antimicrobial Activities of Portuguese *Prunus avium L.* (Sweet Cherry) By-Products Extracts. Nutriment, 14(21) :4576.
13. Ana Raquel, Cristina Gonçalves., Amílcar, Falcão., Gilberto, Alves., Luís, R., Silva. (2021). Sous-produits de *Prunus avium L.* (cerise douce) : une source de composés phénoliques aux propriétés antioxydantes et anti-hyperglycémiques ; Une revue. 11(18):8516.
14. Aneta Popova., Dasha Mihaylova., Iordanka Iexieva., Pavlina Doykina. (2022). Ethnopharmacology and phytochemistry of some representatives of the genus *Prunus*. Journal of Central European Agriculture, 23(3):665-678.
15. Anna Marchelak., Joanna Kolodziejczyk-Czepas., Paulina Wasielewska., Pawel Nowak., Monika Olszewska. (2021). The Effects of *Prunus spinosa L.* Flower Extracts, Model Polyphenols and Phenolic Metabolites on Oxidative/Nitrative Modifications of Human Plasma Components with Particular Emphasis on Fibrinogen In Vitro. Antioxidants, 10(4):581.
16. Aslı Abdulvahitoğlu. (2019). Predicted fuel characteristics of *Prunus avium* seed oil as a candidate for biodiesel production. International Journal of Automotive Engineering and Technologies, 8(4):165-171.
17. Bastos Claudete; Barros Lillian; Dueñas Montserrat; Calhelha Ricardo; Queiroz Maria João; Santos-Buelga Celestino; Ferreira Isabel. (2015). *Chemical characterisation and bioactive properties of Prunus avium L.: The widely studied fruits and the unexplored stems. Food Chemistry, 173, 1045–1053.*
18. Belhouala Khadidja, Bachir Bnarba. (2021). Medicinal Plants Used by Traditional Healers in Algeria: A Multiregional Ethnobotanical Study. Front Pharmacol. 12 :760492.
19. Beluzán Francisco, Armengol Josep, Paloma Abad-Campos, (2022). Pathogenicity of Oomycete Species to Different *Prunus* Hybrid Rootstocks. Plant disease, 107(5), 1499–1509.

20. Benyoucef Fatima ; (2020). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de six plantes provenant de l'ouest Algérien (*Salvia argentea*, *Ammoides verticillata*, *Satureja candidissima*, *Thymus fontanesii*, *Artemisia herba-alba* et *Rosmarinus officinalis*) : Effet de synergisme ou d'antagonisme sur l'activité antioxydante et antimicrobienne ; thèse de doctorat ; Faculté des Sciences, Université ABOU-BEKR BELKAID – Tlemcen.
21. BIO LINÉAIRES ; DOSSIER : Les huiles essentielles – Processus d'extraction des huiles essentielles des plantes Par Christophe Beaubaton ; Le 03/04/2016.
22. Bishnu Kumar, Jyoti Singh. (2023). A Review Study of Importance of Herbal Medicine. *International Journal for Multidisciplinary Research*. 5(1). 1-9.
23. Budak Nilgun H. (2017), Bioactive components of *Prunus avium* L. black gold (red cherry) and *Prunus avium* L. stark gold (white cherry) juices, wines and vinegars. *J Food Sci Technol*. 54(1):62-70.
24. Burger Pauline ; Ruas Marie-Pierre ; Bouby Laurent ; Terral Jean-Frédéric (2016). Approche historique de l'agro biodiversité du Cerisier (*Prunus avium* L. *Prunus cerasus* L.) en Europe Nord-Occidentale. *Food and History*, 14(2-3), 131–162.
25. CABI Compendium, CABI International, (2022) *Prunus avium* (sweet cherry), *cabi*compendium.44250.
26. Cabi Digital Library, Eppo. (2022). Cherry green ring mottle virus. Distribution maps of plant diseases.
27. Carl Axel Magnus Lindman, (1926). *Prunus Avium*. Wikimedia.
28. Castede Sophie. (2014). Génétique moléculaire de la floraison chez le cerisier doux : étude et compréhension du déterminisme génétique et moléculaire de la floraison chez le cerisier (*Prunus avium*) en vue de son adaptation aux futures conditions climatiques (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).
29. Celikel & Kavas. (2008). Self-similarity analysis of wind speed and significant wave height time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(5-6), 1497-1506.
30. Channa Rajashekar. (2023). Dual Role of Plant Phenolic Compounds as Antioxidants and Prooxidants. *American Journal of Plant Sciences*, 14(01):15-28.
31. Cornish-Bowden Athel, Jamin Marc, Valdur Saks. (2005). 5. Inhibition et activation des enzymes. Dans : *Cinétique enzymatique* (pp. 139-177).
32. Darshan S. Kelley, Yuriko Adkins, Kevin D. Laugero., (2018) A Review of the Health Benefits of Cherries. *Nutrients*. Mar 17;10(3):368.
33. Dejan Prvulovic, Đorđe Malenčić, Milan Popović, Mirjana Ljubojević, Vladislav Ognjanov. (January 2011); Antioxidant Properties of Sweet Cherries (*Prunus avium* L.) - Role of

- Phenolic Compounds. World Academy of Science, Engineering and Technology. 59:1149-1152.
34. Delano James., S. Godkin, F. Rickson, D. Thompson, Kenneth, C. Eastwell, J. Hansen. (1999). Electron Microscopic Detection of Novel, Coiled Viruslike Particles Associated with Graft-Inoculation of Prunus Species. *Plant Disease*, 83(10):949-953.
35. Demir, T., Akpınar, Ö., Kara, H., & Güngör, H. (2020). Cherry stem phenolic compounds: Optimization of extraction conditions and in vitro evaluations of antioxidant, antimicrobial, antidiabetic, anti-inflammatory, and cytotoxic activities. *Journal of Food Processing and Preservation*. 44(10): 14804.
36. Dewi, Kartika., Romauli, Anna, Teresia, Marbun., Ayu, Puspita, Dewi. (2022). Antibacterial activity of kersen leaf extract (*muntingia calabura l*) against *staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasimed*, 4(2):59-63.
37. Dupont, A., Lefèvre, T., Boutique, R., & Simonin, M. (2020). Antimicrobial activity of plant extracts against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Antimicrobial Research*, 12(3), 45-52.
38. Ebru Ture Önem, Hasan Cumhur Sarisu, Ayşe Gül Özeydin, Muhammed Tilahun Muhammed, Ayse Ak. (2021). Phytochemical profile, antimicrobial, and anti-quorum sensing properties of fruit stalks of *Prunus avium L*. *Letters in Applied Microbiology*, 73(4):426-437.
39. Edula Vinitha, Hanish J.C. Singh, Rahul Motiram Kakalij, Rahul Padmakar Kshirsagar, Boyina Hemanth Kumar, Prakash V. Diwan, (2014). Neuroprotective effect of *Prunus avium* on streptozotocin induced neurotoxicity in mice. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 4(4):519-525
40. Elghazaly Walid Abd-Allah, Wael Mohamed Elsayed, Khaled Abdallah Abdelshafeek. (2016). Antioxidant activity of chemical constituents from *Prunus avium* seeds. 8(17):19-25.
41. Elif Ayşe Erdoğan Eliuz., Erdal Yabalak., Gulden Goksen., Deniz Ayas. (2021). Chemical composition, antifungal activity, antifungal mechanism and interaction manner of the fatty acid of *Prunus mahaleb L*. with fluconazole. *International Journal of Environmental Health Research*, 1-13.
42. Erik Welk, Daniele de Rigo, Giovanni Caudullo. (March 2016); *Prunus avium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, guide.
43. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). clinical breakpoints and dosing of antibiotics.

44. Fábio Jesus, Ana C. Gonçalves., Gilberto Alves., Luís R. Silva. (2020). Health Benefits of *Prunus avium* Plant Parts: An Unexplored Source Rich in Phenolic Compounds. *Food Reviews International*, 1-29.
45. Fábio Jesus, Ana Carolina Gonçalves, Gilberto Alves, Luis R. Silva. (2020). Avantages pour la santé des parties de la plante *Prunus avium* : une source inexplorée riche en composés phénoliques. *Food Reviews International*, 38 : 1–29.
46. Faienza Maria Felicia, Corbo Filomena, Carocci Alessia, Catalano Alessia, Clodoveo Maria Lisa, Grano Maria, Wang David Q, D'Amato Gabriele, Muraglia Marilena, Franchini Carlo, Brunetti Giacomina, Portincasa Piero. (2020). Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *Journal of Functional Foods*, 69, 103945.
47. Fatiha Brahmi, Nabya Khaled-Khodja, Mahmoud Fahmi Elsebai, Khodir Madani, Lila Boulekbache-Makhlouf. (2023). Ethnobotanical Study of the Most Lamiaceae Used as Medicinal and Culinary Plants by the Population of Bejaia Province, Algeria. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 266-280.
48. Fernandes, R. P., Trindade, M. A., Lorenzo, J. M., & Munekata, P. E. (2019). Evaluation of the antimicrobial activity of essential oils and their combinations against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Pseudomonas fluorescens*. *Antibiotics*, 8(4), 190.
49. Ferretti G, Bacchetti T, Belleggia A, Neri D. (2010 Oct 12), Cherry antioxidants: from farm to table. *Molecules* ;15(10):6993-7005.
50. Geum Jin Kim., Hyun, Gyu, Choi., Ji, Hyang, Kim., Sang-Hyun, Kim., Jeong, Ah, Kim., Seung, Ho, Lee. (2013). Anti-allergic inflammatory effects of cyanogenic and phenolic glycosides from the seed of *Prunus persica*. *Natural Product Communications*, 8(12):1739-1740.
51. Gloria De Moria, Federica Savazzinib, Filippo Geuna (2020). Molecular tools to investigate Sharka disease in *Prunus* species. 203-223.
52. Gomes, A. F., Silva, R. B., Oliveira, V. B., & Brandão, M. G. L. (2017). Antimicrobial activity of essential oil from *Prunus persica* (L.) Batsch leaves against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48(3), 467-473.
53. Griffiths M. 1994. *Index of Garden Plants*. The Royal Horticultural Society: The MacMillan Press, pp. 1-1234.
54. Hamzah Alfarisi., Siti, Sa'diah., Berry, Juliandi., Tutik, Wresdiyati. (2022). Preparation and characterization of nanopowder of *Acalypha hispida* Leaves Extract Using Planetary Ball Milling. *Molekul: Jurnal Ilmiah Kimia*, 17(1):68-68.

55. Haslizamri, Md, Shariff., Mohd, Hezri, Fazalul, Rahiman., Ramli, Adnan., Mohd, Hezri, Marzaki., Mazidah, Tajjudin., Mohd, Hafiz, A., Jalil. (2021). Comparative Study of PID Controllers for Time-Varying of Steam Distillation Process. pp. 334-339.
56. Hoshyar, A., Azeez., Twana, Fadhil, Salih. (2023). Antioxidant Activity of the *Prunus mahaleb* Seed Oil Extracts Using n-Hexane and Petroleum Ether Solvents: In Silico and In Vitro Studies. *Applied Sciences*, 13(13):7430-7430.
57. İbrahim Seyfettin Çelik, Ashabil Aygan, Mustafa Çiçek, Yusuf Ziya Kocabaş. (2022). Cytotoxic Effect of *Prunus Divaricata Ledeb.* Extract on Lung Cancer Cells and Determination of Expression Profiles of Genes in the MAP-Kinase Pathway. *Sakarya University Journal of Science*, 27(1):181-188.
58. İnanç, Özgen., Dirk, Ahrens. (2018). A New Cherry (*Prunus avium*) Pest in Turkey: *Omaloplia labrata* (Burmeister) (Coleoptera: Scarabaeidae: Sericini). *Entomological News*, 127(5):442-445.
59. Irma Mahmutović Dizdarević, Mirsada Salihović, Biljana Radusin Sopić, Anesa Jerković-Mujkić, Mirsada Hukić, Monia Avdić (2022). Evaluation of the antimicrobial and antibiofilm activity of sweet cherry (*Prunus avium L.*) stems extracts. *Genetics & applications*, 6(1):38-51.
60. Jdaidi Nouri, Hasnaoui Brahim. (2018). Etude de l'habitat écologique d'une espèce rare (*Prunus avium*) au nord-ouest de la Tunisie. 43(43):83-89.
61. Juan Antonio García, Miroslav Glasa, Mariano Cambra, Thierry Candresse. (2014). Plum pox virus and sharka: a model potyvirus and a major disease. *Molecular plant pathology*, 15(3), 226–241.
62. Juan, Ortega-Vidal., Antonio, Cobo., Elena, Ortega-Morente., Antonio, Gálvez., Alfonso, Alejo-Armijo., Sofia, Salido., Joaquín, Altarejos. (2021). Antimicrobial and antioxidant activities of flavonoids isolated from wood of sweet cherry tree (*Prunus avium L.*). *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 41:104-117.
63. Jules Janick., (September 2011). Origine et Dissémination des Cultures de Prunus Pêche, Cerise, Abricot, Prune, Amande., Université Purdue ; Published by ISHS, 56 -87.
64. Kashtoh H, Baek KH., (2022). Recent Updates on Phytoconstituent Alpha-Glucosidase Inhibitors: An Approach towards the Treatment of Type Two Diabetes. *Plants (Basel)*.;11(20):2722.
65. Khalid Abed and Tariq Naife (2018, December). Extraction of Essential Oil from Iraqi *Eucalyptus camadulensis* leaves by water distillation methods. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 454(1):012163.

66. Khorshidian, N., Yousefi, M., Khanniri, E., & Mortazavian, A. M. (2018). Potential application of essential oils as antimicrobial preservatives in dairy products. *Enzyme and Microbial Technology*, 111, 12-22.
67. Khyal Anya, & Peredera Sophia. (2023). Analysis of antimicrobial properties of medicinal plants. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(110), 137-141.
68. Kilic, M., Brandmeier, M., & Achterberg, F. (2016). Predictors of forex trading activity. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 9, 90-96.
69. Kim, DO, Heo, HJ, Kim, YJ, Yang, HS et Lee, CY (2005). Produits phénoliques de cerise aigre-douce et leurs effets protecteurs sur les cellules neuronales. *Journal de chimie agricole et alimentaire*, 53(26), 9921-9927.
70. Kirakosyan A, Gutierrez E, Ramos Solano B, Seymour EM, Bolling SF. (2018). The inhibitory potential of Montmorency tart cherry on key enzymes relevant to type 2 diabetes and cardiovascular disease. *Food Chemistry*. 252, 142–146.
71. Kyoung Hee Seo., So Young Choi., Yeonsun Jin., Heebin Son., Young-Sun Kang., Seung Hyo Jung., Yong-In Kim., Sangmi Eum., Hee Min Yoo., Wan Kyunn Whang., Sun-Young Jung., Wonku Kang., Hyun Myung Ko., Sung Hoon Lee. (2020). Anti-inflammatory role of *Prunus persica L.* Batsch methanol extract on lipopolysaccharide-stimulated glial cells. *Molecular Medicine Reports*. 21(5) :2030-2040.
72. La société Arôme Essentiel ; Distillation et autres méthodes d'extraction des huiles essentielles ; Publié le : 17/01/2023
73. Laura Tomás-Menor., Enrique Barrajon-Catalán., Antonio Segura-Carretero., Nuria Martí., Domingo Saura., Javier A. Menendez., Jorge Joven., Vicente Micol. (2015). The promiscuous and synergic molecular interaction of polyphenols in bactericidal activity: an opportunity to improve the performance of antibiotics. *Phytotherapy Research*, 29(3) :466-473.
74. Le livre de Pierre Franchomme "La Science Des Huiles Essentielles Médicinale", 2021 PP.168.
75. Ljiljana, P., Stanojević., Mihajlo, Z., Stanković., Ljubiša, Nikolić., Vesna, Nikolić. (2007). The influence of the operation conditions and the extraction techniques on the yield, kinetics and the composition of ethanol extracts of *Hieracium pilosella L.* *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 13(4) :199-204.

76. Lopes, M.C., Silva, R.B., Oliveira, V.B., & Brandão, M.G.L. (2018). Antimicrobial activity of plant extracts against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Pseudomonas aeruginosa*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(2) :267-275.
77. Mahboub Nasma, Slimani N., Ben Nadji S., Bouzeguag C., Kadri M. Et Khelil A., (Décembre 2019) ; Extraction Et Caracterisation Physico-Chimique Et Biologique Des Huiles Essentielles A Partir De *Cymbopogon schoenanthus*. Dans la region de ghardaïa ; *Revue des BioRessources*, 9(2).
78. Mahmoudi Yahia., (1988). La thérapeutique par les plantes les plus communes en Algérie. 1ere ed, Blida : Palais du livre.
79. Maja Natić, Dragana Dabić Zagorac, Ivanka Ćirić, Mekjell Meland, Biljana Rabrenović, Milica Fotirić Akšić, (2020). Cold pressed oils from genus *Prunus*. *Cold Pressed Oils*, 637–658.
80. Maria Cristina Straccia, Francesco Siano, Raffaele Coppola, Francesco La Cara, Maria Grazia Volpe., (2012). Extraction and Characterization of Vegetable Oils from Cherry Seed by Different Extraction Processes; 27:391-396
81. Mehmet, Ali, Temiz., Emin, Okumuş. (2022). The Effect of Bioactive Compounds of *Prunus spinosa* Leaves and Flowers Mixture on the Antioxidant Capacity in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. *Comptes Rendus De L'Académie Bulgare Des Sciences*. 75(10) :1530–1539
82. Mellaz, N. (2018). Contribution à l'étude de la variabilité génétique du Cerisier cultivé *Prunus avium L.* à Larbaa Nath Irathen TO (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
83. Michaela Schmitz-Eiberger., Michael Blanke. (2012). Bioactive components in forced sweet cherry fruit (*Prunus avium L.*), antioxidative capacity and allergenic potential as dependent on cultivation under cover. *Lwt - Food Science and Technology*, 46(2) :388-392.
84. Michel Caron ; ‘‘ Merisier : qu'est-ce que c'est ?’’ ; [site Futura Sciences] ; 2011.
85. Mihika Bose, Mohini Kamra, Ranajoy Mullick., Santanu Bhattacharya., Santanu Bhattacharya., Saumitra Das., Anjali A., Karande. (2017). Identification of a flavonoid isolated from plum (*Prunus domestica*) as a potent inhibitor of Hepatitis C virus entry. *Scientific Reports*, 7(1):3965-3965.
86. Miroslav Glasa, Thierry T. Candresse. (2020). *Plum Pox Virus* (Potyviridae). *Encyclopedia of Virology*, 4ème éd., Elsevier.
87. Muhammad Akram, Abid Rashid, Rida Zainab, Umme Laila, Muhammad Talha Khalil, Hina Anwar, Naveena Thotakura, Muhammad Riaz, (2023). Application and Research of

- Natural Products in Modern Medical Treatment. Journal of modern pharmacology and pathology. A review, 1: 7.
88. Nathalie Guellier ; Merisier (*Prunus avium*), cerisier sauvage ; journal “le monde” [jardinier avec Binette & Jardin], Publié le 25/03/2016.
89. Nouri Jdaidi, Houcine Selmi, Foued Aloui, Chaabane Abbes., (2023). Spatial and diametric evolution of a rare species, *Prunus avium*, in different biotopes in northwest tunisia. Journal of Applied Life Sciences and Environment, 55(3 (191)):363-376.
90. Nouri Jdaidi, Houcine Selmi, Saber Jedidi, Foued Aloui, Abbès Chaabane, (2023). Le merisier (*Prunus avium L.*), une espèce forestière à usages multiples. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 11(4), 555-563)
91. Nouri Jdaidi. (2016). Le Merisier (*Prunus avium L.*) en Kroumirie (Nord-Ouest de la Tunisie) : Caractérisation Écologique, Multiplication et Valorisation.
92. Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2021). Directives pour la recherche et le développement d'agents antimicrobiens. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé.
93. Parthasarathy Seethapathy, Rajadurai Gothandaraman, Thiribhuvanamala Gurudevan, Imtiyaz Ahmad Malik ; (2022). Diseases, Pests, and Disorders in Plum. 133-176.
94. Prabhjot, Kaur., R., C., Gupta., Abhijit, Dey., Tabarak, Malik., Devendra, Kumar, Pandey. (2021). Optimization of harvest and extraction factors by full factorial design for the improved yield of C-glucosyl xanthone mangiferin from *Swertia chirata*. Scientific Reports, 11(1):16346-.
95. Raakia Anam Saeed, Muhammad Issa Khan, Masood Sadiq Butt, Muhammad Faisal. (2023). Phytochemical screening of *Prunus avium* for its antioxidative and anti-mutagenic potential against DMBA-induced hepatocarcinogenesis. 10, 1132356.
96. Rashmi, Sisodia., Smita, Singh., chaturbhuj, Mundotiya., Ekta, Meghnani., Preeti, Srivastava. (2011). Radioprotection of Swiss albino mice by *Prunus avium* with special reference to hematopoietic system. Journal of Environmental Pathology Toxicology and Oncology, 30(1):55-70.
97. Refaz Ahmad Dar, Mohd Shahnawaz, Muzaffer Ahmad Ahanger, Irfan ul Majid, (2023). Exploring the Diverse Bioactive Compounds from Medicinal Plants: A Review. The journal of phytopharmacology, 12(3):189-195.
98. Ruas, M.-P., Bouby, L., Pradat, B., (2005). Introduction. In M.-P. Ruas (dir.). Des fruits d'ici et d'ailleurs. Regards sur l'histoire de quelques fruits consommés en Europe. Omniscience, Montreuil, 11-38.

99. Russell K. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for wild cherry (*Prunus avium*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
100. Sai, Uday, Kumar, Reddy, Sagili., Philip, W, Addo., Sarah, MacPherson., Michelle, Shearer., Nichole, Taylor., Maxime, Paris., Mark, Lefsrud., Valérie, Orsat. (2023). Effects of Particle Size, Solvent Type, and Extraction Temperature on the Extraction of Crude Cannabis Oil, Cannabinoids, and Terpenes. *ACS food science & technology*. 170:113743
101. Saifeldin, A., F., El-Nagerabi., Mohammed, S., R., Al-Maqbali., Khalid, M., S., Alabri., Abdulkadir, E., Elshafie. (2021). An in Vitro Antifungal and Antiaflatoxic Properties of *Commiphora myrrha* and *Prunus mahaleb*. *Journal of Field Robotics*. 10(6):10
102. Sang-Cheol, Yu., So-Ra, Han., Jong-Hwa, Jang., Yong-Duk, Park., Tae-Jin, Oh. (2018). Antimicrobial effect against oral bacteria on bioactive compounds in a high-pressure enzymatic *Prunus mume* extract. *Bioscience Journal*, 1124-1136.
103. Sanz, M., Cadahía, E., Esteruelas, E., Muñoz, A. M., Fernández De Simón, B., Hernández, T., & Estrella, I. (2010). Phenolic Compounds in Cherry (*Prunus avium*) Heartwood with a View to Their Use in Cooperage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(8), 4907–4914.
104. Sara, El, Kharraf., Maria, Leonor, Faleiro., Farah, Abdellah., Soukaina, El-Guendouz., El, Mestafa, El, Hadrami., Maria, Graça, Miguel. (2021). Simultaneous Hydrodistillation-Steam Distillation of *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula angustifolia* and *Citrus aurantium* from Morocco, Major Terpenes: Impact on Biological Activities. *Molecules*, 26(18):5452-.
105. Scripta Horticulturae, (2011). Origin and Dissemination of *Prunus Crops*: A publication of the International Society for Horticultural Science, American Society for Horticultural Science & American Pomological Society, Number 11.
106. Seethapathy, P., Gothandaraman, R., Gurudevan, T., & Malik, I. A. (2022). Diseases, Pests, and Disorders in Plum: Diagnosis and Management. In *Handbook of Plum Fruit* (pp. 133-176).
107. Sengul, Uysal. (2020). Comparative Antioxidant Capacity and Enzyme Inhibitory Effect of Extracts from *Prunus avium* Leaves. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20(3):234-242.
108. Sergei Chirkov, Anna Sheveleva, Tatiana Gasanova, Dmitry Kwon, Fedor Sharko, Gennady Osipov. (2022). New Cherry-Adapted *Plum Pox Virus* Phylogroups Discovered in Russia. *Plant Disease*. 106 :10, 2591-2600.
109. Silva. (2022). Anti-Inflammatory and Antimicrobial Activities of Portuguese *Prunus avium* L. (Sweet Cherry) By-Products Extracts.

110. Stojecová R., I. Kupka., (2009) Growth of wild cherry (*Prunus avium L.*) in a mixture with other species in a demonstration forest; P. 264–269.
111. T., K., Lim. (2012). *Prunus domestica* subsp. *insititia*. 476-479.
112. Talel Ben Khadher, Sameh Sassi-Aydi, Samir Aydi, Mohamed Mars, Jalloul Bouajila (2023). Phytochemical Profiling and Biological Potential of *Prunus dulcis* Shell Extracts. 12(14), 2733
113. Tarnai, E.; Pagliuca, G.; Piretti, M.; Cipollone, M., (1994) Systematic Investigation of Polyphenol Compounds from Different Parts of Cherry Tree (*Prunus Avium*). *Fitoterapia.*, 65, 541–548.
114. Thayalan, L., Veerapandi., Mari, Nivetha., R., Sinthiya., N., Karunyah, Amirthadharshini., K., Bumaasri., Richa, Aishwarya. (2022). Insilico and Pharmacological Property Analysis of Bioactive Components from *Prunus avium* against Diabetics. *Journal of Natural Remedies*, 22(1) :113-113.
115. Tuberoso Carlo Ignazio Giovanni, and Christina Doriana Orru., (2008). "Phenolic compounds in food." *Progress in Food Chemistry*. Nova Science Publishers, Inc.,1-45.
116. Tuğba Demir, Özlem Akpınar, Haki Kara, Huseyin Gungor, (2020). Cherry Stem Phenolic Compounds: Optimization of Extraction Conditions and Invitro Evaluations of Antioxidant, Antimicrobial, Antidiabetic, Anti-inflammatory and Cytotoxic Activities. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(2).
117. Valentina Usenik; Jerneja Fabčič; Franci Štampar (2008). *Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (Prunus avium L.)*, 107(1), 185–192.
118. Wenshi, Liu., Xiaohui, Cui., Yifan, Zhong., Ruiyang, Ma., Yonghui, Xia. (2023). Phenolic metabolites as therapeutic in inflammation and neoplasms: molecular pathways explaining their efficacy. *Pharmacological research*, 193: 10681 -106812.
119. Willig G, Brunissen F, Brunois F, Godon B, Magro C, Monteux C, Peyrot C, Ioannou I., (2022 Apr 22). Phenolic Compounds Extracted from Cherry Tree (*Prunus avium*) Branches: Impact of the Process on Cosmetic Properties. *Antioxidants (Basel).*;11(5):813.
120. Wycliff, M., Kinoti., Narelle, Nancarrow., AL, Dann., Brendan, Rodoni., Fiona, E., Constable. (2020). Updating the Quarantine Status of *Prunus* Infecting Viruses in Australia. *Viruses*, 12(2):246-

121. Xu, Zhao., Zhengzheng, Liao., Yu, Qi., Shen, Xu., Kaishun, Bi., Ying, Jia. (2016). Antioxidative activity of methyl amygdalinate from the seeds of *Prunus persica* and neuroprotective effects on A $\beta$ 1–42-induced neurodegeneration models. 6, 93794-93800.
122. Yahlali, F. (2021). Caractérisation des invertébrées colonisant le cerisier *Prunus avium* dans la région de Maâtkas (Tizi-Ouzou, Algérie) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
123. Yanqing, Liu., Wen-xiu, Sun., Xiaolin, Chen., Suiping, Huang., Lihua, Tang., Tangxun, Guo., Qili, Li. (2023). Bacterial Leaf Spot of Plum Caused by *Sphingomonas spermidinifaciens* in Guangxi, China. *Plant Disease*.
124. Younes Aqil, Ihssane Ouassor, Walid Belmaghraoui and Souad El Hajjaji; (2020). *Prunus avium* kernel oil characterization: a comparative study of four varieties from Sefrou, Morocco; 27(4):24
125. Younes Aqil, Souad El Hajjaji, Walid Belmaghraoui, Yassine Mourabit, Taha Douae, Alshahrani Mohammed Merae, Ahmed Abdullah Al Awadh, Bouyahya Abdelhakim, Gaamoussi Issam, Ilhame Bourais. (2023). Phenolic Profile, Antioxidant, Antidiabetic, and Antigout Potential of Stem Extracts of Four Sweet Cherry Cultivars. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 1-12.
126. Yuqi, Li., Teng, Wu., Liangcheng, Xie., Juan, Hao., Tiantian, Feng., Xuesong, Zhang., Kaifang, Wei. (2018). Study on Chemical Constituents and Antibacterial Activity of Volatile Oil from *Prunus Mume*. 276826
127. Zahida Ademović, Snježana Hodžić, Zarka Halilić Zahirović, Darja Husejnagić, Jasna Džananović, Broza Šarić-Kundalić, Jasmin Suljagić. (2017). Phenolic compounds, antioxidant and antimicrobial properties of the wild cherry (*Prunus avium L.*) stem. *APTEFF*, 48(1), 1-13.
128. Zhang, YQ, Guan, L., Zhong, ZY, Chang, M., Zhang, DK, Li, H. et Lai, W. (2014). L'effet anti-inflammatoire de l'extrait de fleur de cerisier (*Prunus yedoensis*) utilisé dans les produits de soin apaisants. *Journal international des sciences cosmétiques*, 36(6), 527-530.
129. Zühal Bayrakçeken Güven., Zeynep Dogan., Iclal Saracoglu., Laurent Picot., Akito Nagatsu., A., Ahmet, Başaran. (2022). Food plant with antioxidant, tyrosinase inhibitory and antimelanoma activity: *Prunus mahaleb L.*