REP UBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de **Master**

En biologie

Spécialité : biologie et pathologie cellulaire

Par :

Chaba Mouna Badreddine

Thème :

Étude phytochimique et bioactivité des extraits du nèflier : approche quantitative et évaluation biologique

Soutenue publiquement le : 01 /07 /2025, Devant le jury composé de :

Dr,Hamza.I	**Grade : MCA**	**U.YFM**	Président
Dr,Bouazza.F	**Grade : MCB**	**U. YFM**	Examinateur
Dr,Gherdaoui.D	**Grade : MCA**	**U.YFM**	Encadrant

Année universitaire 2024/2025

Remerciement

Avant tout je tiens a remercier Dieu le tout puissant qui m'a accordé

santé et courage pour mener ce travail jusqu'au bout.

On tient à remercier notre promotrice Mme **Gherdaoui.D**. pour la qualité de son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, ses

compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos

connaissances.

Je remercie Mme **Hamza.I** de nous avoir fait l'honneur de présider les

membres de jury, et Mme **Bouazza.F**. d'avoir examiné notre travail.

Un grand merci à mes collègues et amis pour leur soutien moral, leur entraide, et les moments de partage tout au long de cette aventure.

Enfin, je n'oublie pas ma famille, dont le soutien inconditionnel, l'encouragement et l'amour ont été une source constante de motivation.

Toutes notre gratitude à tous mes enseignants qui nous ont formé

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui m'ont soutenu durant toutes mes études, qui ont partagé mes joies et mes peines, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, je leurs saurai éternellement reconnaissant.

Mes adorables sœurs **Serine** et **Nour Elhouda** et **Khaoula**

Mon frère **Mohamed Adam**

Tous mes proches et mes amis sans exception

Ma promotrice Mme **Gherdaoui.D**

Et enfin tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire

Badreddine

الملخص

في إطار السعي إلى تثمين الموارد النباتية المحلية لأغراض علاجية، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص الكيميائية النباتية والأنشطة البيولوجية لمستخلصات أوراق الزعرور الياباني. أُنجز هذا العمل في الجزائر، وبالضبط في ولاية المدية، بلدية تمزقيدة، باستخدام أوراق جُمعت محليًا. تم إعداد ثلاثة أنواع من المستخلصات عن طريق النقع: مستخلص كحولي نقي100%، مستخلص مائي100%، ومستخلص مائي 50%- كحولي 50%(خليط ماء وكحول)، بغرض تقييم نشاطها المضاد للأكسدة (اختبار الجذور الحرة) والمضاد للميكروبات (طريقة الانتشار في الوسط المغذي). أظهرت النتائج أن المستخلص الكحولي كان الأعلى من حيث المردود بنسبة 16.44%، يليه المستخلص المائي-الكحولي بنسبة 10.47%، ثم المستخلص المائي بنسبة 9.5%. أما النشاط المضاد للأكسدة، فقد كان في أقصاه لدى المستخلص الكحولي، حيث بلغت قيمة التركيز المثبط الوسيط 4.15 ميكروغرام لكل مليلتر، مقارنة بـ 4.65 ميكروغرام لكل مليلتر للمستخلص المائي-الكحولي و70 ميكروغرام لكل مليلتر للمستخلص المائي. وفيما يخص النشاط المضاد للميكروبات، فقد أظهر المستخلص الكحولي فعالية واضحة ضد الفطر أسبرجلس برازيلييسيس (منطقة تثبيط قدرها 28 مليمترًا)، في حين أبدى المكور العنقودي الذهبي مقاومة لجميع المستخلصات. تبرز هذه النتائج الإمكانات العلاجية لأوراق شجرة الزعرور الياباني كمصدر طبيعي للمركبات النشطة بيولوجيًا، لاسيما مضادات الأكسدة والمضادات الميكروبية، كما تؤكد على أهمية اختيار المذيب في تحسين فعالية المستخلصات. تسهم هذه الدراسة في تطوير حلول علاجية نباتية محلية فعالة وآمنة..

الكلمات المفتاحية: المركبات الفينولية , الزعرور الياباني , نشاط مضاد الأكسدة , نشاط مضاد البكتيريا

Résumé

Dans une démarche de valorisation des ressources végétales locales à des fins thérapeutiques, cette étude vise à analyser les propriétés phytochimiques et les activités biologiques des extraits de feuilles du néflier du Japon. Le travail a été réalisé en Algérie, dans la wilaya de Médéa, commune de Tamezguida, à partir de feuilles récoltées localement. Trois types d'extraits ont été préparés par macération : un extrait alcoolique pur100%, un extrait aqueux100%, et un extrait hydro 50%-alcoolique 50% (mélange eau/alcool), dans le but d'évaluer leur activité antioxydante (test des radicaux libres) et antimicrobienne (méthode de diffusion en gélose). Les résultats ont révélé que l'extrait alcoolique présentait le rendement d'extraction le plus élevé (16,44 %), suivi de l'extrait hydro-alcoolique (10,47 %) et de l'extrait aqueux (9,5 %). L'activité antioxydante a été maximale pour l'extrait alcoolique, avec une concentration inhibitrice médiane de 4,15 µg/mL, contre 4,65 µg/mL pour l'extrait hydro-alcoolique et 70 µg/mL pour l'extrait aqueux. Concernant l'activité antimicrobienne, l'extrait alcoolique a montré une inhibition marquée contre Aspergillus brasiliensis (zone d'inhibition de 28 mm), tandis que Staphylococcus aureus s'est révélé résistant à tous les extraits. Ces résultats mettent en lumière le potentiel thérapeutique des feuilles de Eriobotrya japonica en tant que source naturelle de composés bioactifs, notamment antioxydants et antimicrobiens. Ils soulignent également l'importance du choix du solvant dans l'optimisation de l'efficacité des extraits. Cette étude contribue ainsi au développement de solutions phytothérapeutiques basées sur des plantes locales, efficaces et sans danger.

Mot clés : Composés phénoliques, Eribotrya japonca, activité antioxydante, activité antibactérienne.

Abstract

As part of a strategy to promote the value of local plant resources for therapeutic purposes, this study aims to analyze the phytochemical properties and biological activities of leaf extracts from the Japanese loquat. The study was conducted in Algeria, in the Médéa province, Tamezguida commune, using locally harvested leaves. Three types of extracts were prepared by maceration: a pure alcoholic extract 100%, an aqueous extract 100%, and a hydro 50%-alcoholic 50% extract (water/alcohol mixture), in order to evaluate their antioxidant activity (free radical test) and antimicrobial activity (agar diffusion method). The results revealed that the alcoholic extract had the highest extraction yield (16.44%), followed by the hydroalcoholic extract (10.47%) and the aqueous extract (9.5%). Antioxidant activity was highest in the alcoholic extract, with a median inhibitory concentration of 4.15 µg/mL, compared to 4.65 µg/mL for the hydroalcoholic extract and 70 µg/mL for the aqueous extract. Regarding antimicrobial activity, the alcoholic extract showed significant inhibition against Aspergillus brasiliensis (inhibition zone of 28 mm), while Staphylococcus aureus proved resistant to all extracts. These findings highlight the therapeutic potential of Eriobotrya japonica leaves as a natural source of bioactive compounds, particularly antioxidants and antimicrobials. They also underscore the importance of solvent choice in optimizing extract effectiveness. This study thus contributes to the development of effective and safe phytotherapeutic solutions based on local plants.

Key-words: Phenolic compounds, Eriobotrya japonica , antioxidant activity, antibacterial activity.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Introduction générale……...1

Chapitre I : Revue de la littérature

I.1. Généralités sur néflier du japon..... 4

I.1.1 Origine et historique..... 4

I.I.2 Description botanique de néflier du japon..... 4

I.I.3 Caractéristiques des différentes parties de la plante..... 5

I.I.4 DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DE LA PLANTE..... 7

I.I.5 Classification botanique de néflier du japon..... 7

I.I.6 Noms vernaculaires de la plante..... 8

I.I.7 Composition biochimique de néflier du japon..... 8

I.I.8 Utilisations traditionnels de la plante 10

I.I.9 Activités biologiques de néflier du japon 11

I.1.9.1 Activité anti-inflammatoire……11

I.1.9.2 Activité antioxydante ……11

I.1.9.3 Activité antimicrobienne……11

I.1.9.4 Activité sur l'obésité……...11

I.1.9.5 Activité anti-cancéreuse……..12

I.1.9.6 Activité anti-diabétique……...12

I.I.10 Toxicité..... 12

Chapitre II : Méthodologie

II.1.1 Materials utilisés 16
II.2.2 Rendement des extraits 22
II.2.3 Évaluation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH 23
II.2.4 Évaluation de l'activité antimicrobienne (Méthode de diffusion en puits sur gélose) 24

Chapitre III : Résultats et Discussions

III.1. Rendement de l'extraction 27
III.2. Activité antioxydantes d'Eriobotrya japonica L 30
III.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne 36
III.3.1 l'activité antimicrobienne d'extraits éthanolique 38
III.3.2 l'activité antimicrobienne d'extraits hydro_éthanolique ……. ……. ……40
III.3.3 l'activité antimicrobienne d'extraits aqueux……...42

Conclusion……46

Référence……..47

Liste des figures

Figure 1-1 : Photographie des parties aérienne de néflier du japon 5
Figure I-2 : Distribution géographique de néflier du japon ……..…….7
Figure I-3 : Structure des flavonoïdes glycosidiques trouvés dans les feuilles de néflier du japon 9
Figure I-4 : Structure des sesquiterpénes trouvés dans les feuilles de néflier du japon 10
Figure I-5 : Les utilisations de néflier du japon 10
Figure II-1 : La plante de néflier du japon .....……..18
Figure II-2 : La partie de la plante d'Eriobotrya japonica après séchage. 19
Figure II-3 : Poudre fine de feuilles sèches de néflier du japon prête pour l'extraction……..19
Figure II-4 : Agitateur incubateur orbital utilisé pour l'extraction des composés bioactifs……..21
Figure II-5 : Filtrations des extraits……21
Figure II.6: Evaporation du solvant par Rotavap…….22
Figure II-7 : Différentes étapes d'antibiogramme……26
Figure III-1 : représentation graphique des Evolution de rendement en fonction de nature de solvant……..…28
Figure III-2 : Comparaison des rendements d'extraction des feuilles d'Eriobotrya japonica selon différents solvants et régions géographiques…..30
Figure III-3 : illustration de la réaction colorimétrique (Extrait éthanolique des feuilles)……31
Figure III-4 : Courbe d'inhibition en fonction de la concentration en composés phénoliques de l'extrait éthanolique……31

Figure III-5 : illustration de la réaction colorimétrique (Extrait hydro-éthanolique des feuilles)……..32

Figure III-6 : Courbe d'inhibition en fonction de la concentration en composés phénoliques de l'extrait hydro-éthanolique……..33

Figure III-7 : illustration de la réaction colorimétrique (Extrait aqueux des feuilles)……33

Figure III-8 : Courbe d'inhibition en fonction de la concentration en composés phénoliques de de l'extrait aqueux……...34

Figure III-9 : Sensibilité des trois souches bactériennes……37

Figure III-10 : Sensibilité des deux souches fongiques……...37

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Principales caractéristiques des differentes parties de néflier du japon 5
Tableau I-2 : Principaux noms vernaculaires de néflier du japon. 8
Tableau II-1 : Appareillage utilisé 16
Tableau II-2 : Matériel verrier et équipements utilisés. 17
Tableau II-3 : Produits utilisée. 17
Tableau III-1 : Les pourcentages d'extraction pour chaque extrait de néflier du japon……...27
Tableau III-2: Les valeurs des IC50 des différents extraits……35
Tableau III-3 : Résultats de l'activité antimicrobienn d'extraits éthanolique……..38
Tableau III-4 : Résultats de l'activité antimicrobienn d'extraits hydro-éthanolique……..40
Tableau III_5 : Résultats de l'activité antimicrobienne d'extraits aqueux…..42
Tableau III-6 : Tableau comparatif de l'activité antimicrobienne des 3 extraits…….45

Liste des abréviations

Abréviation	Définition
LTA	Leaf triterpene acid
LPS	lipopolysaccharides
µg /mL	Microgramme par millilitre
mg	Milligramme
IC50	Concentration Inhibitrice Médiane
mM	millimolaire
°C	degrés Celsius
E. japonica L	Eriobotrya japonica L
DPPH	1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle
E.Coli	Escherichia coli
S. aureus	Staphylococcus aureus
TNF-α	Facteur de nécrose tumorale alpha
IL-6	Interleukin-6
IL-8	Interleukin-8

Partie I

Partie Bibliographique

Introduction

Dans un contexte mondial marqué par un intérêt croissant pour les alternatives naturelles aux médicaments synthétiques, les plantes médicinales suscitent un regain d'attention en tant que sources potentielles de composés bioactifs. L'Eriobotrya japonica Lindl., plus communément appelé néflier du Japon ou bibassier, est une espèce appartenant à la famille des Rosaceae, largement cultivée dans les régions subtropicales et tempérées. Traditionnellement utilisée en médecine asiatique pour ses propriétés thérapeutiques variées, cette plante présente un intérêt particulier en raison de la richesse de ses feuilles en composés phénoliques, triterpéniques et flavonoïdiques **(Zhang et al., 2015 ; Jiang et al., 2010).**

L'étude de l'activité antioxydante des plantes occupe une place importante en biologie et en pathologie cellulaire, car les composés naturels qu'elles contiennent, comme les polyphénols, flavonoïdes et vitamines, possèdent la capacité de neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (ERO) responsables du stress oxydatif. Ce stress, lorsqu'il est mal régulé, endommage l'ADN, les protéines et les membranes cellulaires, contribuant ainsi au développement de nombreuses maladies telles que le cancer, les maladies neurodégénératives, le diabète ou les maladies inflammatoires **(Lobo et al., 2010 ; Valko et al., 2007).** En explorant les propriétés antioxydantes des extraits de plantes, les chercheurs cherchent à identifier de nouveaux agents protecteurs capables de renforcer les défenses cellulaires naturelles et de prévenir ou limiter les dommages oxydatifs. Ces études permettent aussi de mieux comprendre les mécanismes de défense cellulaire et d'ouvrir la voie à des applications thérapeutiques basées sur des substances naturelles **(Lobo et al., 2010).** Ainsi, les plantes représentent une source précieuse de molécules bioactives dans la lutte contre les pathologies liées au stress oxydatif.

L'étude de l'activité antibactérienne des plantes est essentielle en biologie et en pathologie cellulaire, car elle permet de découvrir de nouveaux composés naturels capables d'inhiber ou de détruire les bactéries pathogènes. Les extraits de plantes contiennent divers composés bioactifs, tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins et les huiles essentielles, qui agissent à différents niveaux : perturbation des membranes bactériennes, inhibition des enzymes, ou encore blocage de la réplication de l'ADN bactérien **(Cowan, 1999 ; Khameneh et al., 2019).** Dans un contexte où la résistance aux antibiotiques ne cesse de croître, ces substances végétales représentent une alternative prometteuse aux traitements classiques. En pathologie cellulaire, l'analyse des effets de ces extraits permet de mieux

comprendre les mécanismes d'interaction entre les agents antimicrobiens naturels et les cellules bactériennes, mais aussi leurs effets sur les cellules humaines, notamment en termes de cytotoxicité. Ainsi, l'étude de l'activité antibactérienne des plantes contribue au développement de nouvelles stratégies thérapeutiques, plus naturelles et potentiellement moins nocives.

Dans un contexte de valorisation de la biodiversité végétale locale, ce travail s'inscrit dans une démarche de recherche et de mise en valeur des ressources naturelles de la région de Médéa (Algérie). L'objectif de cette étude est double : d'une part, explorer le potentiel antioxydant et antimicrobien des extraits de feuilles d'E. japonica selon différents solvants (éthanol, eau, mélange hydro-alcoolique), et d'autre part, contribuer à une meilleure compréhension de l'impact du choix du solvant sur la nature et l'efficacité des composés extraits **(Bouzid et al., 2011 ; Benkeblia, 2005).**

À travers une approche expérimentale rigoureuse combinant des techniques d'extraction, d'analyse spectrophotométrique (test DPPH) et des essais microbiologiques (méthode de diffusion en puits), ce mémoire vise à évaluer les performances biologiques des extraits obtenus, en mettant en relation les rendements d'extraction, la composition probable en métabolites secondaires, et leurs effets sur diverses souches microbiennes **(Blois, 1958 ; Valgas et al., 2007).**

Ce travail se veut une contribution modeste mais ciblée à l'ethnopharmacologie et à la phytothérapie moderne, dans la perspective de développer des agents thérapeutiques d'origine végétale, sûrs, efficaces et accessibles.

Chapitre I : Revue de la littérature

I.1 Généralités sur néflier du japon

I.1.1 Origine et historique

Le néflier du japon est une espèce végétale appartenant à la famille des rosacées. Elle est utilisée depuis de nombreuses années comme remède traditionnel, notamment au Japon et en Chine **(Hideyuki et al., 2000 ; Hamada et al., 2004).** Au 18 éme siècle, elle a également été introduite comme arbre ornemental en Europe **(Germana et al., 2006).**

Cette plante est cultivée depuis plus de 2000 ans et est aujourd'hui produite commercialement dans plus de 30 pays à travers le monde, notamment au Japon, en Turquie, en Espagne et au Brésil **(Zhang et al., 2015).** Sa culture en Asie orientale remonte à des temps très anciens, tandis que son introduction en Europe est relativement récente : elle a été implantée pour la première fois en 1784 dans les jardins botaniques de Paris **(Vilanova et al., 2001).**

La Chine, le Japon et le nord de l'Inde constituent les principales zones de diversité génétique de néflier du japon dans le monde. Selon Demir (1987), cette espèce aurait été introduite en Turquie, en Algérie et au Liban il y a environ 150 à 200 ans. Aujourd'hui, la Chine est considérée comme le premier producteur mondial, avec une production annuelle dépassant 314 000 tonnes. Toutefois, malgré cette domination au niveau de la production, l'Espagne se distingue sur le marché international en réalisant 84 % des exportations mondiales **(Caballero et Fernández, 2004).**

I.I.2 Description botanique de néflier du japon

néflier du japon, un arbuste ou un petit arbre à feuilles persistantes avec des feuilles étroites, vert foncé et plus claires en dessous **(Figure 1),** atteint une hauteur de 6 à 8 mètres **(Orwa et al., 2009 ; Cha et al., 2011).** Elle fleurit en automne ou au début de l'hiver, et les fruits mûrissent à la fin de l'hiver ou au début du printemps **(Delfanian et al., 2015).** La plante est bien adaptée à une large gamme de sols avec un bon drainage interne, poussant efficacement dans des environnements acides et alcalins **(El-Refaey et El- Dengawy, 2005).** On la trouve généralement dans les climats tempérés entre les altitudes 20° et 35° de latitude, bien qu'elle puisse pousser à des altitudes plus élevées, jusqu'à 45° **(Chalaka et al., 2014).**



Figure 0I-1 : Photographie des parties aérienne de néflier du japon

I.I.3 Caractéristiques des différentes parties de la plante

Les principales caractéristiques des différentes parties de néflier du japon sont représentées dans le **(Tableau I-1)**

Tableau I-1 : Principales caractéristiques des differentes parties de néflier du japon.

Organe	Caractéristique	Référence
Feuilles 	**-persistantes** **-Forme : ovale** **-Vennation des feuilles:Pinnate** **-Couleur : verte** **-Langueur : 21 à 32cm**	**(Edouard et al., 1993)** **(Orwa et al., 2009)** **(Goulas et al., 2014)**
Fleurs	**Parfum : plaisant**	**(Ferreres et al., 2009)**

	**Couleur : blanche** **Largeur : 1.2 cm** **Contient 5 pétales**	**(Lin et al., 1999)** **(Edouard et al., 1993)**
Graines 	**-couleur : brunes** **-sont grande et occupent 20 à 30% de volume de fruit** **-forme : oblongue de 1-2cm de long**	**(Orwa et al., 2009)** **(Mesejo et al., 2010)** **(Garima et Casimir, 2010)**
Fruits 	**-Forme : arondi, ovale, avec une peau lisse ou duveteuse** **-Couleur : orange, jaune** **-Longueur : 2,5 à 8cm**	**(Edouard et al., 1993)** **(Orwa et al., 2009)** **(Mesojo et al., 2010)** **(Ercislia et al., 2012)**
Tronc et branche 	**- Écorce fine.** **- Pas d'épines**	**(Gilman &Watson, 1993).**

I.I.4 DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DE LA PLANTE

néflier du japon, espèce originaire du Japon et de la Chine, connaît aujourd'hui une large diffusion à travers le monde. Outre sa culture dans les pays méditerranéens, elle est également présente sur les continents africain et américain, avec une implantation notable au Brésil **(Walali et Sciredj, 2003).**



Figure I-2 : Distribution géographique de néflier du japon **(Orwa et al.,2009).**

I.I.5 Classification botanique de néflier du japon

- **Régne :** Végétal.
- **Classe :** Dicotylédones **(Tonellie et Gallouin, 2013).**
- **Ordre :** Pomée **(Tonellie et Gallouin, 2013).**
- **Famille :** Rosaceae **(Delfania et al., 2014).**
- **Sous-famille :** Maloideae **(Mesejo et al., 2007).**
- **Genre :** Eriobotrya **(Lin, 2007).**
- **Espéce :** Eriobotrya japonica L

I.I.6 Noms vernaculaires de la plante

Tableau I-1 : Principaux noms vernaculaires de néflier du japon.

Langue	**Nom et Référence**
Arabe	Zaaroure
Français	Bibassier ou prune japonaise, Néflier du japon **(kazunori et al., 2007 ; Lin et al., 2007)**
Anglais	Loquat **(Edouard et al., 1993)**
Japonais	Tang Biwa **(Lin et al., 1999) ; (Tan et al.,2014).**
Chinois	Luju ou biba **(Lin et al., 1999)**
Kabyle	Hab l'emlouk

I.I.7 Composition biochimique de néflier du japon

I.1.7.1 Fruits

La nèfle est un fruit comestible composé de :

- 78,0% d'eau ;
- 10,6% d'hydrates de carbone ;
- 10,2% de fibre ;
- 0,5%de graisse (lipides complexes) ;
- 0,4% de protéines ;
- 0,3% d'autres composantes **(Shahi et al., 2009).**

I.1.7.2 Feuille

Un certain nombre de composés biologiquement actifs ont été rapportés dans les feuilles de cette plante, par exemple, des polyphénols (tanins, flavonoïdes), des triterpènes, sesquiterpènes et les glycosides de Megastigmane **(Jin et al., 2001; Alshaker et al., 2011).**

- **Huiles essentielles :**

Les feuilles de néflier du japon renferment plusieurs types d'huiles essentielles, parmi lesquelles on retrouve le farnésol, le nérolidol, l'α-pinène, le β-pinène, le camphène, le β-myrcène, le p-cymène et le linalool **(Ayouni & Adrar, 2017).** D'autres composés comme l'α-farnésène, le β-farnésène et le lénérol ont également été identifiés (Chen, Li et al., 2008).

- **Triterpenes :**

Les feuilles de cette plante sont riches en triterpènes **(Tamiguchi et al., 2002),** parmi lesquels figurent l'acide corosolique (CA), l'acide maslinique (MA), l'acide ursolique (UA) et l'acide oléanolique (OA). D'autres composés, tels que l'acide tormentique (TA), **(Er-Na et al., 2009 ; Hui-ya et al., 2010 ; Ayouni & Adrar, 2017)**

- **Polyphénols :**

L'extrait hydrophile des feuilles de néflier du japon fournit une source riche en composés phénoliques polaires tels que les flavonoïdes glycosidiques **(Figure I-3),** les procyanidines **(Matalka et al., 2012)**

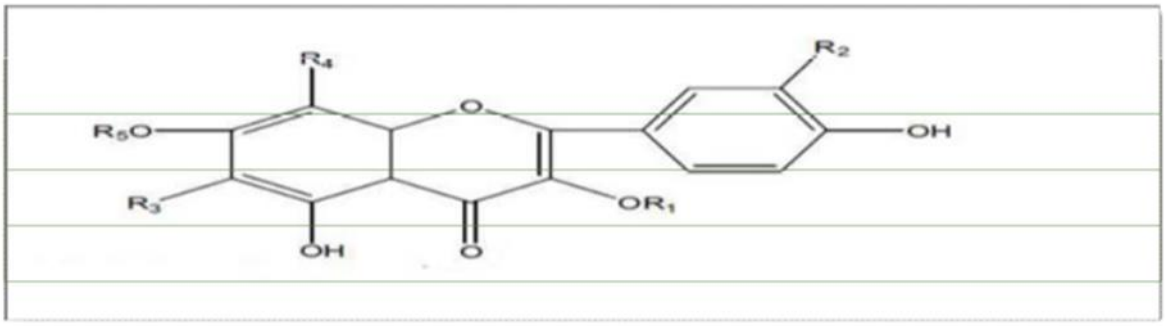


Figure I-3 : Structure des flavonoïdes glycosidiques trouvés dans les feuilles de néflier du japon **(Chen et Li., 2008).**

- **Sesquiterpènes :**

De nombreux sesquiterpènes ont été identifiés dans les feuilles de néflier du japon, la majorité d'entre eux étant des sesquiterpènes glycosides. Ces derniers sont caractérisés par la présence de nérolidol ou d'isohumbertiol en tant qu'aglycones, associés à des chaînes

oligosaccharidiques ramifiées composées d'α-L rhamnopyranosyle et de β-D-glucopyranosyle **(Figure I-4) (Chen et Li, 2008).**

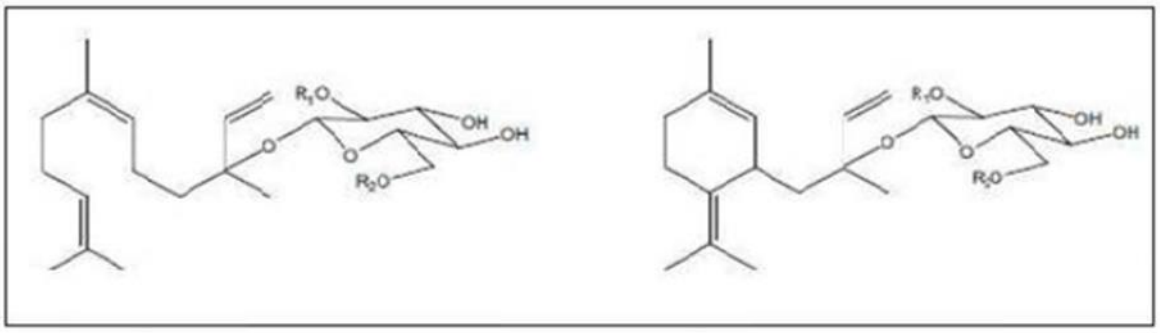


Figure I-4 : Structure des sesquiterpénes trouvés dans les feuilles de néflier du japon **(Chen et Li, 2008).**

I.I.8 Utilisations traditionnels de la plante

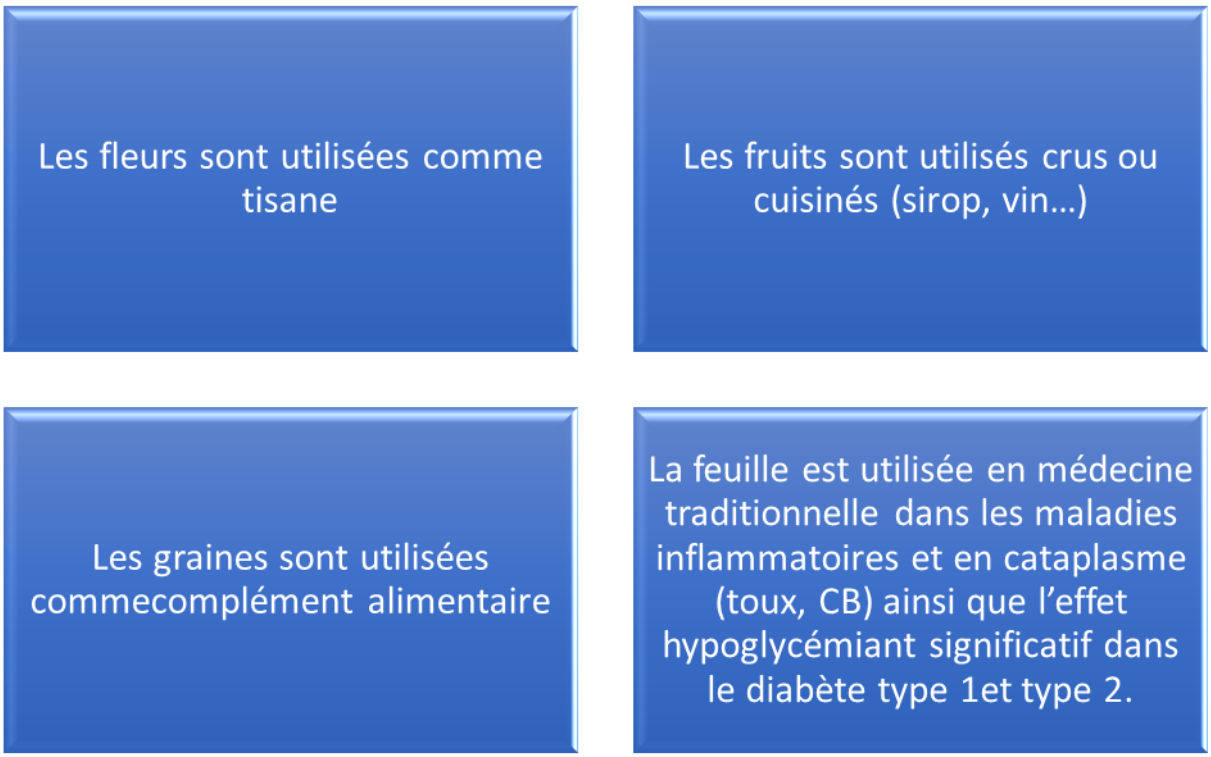


Figure I-5 : Les utilisations de néflier du japon **(Wilhem et al., 2012).**

I.I.9 Activités biologiques d'Eriobotrya japonica L

I.1.9.1 Activité anti-inflammatoire :

De nombreuses études ont montré que les feuilles de néflier du japon sont capables d'inhiber la production de cytokines induites par les LPS, d'une manière dépendante de la dose. Ces recherches ont également démontré que l'extrait aqueux de ces feuilles régule la production de cytokines pro-inflammatoires telles que le TNF-α, l'IL-6 et l'IL-8 au niveau des mastocytes **(Kammoun et al., 2015).**

I.1.9.2 Activité antioxydante :

Plusieurs études, menées à l'aide de différentes méthodes de dosage des antioxydants, ont démontré, tant in vitro qu'in vivo, la forte capacité antioxydante des extraits de néflier du japon. Cette activité antioxydante est attribuée à la présence de composés phénoliques et d'acides triterpéniques dans divers tissus de la plante **(Liu et al., 2016).**

Selon **Chen et Li 2008,** l'extrait méthanolique des feuilles séchées de néflier du japon ainsi que ses fractions solubles ont montré une activité antioxydante significative, mesurée par l'inhibition du radical DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle) et par la réduction de la peroxydation lipidique

I.1.9.3 Activité antimicrobienne :

Le néflier est une plante médicinale reconnue pour ses propriétés antimicrobiennes, attribuées à la richesse de ses feuilles en composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les triterpènes (notamment l'acide ursolique et l'acide corossolique) et les tanins. Des études in vitro ont démontré que les extraits de feuilles de néflier, en particulier ceux obtenus avec des solvants comme le méthanol ou l'éthanol, présentent une activité inhibitrice significative contre plusieurs micro-organismes pathogènes. Parmi eux, on retrouve des bactéries Gram positives comme Staphylococcus aureus et Bacillus subtilis, ainsi que des bactéries Gram négatives telles que Escherichia coli et Pseudomonas aeruginosa. Certaines recherches ont également mis en évidence une action antifongique contre Candida albicans. Ces résultats suggèrent un potentiel thérapeutique intéressant, bien qu'il soit encore nécessaire de mener des études approfondies, notamment in vivo, pour confirmer l'efficacité et la sécurité de cette plante dans un cadre médical.

I.1.9.4 Activité sur l'obésité :

Les résultats de cette étude ont permis de mettre en évidence l'efficacité des extraits de feuilles de néflier du japon dans la lutte contre l'obésité. En effet, ces extraits ont démontré

une capacité à réguler les facteurs de transcription impliqués dans le développement des cellules adipeuses, notamment l'adipogène PPARY et le facteur de transcription C/EBPα. Cette régulation s'est produite dans les cellules 3T3-L1, un modèle cellulaire utilisé dans les études de recherche sur l'obésité **(Jin et al., 2011).**

I.1.9.5 Activité anti-cancéreuse :

Dans leur étude de **Takuhiro et al., 2013** ont constaté que le triterpène antiprolifératif dérivé des feuilles de néflier du japon. était le plus puissant dans des lignées cellulaires de leucémie, mais pas dans des lignées cellulaires de fibroblastes de peau normale. Ce résultat a été obtenu par l'induction de l'apoptose médiée par un dysfonctionnement mitochondrial et l'activation des caspases.

I.1.9.6 Activité anti-diabétique :

Les sesquiterpènes glycosidiques et les triterpénes polyhydroxylés ont produit une inhibition marquée de glucoserie chez les souris génétiquement diabétique. En outre, ces triterpènes polyhydroxylés (acide corosolique, acide pomolique) sont capable de réduire la glycémie chez des rats sains **(de Tommasi et al., 1991 ; Li et al., 2004).**

I.I.10 Toxicité

Une étude de toxicité sub-chronique de 3 mois sur l'extrait des feuilles de néflier du japon a été réalisée sur des Rats par voie orale. 40 rats femelles et 40 rats mâles ont été classés en 4 groupes expérimentaux différents, c'est-à-dire 3 groupes recevant l'extrait à des doses de 250, 500 et 1 000 mg/kg/jour et un groupe témoin. Aucun effet négatif lié au traitement n'a été observé chez les deux sexes pendant 13 semaines. Par conséquent, l'extrait des feuilles d'E. japonica peut être considéré comme une médecine traditionnelle sûre pour les études cliniques **(Sagar etal., 2020)**

20 souris femelles et 20 souris mâles ont été réparties en cinq groupes. Le groupe témoin a été gavé par voie orale une fois par jour, tandis que les groupes traités ont reçu des doses de LTA (Leaf triterpene acid) de 150, 300 et 600 mg/kg p.c. pendant 28 jours. Les souris ont fait l'objet d'un examen médical quotidien visant à détecter les changements dans la respiration, les sécrétions muqueuses anormales, la piloérection et la locomotion. Les

résultats n'ont révélé aucun effet indésirable sur le plan de la biochimie clinique, de l'hématologie et de l'histopathologie. Par conséquent, le LTA pourrait avoir une marge de sécurité pour la consommation humaine. **(Li et al. ; 2017)**

Partie II

Partie Expérimentale

Chapitre II

Méthodologie

Le présent travail a été réalisé au sein du laboratoire de chimie de la Faculté des Sciences de l'Université Yahia Farès de Médéa, dans le but de valoriser les feuilles de bibacier à travers l'extraction, l'identification et l'évaluation de leurs activités biologiques.

Ce travail vise plus précisément à :

• Extraire les composés phénoliques à partir des feuilles de bibacier en utilisant différents solvants, afin d'optimiser le rendement selon la polarité du solvant utilisé ;

• Évaluer l'activité antioxydante des extraits obtenus, en s'appuyant sur des méthodes spectrophotométriques telles que le test DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle), afin de déterminer leur pouvoir réducteur et leur capacité à piéger les radicaux libres ;

• Étudier l'activité antibactérienne et antifongique des extraits vis-à-vis de différentes souches microbiennes pathogènes, en utilisant des tests microbiologiques (diffusion en disque, mesure de zones d'inhibition, etc.), dans le but d'explorer leur potentiel en tant qu'agents antimicrobiens naturels.

II.1 Matériel et méthodes

II.1.1 Materials utilisés

II.1..1 Matériel et produits et appareillage de laboratoire

Tableau II-1 : Appareillage utilisé

Appareillage
• Incubateur à agitation • Centrifugeuse • Evaporateur rotatif (Rota vap) • Bain-marie • Spectro-photométre ultraviolet-visible • L'étuve • Vortex.. • Balance analytique • Autoclave • broyeur électrique

Tableau II-2 : Matériel verrier et équipements utilisés.

Matériel	
• Béchers • Erlenmeyers • Verre à montre • Spatule • Eprouvettes graduées • Fioles jaugées • Anse de platine • Ecouvillons	• Pipettes graduées • Mortier • Entonnoir • Tubes à essais • Boites de pétrie • Pipettes Pasteur • Micropipette • Flacon

Tableau II-3 : Produits utilisée.

Produits	**Pureté %**
• Méthanol0	99.7
• Ethanol	99.6
• Eau distillé	/
• Eau physiologie	/
• Milieu de culture Mueller-Hinton	/
• Gélose nutritive	/
• DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle)	(<97 %)

II.1..2 Récolte et préparation du matériel végétal

Les feuilles de bibacier utilisées dans cette étude ont été récoltées au mois de février 2025, dans la wilaya de Médéa, plus précisément dans la commune de Tamezguida, une zone au climat favorable à la croissance de cette espèce. **(Figure II-1).**



Figure II-1 : La plante d'Eriobotrya japonica L. **(Origine).**

Après la récolte, les feuilles ont été soigneusement lavées à l'eau du robinet afin d'éliminer les impuretés, les poussières et tout autre contaminant éventuel provenant del'environnement. Elles ont ensuite été séchées à l'air libre dans une pièce bien ventilée, à température ambiante, pendant une durée de trois semaines. Il est important de noter que le séchage a été effectué à l'abri de la lumière directe du soleil, afin de préserver l'intégrité des composés bioactifs, qui peuvent être sensibles à la chaleur et aux rayons UV.



Figure II-2 : La partie de la plante de néflier du japon après séchage.

Une fois le séchage complet, les feuilles ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à obtention d'une poudre homogène et fine. Cette poudre constitue la matière première pour la préparation des différents extraits végétaux utilisés dans les analyses phytochimiques et biologiques



Figure II-3 : Poudre fine de feuilles sèches de néflier du japon prête pour l'extraction

II.2.1 Préparation des extraits de feuilles de néflier

- **Extraction des composés phénoliques par macération (solide/liquide)**

L'extraction des composés bioactifs présents dans les feuilles de bibacier a été réalisée par la méthode classique de macération solide/liquide, qui consiste à immerger la matière végétale dans un solvant approprié afin de permettre la diffusion des constituants solubles.

Pour cette étude, trois types d'extraits ont été préparés à partir de feuilles séchées et finement broyées :

• Extrait aqueux : obtenu à l'aide de l'eau distillée ;

• Extrait éthanolique : préparé avec de l'éthanol pur (100 %) ;

• Extrait hydroalcoolique : réalisé à partir d'un mélange eau/éthanol dans un ratio volumique de 50 :50 (v/v).

- **Protocole d'extraction**

Le protocole de macération a été réalisé selon les étapes suivantes :

• Peser 4 g de poudre de feuilles de néflier.

• Ajouter 40 mL du solvant correspondant (eau distillée, éthanol pur ou mélange 50:50) ;

• Laisser le mélange en agitation douce pendant 24 heures à température ambiante, à l'abri de la lumière **(Figure II-4).**

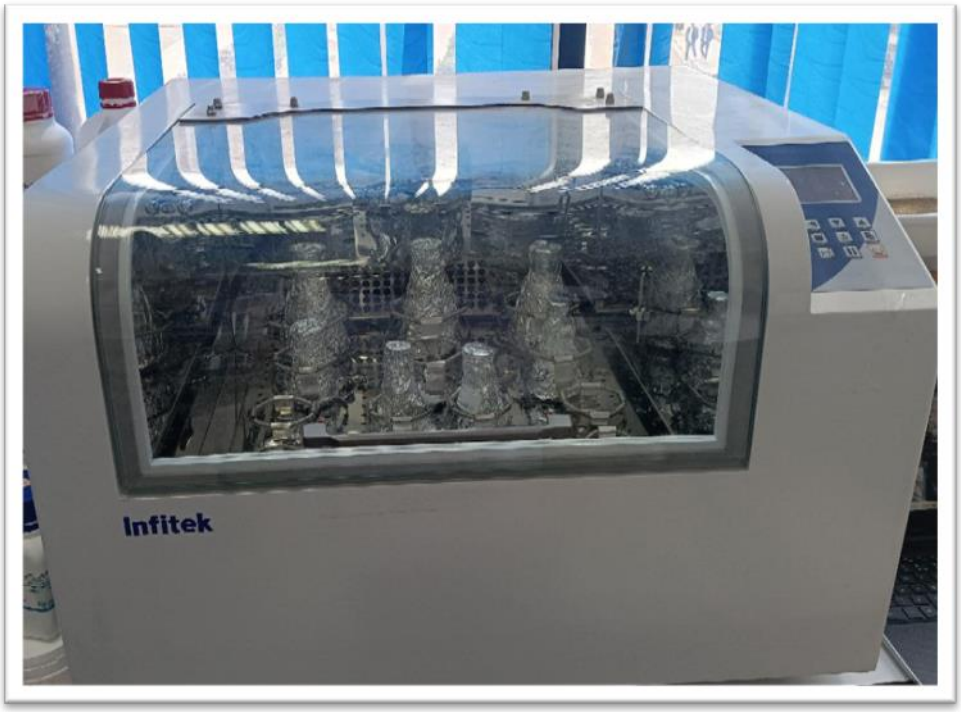


Figure II-4 : Agitateur incubateur orbital utilisé pour l'extraction des composés bioactifs

• Filtrer les extraits à l'aide de papier filtre propre pour séparer la phase liquide de la matière végétale résiduelle **(Figure II-5).**



Figure II-5 : Filtrations des extraits.

• Transférer le filtrat dans des tubes à centrifuger et centrifuger à 4500 tr/min pendant 5 minutes afin d'obtenir un extrait clair

• Transférer le surnageant obtenu dans un ballon, puis concentrer l'extrait par évaporation du solvant à l'aide d'un évaporateur rotatif (Rotavap) sous pression réduite **(Figure II.6).**



Figure II-6 : Evaporation du solvant par Rotavap.

• Conserver les extraits dans des flacons stériles, hermétiques, à l'abri de la lumière et à basse température (environ +4 °C) jusqu'à leur utilisation.

II.2.2 Rendement des extraits

Les extraits filtrés ont été ensuite concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif (Rota-vapeur) sous pression réduite, afin d'éliminer les solvants sans altérer les composés thermosensibles.

Les étapes de concentration sont les suivantes :

• Verser l'extrait liquide dans le ballon du Rota-vapeur.

• Effectuer l'évaporation jusqu'à élimination complète du solvant à 80 °C (ou température adaptée au solvant) **(Figure II.6).**

• Laisser refroidir, puis peser le ballon pour déterminer la masse d'extrait brut ;

• Récupérer l'extrait et le stocker dans des tubes stériles à basse température.

Ce protocole permet une extraction sélective des composés phénoliques selon la polarité du solvant, garantissant ainsi des extraits exploitables pour les tests antioxydants, antibactériens et antifongiques.

- **Calcul du rendement d'extraction**

Le rendement d'extraction permet d'évaluer l'efficacité du procédé d'extraction en quantifiant la masse d'extrait sec obtenue à partir d'une masse initiale de matière végétale. Il s'exprime généralement en pourcentage (%).

Azwanida, (2015) Le rendement est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \left(\frac{\text{Masse de l'extrait sec (g)}}{\text{Masse de la poudre végétale utilisée (g)}} \right) \times 100$$

II.2.3 Évaluation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH

L'activité antioxydante des extraits de feuilles de bibacier a été évaluée en utilisant la méthode du radical libre DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle), une technique couramment utilisée pour mesurer la capacité antiradicalaire des composés naturels.

- **Principe du test :**

Le radical DPPH est un composé stable de couleur violette intense, qui présente une forte absorption à une longueur d'onde de 517 nm. En présence d'un antioxydant, ce radical capte un électron ou un atome d'hydrogène, ce qui entraîne sa réduction et un changement de couleur de violet à jaune. Ce changement est proportionnel à l'activité antioxydante de l'échantillon testé, et peut être quantifié par spectrophotométrie UV-Visible.

- **Protocole expérimental :**

1. Préparer la solution de DPPH à 0,1 mM dans du méthanol.

2. Dans un tube à essai, ajouter 200 µL d'extrait (ou de solvant pour le témoin) à 800 µL de la solution de DPPH.

3. Mélanger doucement, puis incuber les tubes à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante, afin d'éviter la dégradation du DPPH par la lumière.

4. Après incubation, mesurer l'absorbance à 517 nm à l'aide du spectrophotomètre.

5. **Brand-Williams et al., (1995)** Calculer le pourcentage d'inhibition du DPPH selon la formule suivante :

$$\text{Inhibition } (\%) = \left(\frac{A_0 - A_s}{A_0} \right) \times 100$$

A0 : Absorbance de la solution témoin (DPPH sans extrait)

AS : Absorbance de la solution contenant l'extrait.

II.2.4 Évaluation de l'activité antimicrobienne (Méthode de diffusion en puits sur gélose)

L'activité antimicrobienne des extraits de feuilles de bibacier a été évaluée à l'aide de la méthode classique de diffusion en puits sur gélose, une technique qualitative et semi-quantitative permettant de tester l'effet inhibiteur d'une substance sur divers micro-organismes.

- **Principe du test :**

La méthode repose sur la diffusion de l'extrait dans un milieu gélosé préalablement ensemencé avec un micro-organisme cible. Si l'extrait possède une activité antimicrobienne, il inhibe la croissance du micro-organisme dans la zone entourant le puits. Cette zone d'inhibition, observable à l'œil nu, est mesurée en millimètres pour évaluer l'efficacité de l'extrait.

- **Micro-organismes testés :**

Les souches microbiennes utilisées dans cette étude sont représentatives de différents groupes :

- **Bactéries :**
  - ✓ Staphylococcus aureus (Gram positif)
  - ✓ Escherichia coli (Gram négatif)
  - ✓ Pseudomonas aeruginosa (Gram négatif)
- **Champignons :**
  - ✓ Aspergillus brasiliensis (champignon filamenteux)

- ✓ Candida albicans (levure, si applicable)
- **Incubateurs :**
- ✓ à 37 °C pour les bactéries
- ✓ à 25°C pour les champignons
- **Protocole expérimental :**

L'ensemble des manipulations a été réalisé dans une zone stérile afin de garantir la fiabilité des résultats. Le protocole expérimental s'est déroulé selon les étapes suivantes :

1. **Préparation du milieu de culture :**

- Un total de 38 g de poudre de milieu Muller-Hinton a été dissous dans 1000 mL d'eau distillée.
- Liquéfier et stériliser le milieu de culture Muller-Hinton dans un autoclave pour éliminer toute contamination.
- Verser le milieu stérilisé dans des boîtes de Pétri stériles puis laisser solidifier à température ambiante **(Figure II-7).**

2. **Préparation de la suspension bactérienne :**

- Préparer des suspensions microbiennes fraîches, standardisées (généralement à une densité équivalente à 0,5 McFarland, soit environ $1,5 \times 10^8$ UFC/mL pour les bactéries et les Champignons) **(Figure II-7).**

3. **Ensemencement, application des disques et incubation :**

- Ensemencer uniformément la surface de l'agar avec la suspension microbienne à l'aide d'un écouvillon stérile.
- À l'aide d'un tube en verre stérile ou d'un emporte-pièce, creuser des puits dans la gélose (diamètre standard : 6 mm) **(Figure II-7).**
- Remplir chaque puits avec 100 µL d'extrait (préalablement filtré ou stérilisé si nécessaire) **(Figure II-7).**

- Incuber les boîtes de Petri dans les conditions suivantes :

24 heures à 37 °C pour les bactéries et 48 à 72 heures à 25 °C pour les champignons.

4. **Lecture des résultats :**

- Observer et mesurer le diamètre des zones d'inhibition (en millimètres) autour des puits, à l'aide d'une règle graduée ou d'un pied à coulisse

➢ **Interprétation des résultats :**

Les résultats sont exprimés en diamètre (mm) de la zone d'inhibition autour du puits. Plus le diamètre est grand, plus l'effet antimicrobien est fort

Diamètre (mm)	Interprétation
≤ 8	Activité faible
9 – 14	Activité modérée
15 - 19	Activité forte
≥ 20	Activité très forte

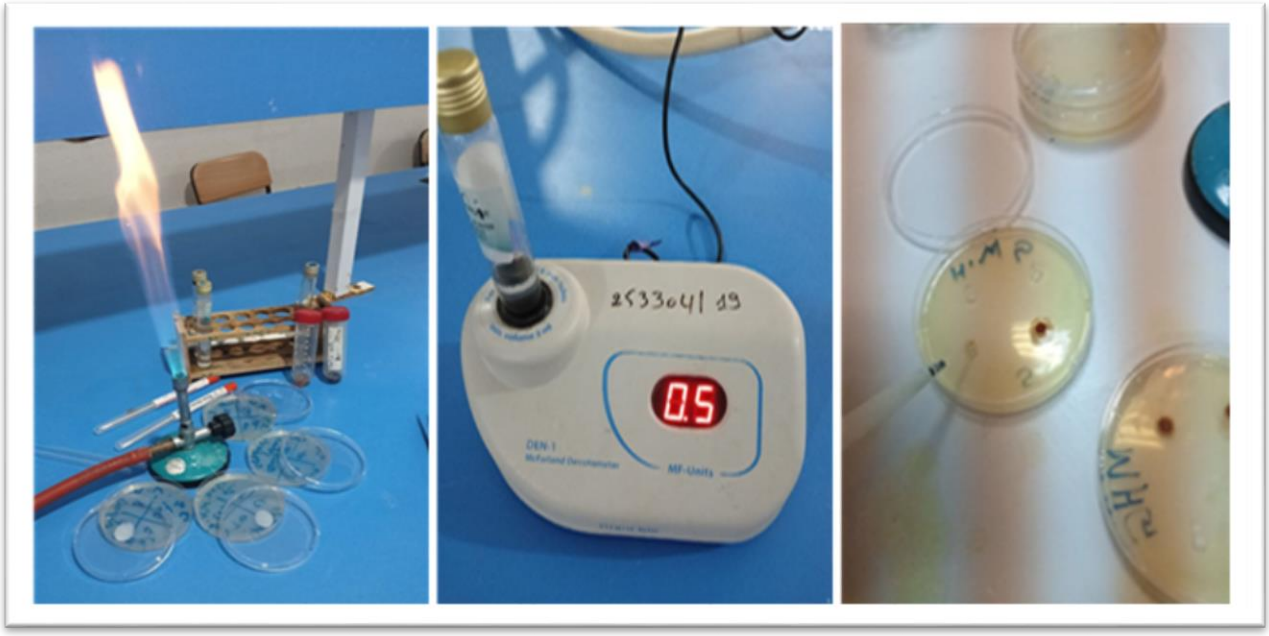


Figure II-7 : Différentes étapes d'antibiogramme.

Chapitre III :

RESULTATS

ET

DISCUSIONS

I.1 Rendement de l'extraction

L'efficacité de l'extraction des composés phénoliques est conditionnée par plusieurs paramètres clés, notamment la méthode d'extraction, la nature du solvant, la température et la granulométrie de la poudre végétale **(Chavan et al., 2000 ; Goli et al., 2004 ; Mukhopadhyay et al., 2005).**

Les rendements d'extraction des feuilles de néflier par la méthode solide-liquide varient en fonction du solvant utilisé. Trois extraits ont été préparés : un extrait éthanolique, un extrait hydro-éthanolique et un extrait aqueux. Les rendements obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous : **(Tableau III-1)**

Tableau III-4 : Les pourcentages d'extraction pour chaque extrait de néflier du japon.

Extrait	Taux d'extraction (%)
Extrait éthanolique des feuilles	16.44 %
Extrait hydro-éthanolique des feuilles	10.47 %
Extrait aqueux des feuilles	9.5 %

Ces résultats montrent que l'extrait éthanolique présente le rendement le plus élevé, suivi de l'extrait hydro-éthanolique, puis de l'extrait aqueux.

L'étude des rendements d'extraction des feuilles de néflier par la méthode d'extraction solide-liquide a mis en évidence des variations notables selon le type de solvant utilisé. L'extrait éthanolique a affiché le rendement le plus élevé avec 16,44 %, suivi de l'extrait hydro-éthanolique (10,47 %) et enfin de l'extrait aqueux (9,5 %). Ces différences s'expliquent principalement par la nature chimique des composés présents dans les feuilles. L'éthanol, en tant que solvant organique polaire, est capable de solubiliser efficacement une large gamme de composés bioactifs, notamment les flavonoïdes, les triterpènes, les phénols et certains alcaloïdes **(Zhou et al., 2011; Okmen et al., 2019).** Ces molécules, en grande partie lipophiles ou modéréme00nt polaires, sont mieux extraites avec un solvant organique que par l'eau seule **(Khoddami et al., 2013).**

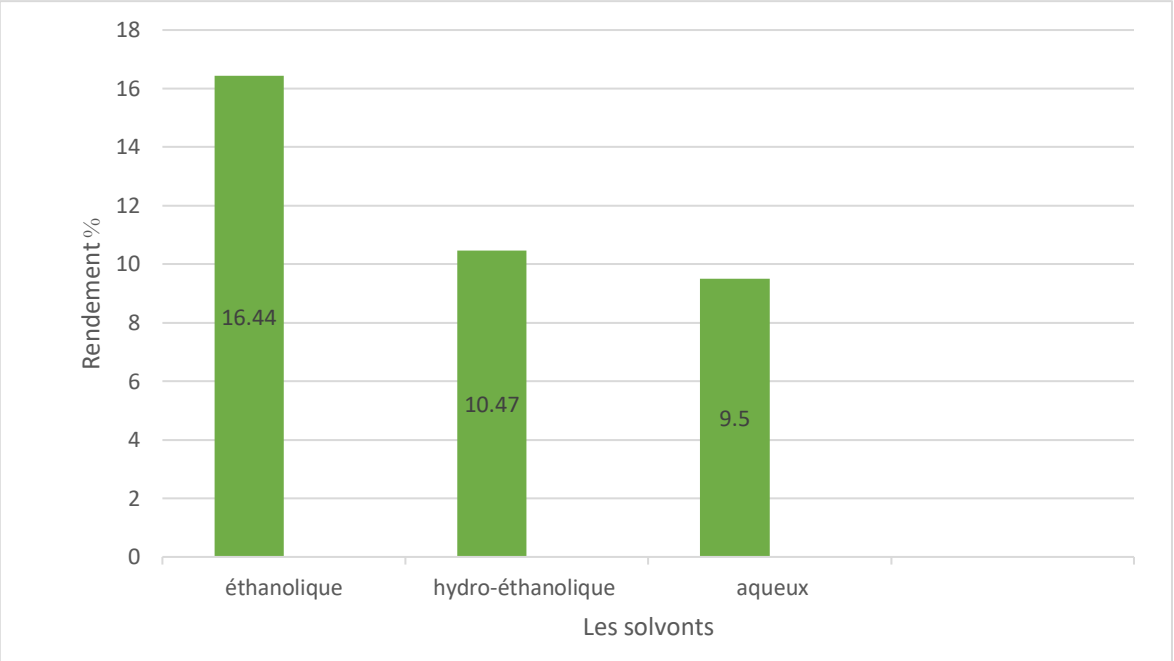


Figure III-1 : représentation graphique des Evolution de rendement en fonction de nature de solvant. Données traitées avec **(Excel 2019)**

Le mélange hydro-éthanolique, quant à lui, combine les propriétés des deux solvants (eau et éthanol), permettant une extraction plus équilibrée de composés polaires et semi-polaires. Cependant, la dilution de l'éthanol avec de l'eau peut réduire sa capacité à extraire certains composés peu solubles dans l'eau, expliquant un rendement inférieur à celui de l'éthanol pur **(Do et al., 2014).** En revanche, l'extrait aqueux, bien que plus sûr, non toxique et plus écologique, présente une faible capacité à solubiliser des composés faiblement polaires, ce qui limite son rendement global **(Dai & Mumper, 2010).**

Sur le plan pratique, chacun de ces extraits peut être valorisé selon sa composition chimique. L'extrait éthanolique, riche en composés lipophiles, peut être particulièrement intéressant pour des applications pharmaceutiques ou cosmétiques, notamment en raison de ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes bien documentées dans la littérature **(Jin et al., 2016; Thring et al., 2009).** L'extrait hydro-éthanolique, plus équilibré, peut être utilisé dans des formulations polyvalentes, notamment en phytothérapie, pour le traitement des troubles respiratoires ou métaboliques **(Silva et al., 2020).** Enfin, l'extrait aqueux, bien que moins concentré, reste adapté à des usages alimentaires ou médicinaux doux, en particulier sous forme de tisane ou d'infusion, notamment pour ses effets bénéfiques sur les voies respiratoires et le système digestif **(González de Mejía et al., 2017).**

- **Comparaison des rendements d'extraction avec d'autres régions :**

Les rendements d'extraction des feuilles de néflier (Eriobotrya japonica) varient considérablement selon les conditions géographiques, la variété de la plante, le solvant utilisé et le protocole d'extraction appliqué. Dans la présente étude menée en Algérie, le rendement de l'extraction avec l'éthanol pur a atteint 16,44 %, ce qui s'avère relativement élevé comparé à plusieurs études internationales. Par exemple, une étude réalisée en Italie par **Silva et al. (2018)** a montré que l'extraction au méthanol pur des feuilles de néflier produisait un rendement de seulement 2,3 %, tandis que l'utilisation d'un mélange méthanol/eau (70 :30) permettait d'atteindre 15 %, ce qui est plus proche de nos résultats. Cette différence illustre l'influence marquée du choix du solvant, mais aussi probablement des facteurs climatiques et variétaux.

En Corée du **Sud**, **Park et al. (2003)** ont comparé l'efficacité de l'eau chaude, d'un mélange à 20 % d'éthanol et d'un mélange à 80 % d'éthanol. Leur étude a révélé que l'extrait aqueux à chaud présentait un rendement supérieur (environ 20 %) par rapport aux extraits hydro-alcooliques, qui affichaient des rendements autour de 14,5 % pour 20 % d'éthanol et 14,4 % pour 80 % d'éthanol. Ces valeurs suggèrent que l'eau chaude, malgré son profil moins favorable à la solubilisation de composés lipophiles, peut favoriser l'extraction de certains composés hydrosolubles tels que les acides phénoliques et certains polysaccharides.

Par ailleurs, une étude comparative menée en Europe (France/Allemagne) par **Kim, Müller et Bertrand (2021)** a mis en évidence un rendement de 20,2 % avec le méthanol pur, 9,59 % avec l'acétone, 6,79 % avec l'acétate d'éthyle et seulement 2,09 % avec l'hexane. Cette hiérarchie de rendements reflète bien l'influence de la polarité du solvant sur l'extraction des composés phénoliques. En comparaison, le rendement de 10,47 % obtenu dans notre étude avec un solvant hydro-éthanolique est en cohérence avec les performances attendues d'un mélange polaire équilibré, capable d'extraire aussi bien des flavonoïdes hydrophiles que des composés modérément lipophiles.

Ces comparaisons démontrent que les résultats obtenus en Algérie sont compétitifs et confirment que l'utilisation de l'éthanol ou d'un mélange hydro-éthanolique constitue une stratégie efficace pour maximiser l'extraction des composés bioactifs à partir des feuilles de néflier. Toutefois, les rendements doivent toujours être interprétés en lien avec la composition qualitative de l'extrait, et non uniquement sur la base de la masse sèche récupérée.

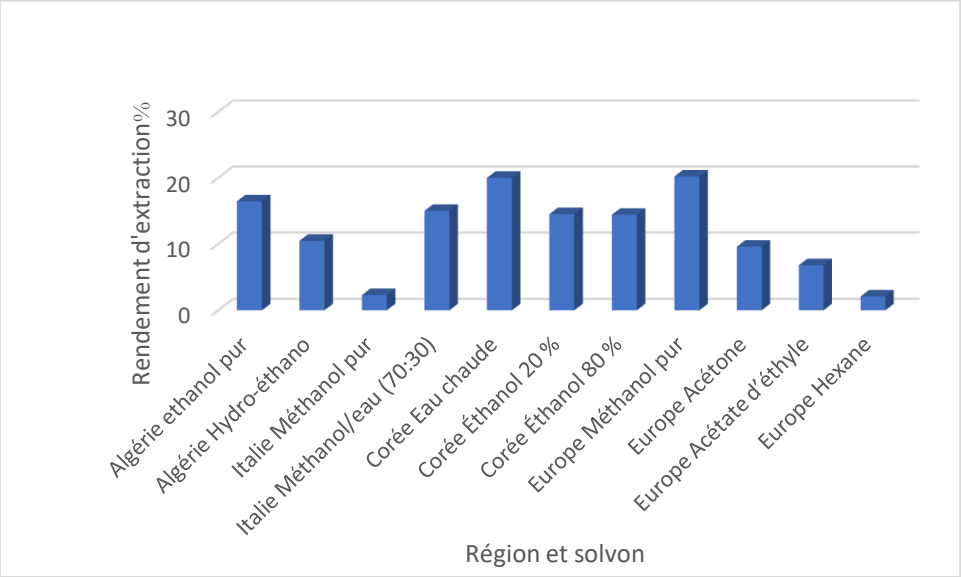


Figure III-2 : Comparaison des rendements d'extraction des feuilles de néflier selon différents solvants et régions géographiques **(Excel 2019)**.

I.1 Activité antioxydantes de neflier du japon

❖ **Activité scavenging du radical DPPH :**

L'activité antiradicalaire des extraits de feuilles de néflier a été évaluée par la méthode du radical libre DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle), un test couramment utilisé pour mesurer le pouvoir antioxydant des substances naturelles. Cette méthode repose sur la capacité des antioxydants présents dans les extraits à réduire le radical DPPH, caractérisé par sa couleur violette intense. La réaction de réduction, suivie par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 517 nm, se traduit par un changement progressif de la coloration violette vers le jaune pâle, indiquant la neutralisation des radicaux libres. Plus l'extrait possède une capacité antioxydante élevée, plus la décoloration est rapide et marquée. Ce test fournit ainsi une indication directe de la puissance antioxydante des extraits en quantifiant leur efficacité à piéger les radicaux libres. **(Figures : III-3 ;III-5 ;III-8).**

1) Extrait éthanolique des feuilles

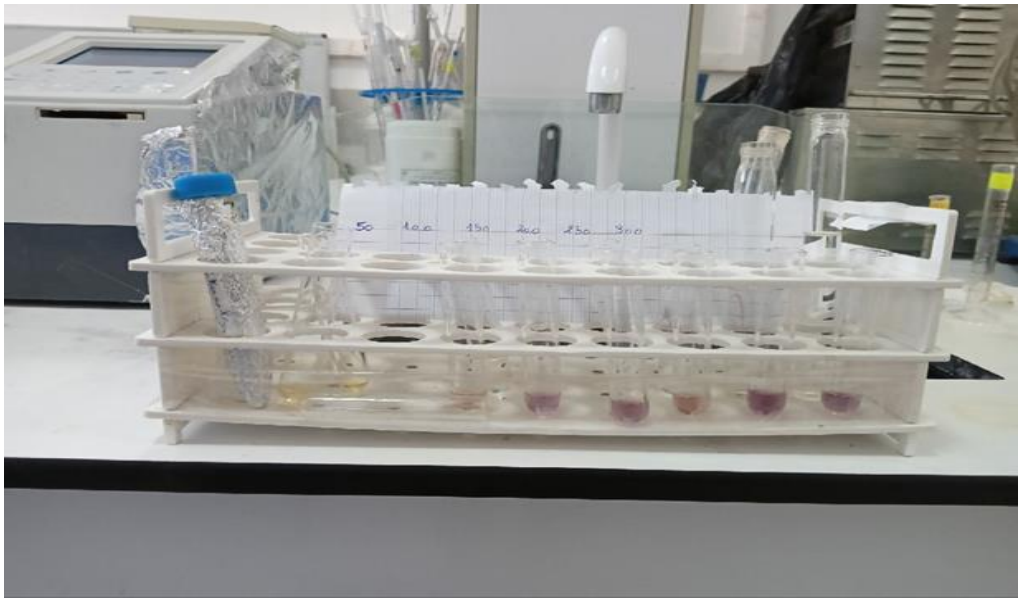
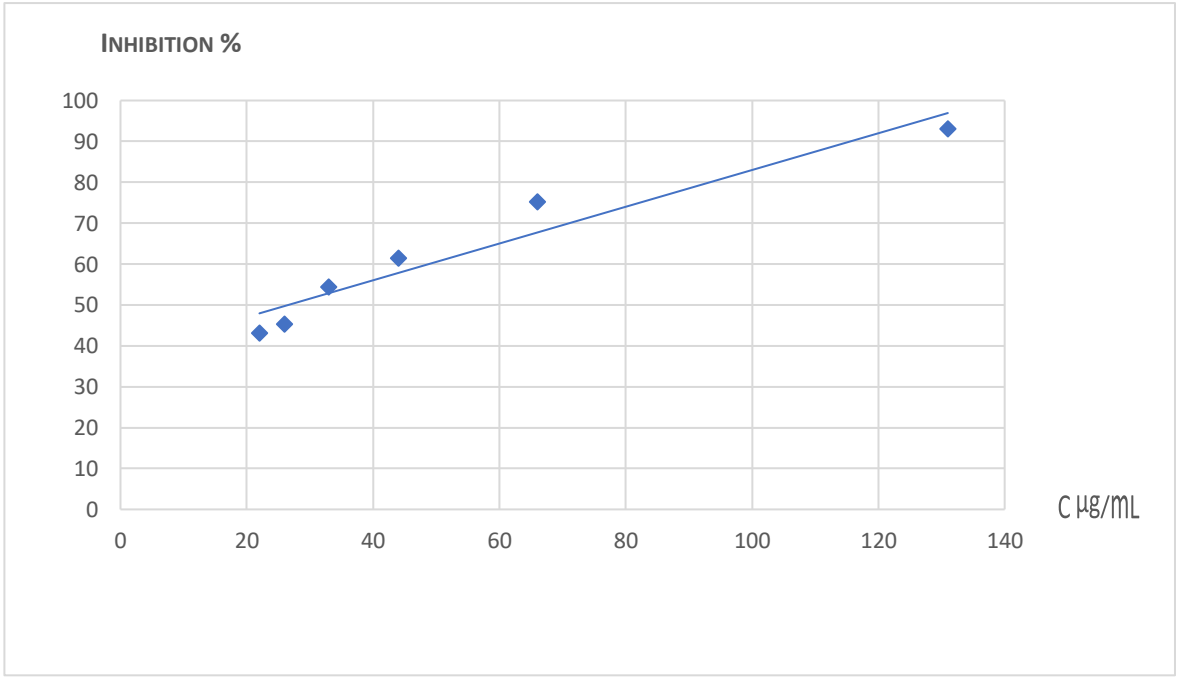


Figure III-3 : illustration de la réaction colorimétrique **(Extrait éthanolique des feuilles)**



6

Figure III-4 : Courbe d'inhibition en fonction de la concentration en composés phénoliques de l'extrait éthanolique. **(Excel 2019)**.

2) Extrait hydro-éthanolique des feuilles

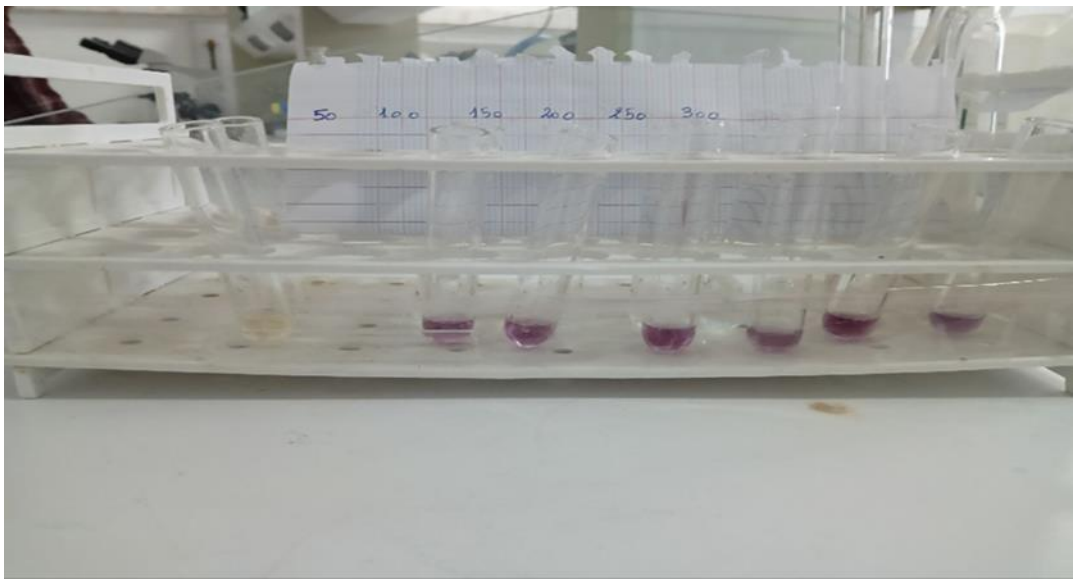


Figure III-5 : illustration de la réaction colorimétrique **(Extrait hydro-éthanolique des feuilles)**

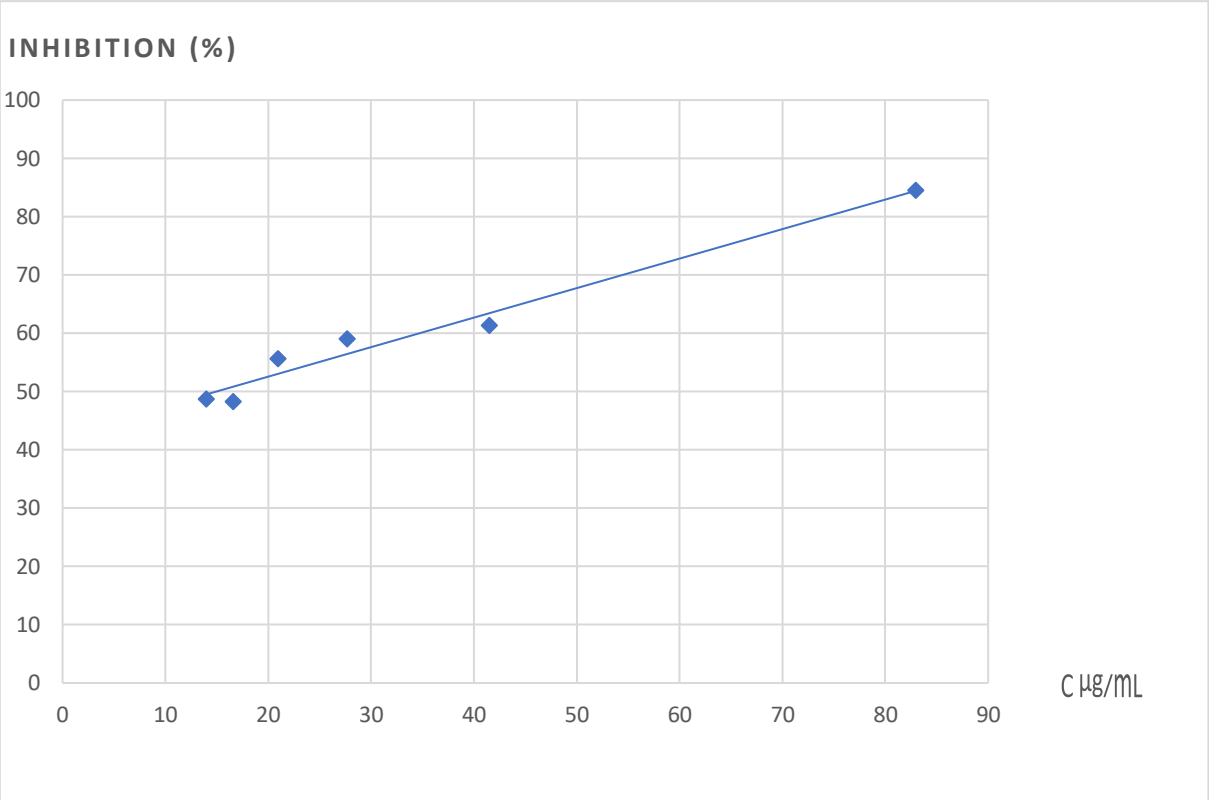


Figure III-6 : Courbe d'inhibition en fonction de la concentration en composés phénoliques de l'extrait hydro-éthanolique. **(Excel 2019)**.

3) Extrait aqueux des feuilles

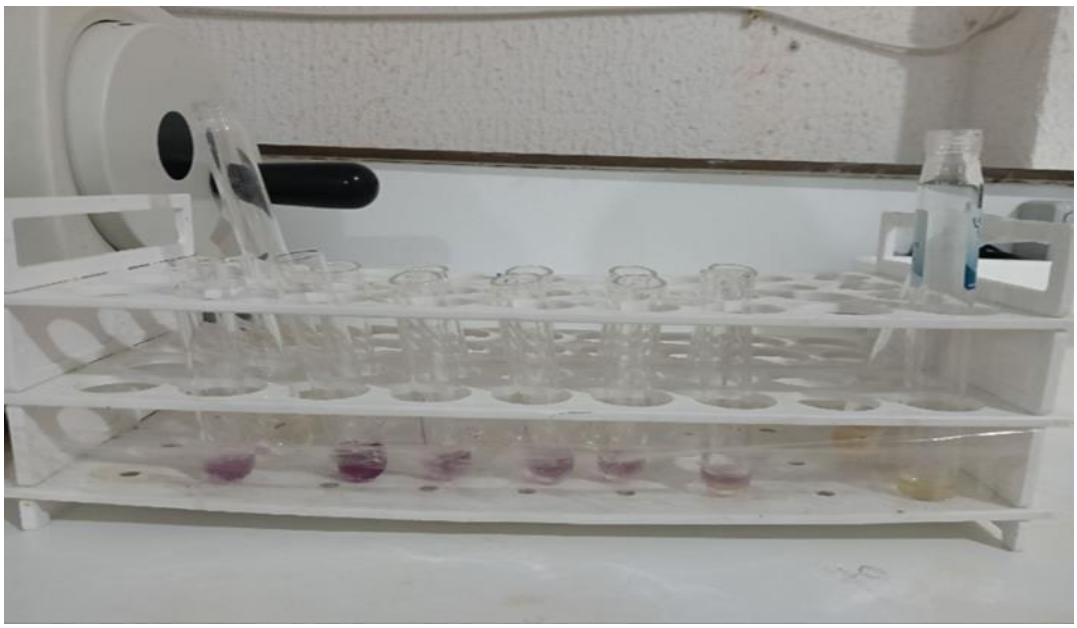


Figure III-7 : illustration de la réaction colorimétrique (Extrait aqueux des feuilles)

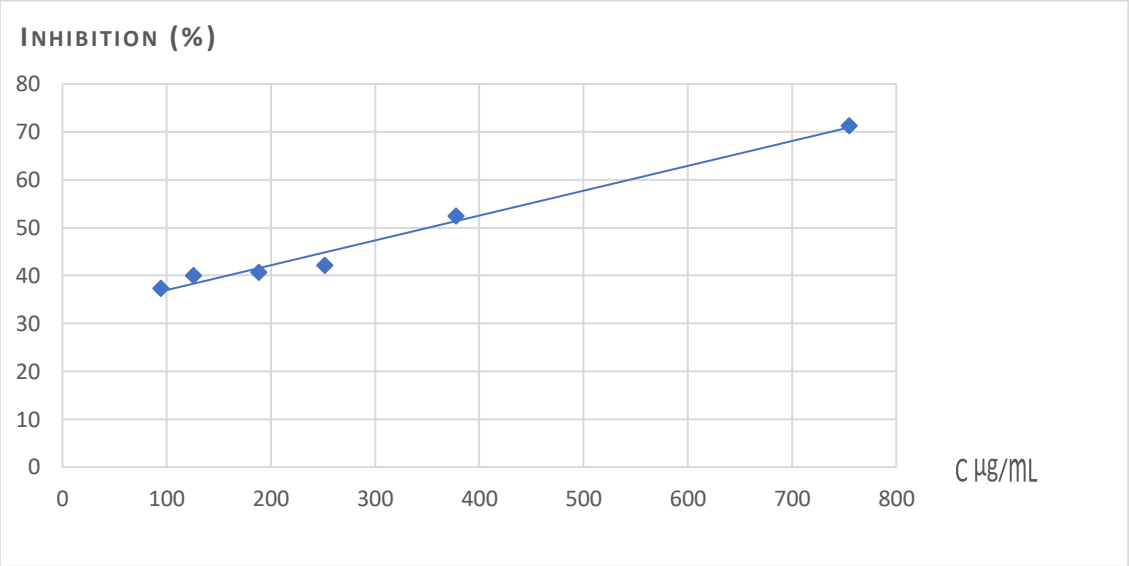


Figure III-8 : Courbe d'inhibition en fonction de la concentration en composés phénoliques de de l'extrait aqueux. **(Excel 2019)**.

- **DETERMINATION DES IC50 :**

Le paramètre IC50 (concentration inhibitrice à 50 %) ou EC50 (concentration efficace) est défini comme la concentration d'un composé nécessaire pour entraîner une réduction de 50 % de l'activité mesurée. Dans le cas de l'activité antioxydante évaluée par le test DPPH, les valeurs d'IC50 sont inversement proportionnelles à la capacité piégeuse des radicaux libres : plus l'IC50 est faible, plus l'effet antiradicalaire est important **(Molyneux, 2004 ; Vilano et al., 2007).**

Le tableau IV.4 présente les valeurs de l'IC50 des composés phénoliques issus des trois types d'extraits (éthanolique, hydro-éthanolique et aqueux) de néflier, comparées à celle de l'acide gallique, utilisé comme standard de référence. Ces valeurs correspondent à la concentration d'extrait nécessaire pour inhiber 50 % du radical libre DPPH.

Tableau III-2 : Les valeurs des IC50 des différents extraits.

Extraits et antioxydants de référence	**IC50 (µg/ml)**
Extrait éthanolique	4,15 ± 0,2
Extrait Hydro-éthanolique	4,65 ± 0,3
Extrait Aqueux	70 ± 0,27
Acide gallique	3,77 ± 0,11

Les résultats obtenus pour l'IC_{50} des extraits secs riches en composés phénoliques des feuilles sèches de néflier, préparés par macération à température ambiante avec différentes proportions d'éthanol/eau (100/0 %, 50/50 %, 0/100 %), ont révélé des valeurs respectives de 4,15 ± 0,2 µg/mL, 4,65 ± 0,3 µg/mL et 70 ± 0,27 µg/mL (voir le **tableau III-5**). En comparaison, l'acide gallique, utilisé comme standard de référence, a présenté une IC_{50} de 3,77 ± 0,11 µg/mL (voir le **tableau III-5).** Ces résultats indiquent que l'extrait obtenu avec 100 % d'éthanol possède le potentiel antioxydant le plus élevé, suivi par l'extrait à 50 % d'éthanol, tandis que l'extrait aqueux montre une activité nettement plus faible.

Comparativement à d'autres études, notre extrait présente une activité antioxydante particulièrement intéressante, d'autant plus que nous avons utilisé des proportions d'éthanol et d'eau non toxiques. En effet, en Iran, un extrait méthanolique des feuilles a montré une 111IC_{50} de 69,43 ± 0,36 µg/mL **(Safari et al., 2019).** De même, un extrait éthanolique des feuilles de néflier a révélé une IC_{50} de 157 µg/mL **(İsbilir et al., 2019).** Par ailleurs, en Serbie, un extrait éthanolique à 75 % de fruits de néflier obtenu par extraction par ultrasons a présenté une IC_{50} de 884 ± 12 µg/mL **(Katanić Stanković et al., 2022).**

Cette variation d'activité antioxydante s'explique par la solubilité différente des composés phénoliques selon les solvants employés.

L'éthanol pur favorise l'extraction des molécules les plus actives, notamment celles moyennement polaires à apolaires, tandis que l'eau apparaît moins efficace pour extraire ces composés spécifiques.

Ainsi, ces résultats suggèrent que les composés phénoliques responsables de l'activité antioxydante sont majoritairement solubles dans l'éthanol, ce qui fait de ce solvant la condition d'extraction optimale pour maximiser l'efficacité antioxydante des extraits de feuilles de néflier.

Les feuilles de néflier présentent une activité antioxydante notable, en grande partie grâce à leur richesse en composés phénoliques.

Cette activité a été démontrée par le test DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle), une méthode largement utilisée pour évaluer le pouvoir piégeur des radicaux libres. Les extraits de feuilles de néflier montrent une forte capacité à réduire les radicaux DPPH, ce qui se traduit par des valeurs d'IC_{50} faibles, indiquant un potentiel antioxydant élevé. Cette efficacité est attribuée à la présence de flavonoïdes **(Katanić Stanković et al. 2022)** et d'acides phénoliques **(Isbilir et al. 2023),** reconnus pour leur pouvoir donneur d'électrons.

Ces résultats suggèrent que les extraits de feuilles de néflier pourraient constituer une source naturelle intéressante d'antioxydants pour des applications pharmaceutiques ou nutraceutique.

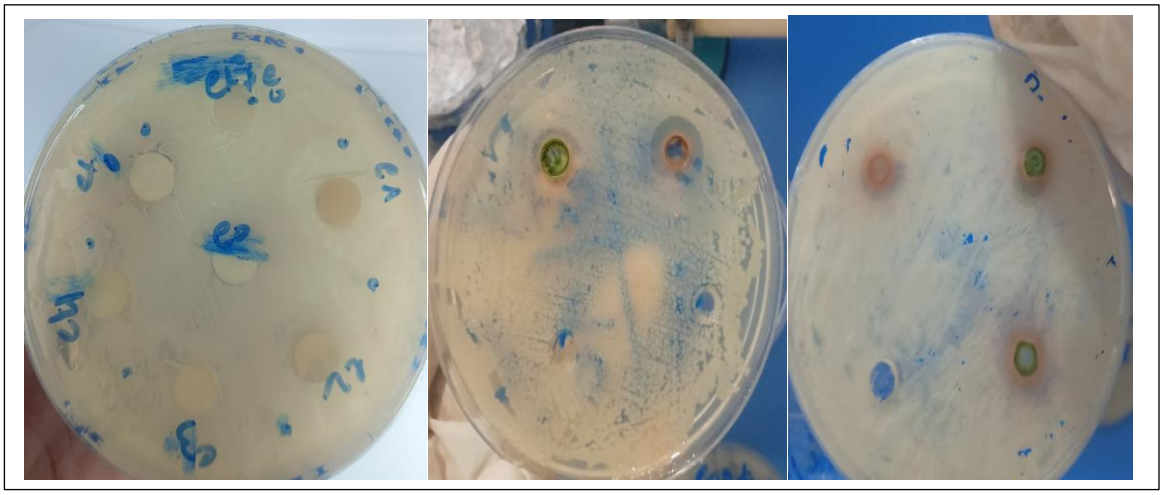
III.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne

Dans le cadre de cette étude, nous avons évalué l'activité antibactérienne des extraits de feuilles de néflier en utilisant deux méthodes classiques : la diffusion sur disque et la diffusion en puits. Ces tests ont permis de mesurer les diamètres des zones d'inhibition afin de déterminer la sensibilité de différentes souches bactériennes et fongiques vis-à-vis des extraits. Les résultats obtenus ont permis d'estimer la richesse de cette plante en biomolécules bioactives, notamment en composés antimicrobiens et antifongiques. L'ampleur des zones d'inhibition observées reflète ainsi le potentiel pharmacologique des extraits, et suggère la présence de substances naturelles actives telles que des flavonoïdes, des triterpènes, ou encore des composés phénoliques, connus pour leurs effets antimicrobiens dans la littérature.

- **Effets des différents extraits :**

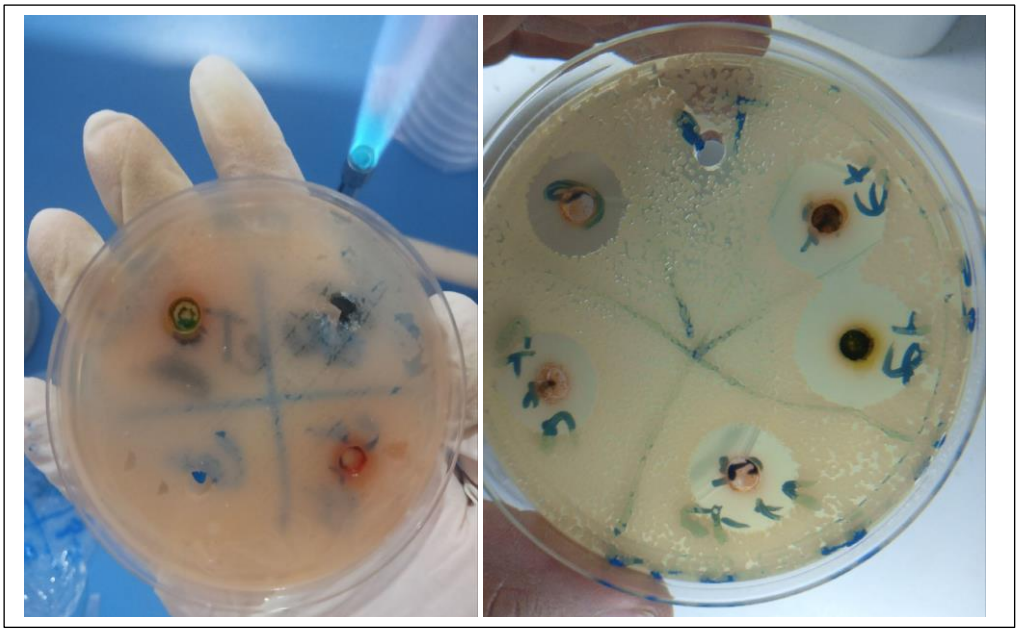
L'antibiogramme représente une méthode de référence pour évaluer la sensibilité des souches microbiennes face à divers agents antimicrobiens. Dans notre étude, cette approche a été appliquée afin d'analyser l'efficacité des extraits de néflier obtenus par différents solvants. Les figures et tableaux suivants illustrent les diamètres des zones d'inhibition (exprimés en millimètres) observés après exposition des souches microbiennes aux extraits testés **(Figure III-9 ; Figure III-10).** Ces mesures permettent de comparer l'effet inhibiteur des différents extraits en fonction de la concentration et du type de solvant utilisé. Les

données résumées ci-dessous concernent cinq souches microbiennes ciblées, et fournissent une base pour interpréter la puissance antimicrobienne potentielle de chaque extrait.



a) Staphylococcus aureus **b) Pseudomonas aeruginosa** **c) E. coli**

Figure III-9 : la sensibilité des trois souches bactériennes



a) Candida albicans **b) Aspergillus brasiliensis**

Figure III-10 : Sensibilité des deux souches fongiques

III.3.1 l'activité antimicrobienne d'extraits éthanolique :

Les tests effectués par diffusion montrent que l'extrait éthanolique des feuilles de néflier possède une activité antimicrobienne sélective selon les microorganismes testés, avec des effets plus marqués sur les souches fongiques, en particulier Aspergillus brasiliensis, que sur les bactéries.

Tableau III-3 : Résultats de l'activité antimicrobienn d'extraits éthanolique

Les souches	T0	P	D1	D2	D3	D4
E. Coli	/	8 mm	/	/	/	/
Staphylococcus Aureus	/	/	/	/	/	/
Pseudomonas Aeruginosa	/	10mm	5mm	/	/	/
Candida albicans	/	9mm	6mm	/	/	/
Aspergillus brasiliensis	/	28 mm	20mm	18 mm	15 mm	1.2 mm

- **Escherichia coli :**

L'extrait éthanolique a montré une zone d'inhibition de 8 mm contre E. coli, uniquement dans le témoin (T0), indiquant une activité antibactérienne modérée. Cette sensibilité limitée est typique des bactéries Gram négatif, dont la membrane externe riche en lipopolysaccharides constitue une barrière protectrice contre de nombreux agents antibactériens **(Nikaido, 2003).** Toutefois, la présence de flavonoïdes et d'acides phénoliques dans l'extrait pourrait expliquer cette inhibition, car ces composés sont capables de perturber les fonctions membranaires et la respiration bactérienne **(Cushnie & Lamb, 2005).** Des études similaires ont observé des inhibitions autour de 6–9 mm pour des extraits éthanoliques de néflier sur E. coli **(Silva et al., 2018).**

- **Staphylococcus aureus :**

Aucune zone d'inhibition n'a été observée pour S. aureus, indiquant une absence totale d'activité de l'extrait éthanolique à toutes les concentrations testées. Cette absence peut être due à une faible affinité des composés extraits vis-à-vis des cibles cellulaires de cette bactérie Gram positif, ou à une quantité insuffisante de composés bactéricides (comme les tanins hydrolysables ou les huiles essentielles). Cependant, certaines études rapportent une faible sensibilité de S. aureus aux extraits éthanoliques de plantes, à moins que ceux-ci soient fortement concentrés ou enrichis **(Tona et al., 2004 ; Park et al., 2003).**

- **Pseudomonas aeruginosa :**

Une zone d'inhibition de 10 mm a été mesurée en T0, et 5 mm en D1. P. aeruginosa est réputée pour sa résistance intrinsèque élevée, mais l'activité observée démontre une certaine efficacité des composés lipophiles présents dans l'extrait, comme les triterpènes et certains polyphénols **(Reygaert, 2018).** Cette activité est encourageante, car elle suggère que même des souches multirésistantes peuvent être sensibles à des extraits végétaux bien ciblés. D'autres travaux **(Nessa et al., 2010)** ont rapporté des zones d'inhibition de 8–12 mm avec des extraits de feuilles de néflier, confirmant la tendance observée ici.

- **Candida albicans :**

L'extrait éthanolique a inhibé la croissance de Candida albicans, avec des zones de 9 mm (T0) et 6 mm (D1). Cette activité antifongique peut être attribuée à la présence de flavonoïdes, tanins et saponines capables de perturber la membrane fongique, altérer la perméabilité cellulaire, ou induire des dommages oxydatifs **(Khan et al., 2012 ; Hirasawa & Takada, 2004).** Ces résultats sont comparables à ceux de **Adzu et al. (2011),** qui ont rapporté des inhibitions modérées de C. albicans par des extraits éthanoliques de feuilles riches en polyphénols.

- **Aspergillus brasiliensis :**

Une forte activité a été observée contre A. brasiliensis, avec des zones d'inhibition importantes : 28 mm (T0), 20 mm (D1), 18 mm (D2), 15 mm (D3), et 1,2 mm (D4). Ce résultat suggère que l'extrait éthanolique est hautement efficace contre cette moisissure,

surtout à faibles dilutions. Cette activité pourrait être liée à la présence de tanins condensés, acides phénoliques et flavonoïdes, capables de bloquer la germination des spores et d'altérer la paroi cellulaire fongique **(Martínez et al., 2012 ; Kim et al., 2004).** L'efficacité décroissante avec la dilution confirme l'action dose-dépendante de l'extrait.

On peut conclure que l'extrait éthanolique des feuilles de néflire a révélé une activité antimicrobienne intéressante, mais sélective, selon la nature des micro-organismes testés. Sa plus grande efficacité a été observée contre la moisissure Aspergillus brasiliensis, démontrant une forte activité antifongique, probablement liée à des métabolites secondaires lipophiles bien extraits par l'éthanol, tels que les flavonoïdes, tanins et triterpènes.

L'extrait montre également une activité modérée contre certaines bactéries Gram négatif, comme E. coli et Pseudomonas aeruginosa, ce qui confirme sa capacité à franchir des barrières membranaires complexes. En revanche, l'absence d'effet sur Staphylococcus aureus suggère soit une concentration insuffisante de composés actifs spécifiques à cette souche Gram positive, soit une résistance naturelle de la souche testée.

Ces résultats sont en cohérence avec plusieurs études antérieures **(Silva et al., 2018 ; Nessa et al., 2010 ; Cushnie & Lamb, 2005),** qui ont montré que l'activité des extraits végétaux dépend fortement de la composition phytochimique, du type de solvant utilisé, et des caractéristiques structurales des micro-organismes ciblés.

III.3.2 L'activité antimicrobienne d'extraits hydro-éthanolique :

Les tests effectués par diffusion montrent que l'extrait hydro-éthanolique des feuilles d'Eriobotrya japonica présentés le tableau

Tableau III-4 : Résultats de l'activité antimicrobienn d'extraits hydro-éthanolique

Les souches	T0	P	D1	D2	D3	D4
E. Coli	/	8mm	6mm	/	/	/
Staphylococcus Aureus	/	/	/	/	/	/
Pseudomonas Aeruginosa	/	10mm	6mm	/	/	/

Candida albicans	/	8mm	/	/	/	/
Aspergillus brasiliensis	/	24mm	16mm	10mm	8mm	6mm

- **Escherichia coli**

L'extrait hydro-éthanolique a généré une zone d'inhibition de 8 mm (T0) et 6 mm (D1), indiquant une activité antibactérienne modérée. Ce résultat est comparable à celui observé pour l'extrait éthanolique, ce qui suggère que les composés actifs contre E. coli sont bien extraits dans un mélange hydro-alcoolique. Comme dans d'autres études **(Park et al., 2003),** cette inhibition peut être attribuée à la présence de flavonoïdes hydrosolubles et de tanins condensés.

- **Staphylococcus aureus**

Aucune zone d'inhibition n'a été observée, indiquant une absence d'activité de l'extrait hydro-éthanolique contre cette bactérie Gram positif. Ce profil rejoint celui de l'extrait éthanolique, et renforce l'hypothèse que les biomolécules extraites dans ces solvants sont peu efficaces contre cette souche spécifique **(Tona et al., 2004).**

- **Pseudomonas aeruginosa**

L'extrait a inhibé P. aeruginosa avec 10 mm (T0) et 6 mm (D1), ce qui confirme une activité antibactérienne modérée contre cette souche résistante. Cela rejoint les résultats de **Nessa et al. (2010),** qui ont montré que des extraits hydro-éthanoliques pouvaient atteindre jusqu'à 12 mm d'inhibition sur cette espèce difficile à traiter.

- **Candida albicans**

Une zone d'inhibition de 8 mm a été observée uniquement à T0. Ce résultat est légèrement inférieur à celui de l'extrait éthanolique, ce qui pourrait refléter une concentration plus diluée de composés antifongiques lipophiles, car l'eau dilue partiellement leur solubilité. Cependant, il reste dans les marges rapportées dans des travaux similaires **(Khan et al., 2012).**

- **Aspergillus brasiliensis**

L'extrait hydro-éthanolique a montré une activité significative avec 24 mm (T0), puis une diminution progressive (16, 10, 8, et 6 mm selon les dilutions). Bien qu'un peu moins marquée que celle de l'extrait éthanolique (28 mm), cette activité antifongique reste très notable et probablement liée aux tanins, flavonoïdes et autres composés polyphénoliques connus pour inhiber la croissance fongique **(Kim et al., 2004).**

L'extrait hydro-éthanolique de Eriobotrya japonica démontre une activité antimicrobienne modérée et ciblée, avec une forte efficacité antifongique contre Aspergillus brasiliensis, et une activité bactéricide partielle contre E. coli, P. aeruginosa et Candida albicans. Son efficacité semble toutefois inférieure à celle de l'extrait éthanolique pur, probablement en raison d'une dilution des composés lipophiles actifs dans la phase aqueuse.

Ces résultats mettent en évidence l'intérêt de ce type d'extrait comme alternatif naturel, tout en soulignant la nécessité d'une caractérisation chimique approfondie pour cibler les molécules responsables de l'effet antimicrobien.

III.3.3 L'activité antimicrobienne d'extraits aqueux :

Tableau III_5 : Résultats de l'activité antimicrobienne d'extraits aqueux

Les souches	T0	P	D1	D2	D3	D4
E. Coli	/	/	/	/	/	/
Staphylococcus Aureus	/	/	/	/	/	/
Pseudomonas Aeruginosa	/	/	/	/	/	/
Candida albicans	/	6mm	/	/	/	/

Aspergillus brasiliensis	/	18mm	12mm	10mm	8mm	7mm

- **Activité nulle sur les bactéries testées :**

L'extrait aqueux n'a montré aucune activité antibactérienne contre E. coli, S. aureus et P. aeruginosa. Ceci est cohérent avec les études antérieures **(Tona et al., 2004 ; Nascimento et al., 2000),** qui soulignent que les extraits aqueux sont souvent pauvres en composés lipophiles, comme certains flavonoïdes ou triterpènes, pourtant essentiels à l'activité antibactérienne.

- **Faible activité sur Candida albicans :**

Une inhibition modeste de 6 mm a été observée, ce qui suggère la présence de tanins ou acides phénoliques hydrosolubles. Cependant, cette activité reste très inférieure aux extraits éthanoliques, comme observé par **Kim et al. (2004).**

- **Bonne activité antifongique sur Aspergillus brasiliensis :**

Avec une zone d'inhibition initiale de 18 mm, puis décroissante à mesure que la dilution augmente, l'extrait aqueux montre une activité dose-dépendante significative contre ce champignon. Cela reflète la présence de molécules antifongiques hydrosolubles, comme des saponines ou des phénols simples. Ce résultat est conforme aux travaux **de Silva et al. (2018)**, où les extraits aqueux ont montré des zones d'inhibition similaires sur Aspergillus spp.

- **Comparaison générale des trois extraits selon leur activité antimicrobienne :**

L'analyse comparative des activités antimicrobiennes des extraits éthanolique, hydro-éthanolique et aqueux des feuilles de Eriobotrya japonica met en évidence des différences significatives d'efficacité selon la nature du solvant d'extraction utilisé. Globalement, l'extrait éthanolique s'est révélé être le plus performant, notamment contre les souches fongiques. Il a montré une inhibition remarquable de la croissance d'Aspergillus brasiliensis, avec des zones allant jusqu'à 28 mm, ce qui témoigne d'une forte concentration en métabolites antifongiques lipophiles comme les triterpènes et certains flavonoïdes **(Cowan, 1999 ; Silva et al., 2018).** Une activité modérée contre Pseudomonas aeruginosa (10 mm) et

Candida albicans (9 mm) a également été enregistrée, ce qui confirme son large spectre d'action. Cependant, l'absence d'effet sur Staphylococcus aureus peut s'expliquer par une résistance intrinsèque ou une sensibilité moindre de cette souche aux composés présents.

L'extrait hydro-éthanolique présente une activité intermédiaire. Il conserve une efficacité antifongique notable contre Aspergillus brasiliensis (24 mm à l'état pur), mais avec une intensité légèrement inférieure à celle de l'éthanolique pur. Cela s'explique probablement par la dilution des composés lipophiles dans un milieu mixte eau/éthanol, qui réduit leur solubilité optimale. Contre les bactéries E. coli et P. aeruginosa, les zones d'inhibition étaient modestes (6 à 10 mm), montrant une certaine efficacité mais moindre comparée à l'extrait éthanolique. Cela reste toutefois supérieur à ce qu'on observe avec les extraits aqueux, ce qui confirme que le mélange hydro-alcoolique reste capable d'extraire des métabolites secondaires actifs de polarités diverses **(Tona et al., 2004).**

Quant à l'extrait aqueux, il a montré une efficacité globalement faible. Il n'a exercé aucune activité inhibitrice sur les bactéries testées, y compris E. coli, P. aeruginosa et S. aureus, ce qui suggère une faible concentration ou absence de molécules antibactériennes hydrosolubles efficaces. Seule une activité antifongique modérée a été observée contre Aspergillus brasiliensis (18 mm à l'état pur), ce qui pourrait être liée à la présence de tanins ou de saponines hydrosolubles **(Kim et al., 2004 ; Al-Fatimi et al., 2007).** Toutefois, cette activité décroît fortement avec la dilution, ce qui limite l'usage pratique de cet extrait.

En somme, la comparaison montre que l'efficacité antimicrobienne dépend fortement de la polarité du solvant, influençant la nature des composés extraits. L'éthanol, solvant polaire organique, permet une extraction optimale de nombreux métabolites secondaires bioactifs, tandis que l'eau extrait majoritairement des composés moins puissants en matière d'activité antimicrobienne. Ces observations corroborent des études antérieures sur d'autres plantes médicinales, qui ont montré une supériorité des extraits éthanoliques ou hydro-éthanoliques sur les extraits aqueux en termes d'action biologique **(Nascimento et al., 2000 ; Tona et al., 2004)**

Tableau III-6 : Tableau comparatif de l'activité antimicrobienne des 3 extraits

Souche microbienne	**Extrait éthanolique**	**Extrait hydro-éthanolique**	**Extrait aqueux**
E. coli	Faible (8 mm)	Faible (8–6 mm)	Aucune
Staphylococcus aureus	Aucune	Aucune	Aucune
Pseudomonas aeruginosa	Modérée (10–5 mm)	Faible à modérée (10–6 mm)	Aucune
Candida albicans	Faible à modérée (9–6 mm)	Faible (8 mm)	Faible (6 mm)
Aspergillus brasiliensis	Forte (28 → 1,2 mm)	Forte (24 → 6 mm)	Modérée (18 → 7 mm)

Conclusion

Ce travail a permis d'évaluer de manière approfondie les propriétés antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de feuilles de néflier obtenus par extraction solide- liquide avec trois solvants différents : éthanol, hydro-éthanol et eau. Les résultats montrent clairement que la nature du solvant influe fortement sur la composition chimique des extraits et, par conséquent, sur leur activité biologique.

L'étude des extraits de feuilles de néflier a permis de démontrer une variabilité significative du rendement d'extraction et de l'activité antimicrobienne selon le solvant utilisé.

L'extrait éthanolique a montré le rendement le plus élevé (16,44 %), suivi de l'extrait hydro- éthanolique (10,47 %) et de l'extrait aqueux (9,5 %), traduisant une meilleure capacité de l'éthanol à extraire les composés bioactifs.

L'étude de l'activité antioxydante des extraits de plantes en fonction des solvants d'extraction est d'une grande importance en pathologie cellulaire. Les différences observées entre les extraits montrent que certains solvants permettent une meilleure extraction des composés antioxydants, capables de neutraliser les espèces réactives de l'oxygène responsables de nombreux dommages cellulaires. Ces résultats permettent d'identifier les extraits les plus efficaces pour une utilisation potentielle dans la prévention ou le traitement de maladies liées au stress oxydatif, telles que le cancer, les maladies neurodégénératives ou les inflammations chroniques. Ainsi, ces recherches contribuent au développement de nouvelles approches thérapeutiques basées sur des substances naturelles d'origine végétale.

Sur le plan de l'activité antimicrobienne,les extraits éthanolique et hydro-éthanolique ont présenté des effets intéressants contre certaines souches, en particulier Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans et Aspergillus brasiliensis, tandis que l'extrait aqueux a montré une activité plus restreinte, essentiellement antifongique. Aspergillus brasiliensis s'est révélée la souche la plus sensible, avec des zones d'inhibition atteignant 28 mm pour l'extrait éthanolique pur.

Ces résultats confirment que néflier possède un potentiel antimicrobien, en particulier antifongique, significatif, et que l'éthanol reste le solvant le plus efficace tant pour l'extraction des composés actifs que pour leur expression biologique contre les agents pathogènes testés.

En conclusion, ces résultats confirment le potentiel thérapeutique de neflier, notamment de ses extraits éthanoliques, pour leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Ce travail ouvre ainsi la voie à une valorisation pharmacologique de cette plante médicinale dans des formulations naturelles, tout en soulignant l'importance du choix du solvant dans l'efficacité des extraits végétaux.

Les résultats obtenus ouvrent plusieurs perspectives intéressantes pour la suite des recherches. Il serait pertinent d'explorer d'autres activités biologiques des extraits de feuilles de néflier, telles que les effets anti-inflammatoires, antiprolifératifs ou cicatrisants. De plus, la valorisation de ces extraits dans des formulations à usage alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique pourrait représenter une voie prometteuse dans le développement de produits naturels innovants. Enfin, des études complémentaires, incluant des essais sur d'autres souches microbiennes ainsi que des tests in vivo, permettraient de mieux évaluer l'efficacité et la stabilité de ces extraits en conditions réelles d'application thérapeutique.

Références

Références

- Adzu, B., Amos, S., Wambebe, C., & Gamaniel, K. (2011). Antinociceptive and anti-inflammatory activities of the aqueous extract of Ziziphus spina-christi root bark in rats and mice. Journal of Ethnopharmacology, 98(1-2), 117-123.
- Al-Fatimi, M., Wurster, M., Schröder, G., & Lindequist, U. (2007). Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of selected medicinal plants from Yemen. Journal of Ethnopharmacology, 111(3), 657-666.
- Alshaker, H.A., Qinna, N.A., Qadan, F., Bustami, M and Matalka, K.Z. (2011). Eriobotrya japonica hydrophilic extract modulates cytokines in normal tissues, in the tumor of Meth-A-fibrosarcoma bearing mice, and enhances their survival time. BMC Complementary and Alternative Medicine, 11: 9.
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. Medicinal & Aromatic Plants, 4(3), 1–6.
- Benkeblia, N. (2005). Free-radical scavenging capacity and antioxidant properties of some selected wild herbs in Algeria. Food and Chemical Toxicology, 43(6), 897–902.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181(4617), 1199–1200.
- Bouzid, A., Khelifi, D., & Allali, H. (2011). Plantes médicinales de la région de Médéa (Algérie) utilisées dans le traitement du diabète. Phytothérapie, 9(5), 281–286.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology, 28(1), 25–30.
- Caballero, P. et Fernàndez,M.A.,(2004). Loquat production et marché.Options méditerrannennes Serie A,58:11-20.
- Cha, D. S., Eun, J. S., Jeon.(2011). Anti-inflammatory and antinociceptive properties of the leaves of Eriobotrya japonica.Journal of Ethnopharmacology, 134 : 305–312.
- Chalaka,L., Abir,N., Youssef,H. and Hamadehb,B.(2014). Diversity of loquats (Eriobotrya japonica Lindl.) cultivated in Lebanon as assessed by morphological traits.Scientia Horticulturae, 167: 135–144.

Références

- Chavan, U. D., Shahidi, F., & Naczk, M. (2000). Extraction of phenolic compounds from beach pea (Lathyrus maritimus L.) as affected by pH, solvent, and temperature. Food Chemistry, 70(4), 429–433.
- Chen, J and Li, W. (2008). Progress in studies on phytochemistry and biological activity of Folium Eriobotryae. Global science books, 2(3): 18-23.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews, 12(4), 564-582.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. International Journal of Antimicrobial Agents, 26(5), 343-356.
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15(10), 7313–7352.
- Delfanian, M., Reza, E. K. and Sahari,M. A. (2015). Antioxidative effect of loquat (Eriobotrya japonica Lindl.) Fruit skin extract in soybean oil.Food Sci Nutr. 3(1): 74–80.
- Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of Limnophila aromatica. Journal of Food and Drug Analysis, 22(3), 296–302.
- Edouard, F., Gilman, and Dennis, G.W. (1993). Eriobotrya japonica Loquat.Fact SheetST, 235:1-3.
- El-Refaey, F.A. and El-Dengawy.(2005).Promotion of seed germination and subsequent seedking growth of loquat (Eriobotrya japonica Lindl.)by moist-chilling and GA3 application . Scientia horticulaturae105:311-342.
- Ercisli,S., Gozlekcib , Sengulc, M., Hegedusd,A. and TepeS .(2012). Some physicochemical characteristics, bioactive content and antioxidantcapacity of loquat (Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.) fruits from Turkey.Scientia Horticulturae,148:185–189.
- Er-Na, L., Guo-Dong, Z and Ling-Yi, k. (2009). Chemical constituents from the leaves of Eriobotrya Japonica. Chin J Nat Med, 7(3):190-192.
- Ferreres, F. , Gomes, D., Valentão, P., Gonçalves ,R., Pio, R., Chagas, E. A., Seabra ,R. M.and Andrade, P.B. (2009). Improved loquat (Eriobotrya japonica Lindl.) cultivars : Variation of phenolics and antioxidative potential.Chimie alimentaire,114 :1019-1027.

Références

- Garima, P. and Casimir, C. A. (2010). Organic acids, antioxidant capacity, phenolic content and lipid characterisation of Georgia-grown underutilized fruit crops .Food Chemistry, 120:1067–1075.
- Germana, M.A., Chiancone,B., Guarda,N. L., Testillano, P. S. and Risuen, M-C. (2006). Development of multicellular pollen of Eriobotrya japonica Lindl.Through anther culturePlant Science, 171:718–725.
- Gilman, E.- F and Watson, D.- G. (1993). Eriobotrya japonica Loquat; Fact Sheet
- Goli, A. H., Barzegar, M., & Sahari, M. A. (2004). Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (Pistachia vera) hull extracts. Food Chemistry, 92(3), 521–525.
- González de Mejía, E., López-Rubio, A., et al. (2017). Dietary polyphenols and mechanisms of action on chronic diseases. Advances in Nutrition, 8(2), 255–265.
- Goulas, V., Minas, I.S., Kourdoulas, P. M., Vicente,A.R.and Manganari G.A.,(2014). Phtochimical content antioxidants and cell wall metabolism of two loquat (Eriobotrya japonica Lindl.) cultivars under different storage regimes.Food Chemistry155:227-234. 235: 1-3
- Hamada, A., Yoshioka, S., Takuma, D., Yokota, J., Cui, T., Kusunose M., Miyammura,M., Kyotani ,S. and Nishioka, Y.(2004).The effet of Eriobotrya japonica seed extract on oxidative stress in adramicin-induced Nephropathy in Rats Biol.pharm.Bull, 27(12):1961-1994
- Hideyuki, I.,Eri, K.,Yoshie, T.,Shu-Hua,L.,Tsutomu, H.,Hiroshi, S.,Kaoru, K.,Kazue S.,Daigo,S.,Susumu S., Yoshio I.and Takashi Y. (2000).Polyphenols from Eriobotrya japonica and Their Cytotoxicity against Human Oral Tumor Cell Lines, Chem. Pharm. Bull,48(5):687—693
- Hirasawa, M., & Takada, K. (2004). Multiple effects of green tea catechin on the antifungal activity of antimycotics against Candida albicans. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 53(2), 225-229.
- Hui-ya, H., Kuang-yao, L., Wen-chuan, L., Susumu, K and Jin-bin, W. (2010). Regulation and improvement of triterpene formation in plant cultured cells of Eriobotrya japonica Lindl. Journal of Bioscience and Bioengineering, 110(5), 5883_592.

Références

- Isbilir, S. S., Yilmaz, B., & Karakaya, S. (2023). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Turkish medicinal plants. Food Research International, 164, 112347.
- Isbilir, S.S.; Kabala, S.I.; Yagar, H ., Not. Bot. Horti. Agrobot. Cluj Napoca (2019). Assessment of in vitro Antioxidant and Antidiabetic Capacities of Medlar (Mespilus germanica), 47(2), 384–389.
- Jiang, Y., Wu, S. H., & Shu, R. (2010). Traditional uses and pharmacological properties of Eriobotrya japonica: A review. Journal of Ethnopharmacology, 128(1), 1–8.
- Jin, D., Zhang, Y., Chen, X., & Zhang, Y. (2016). Research progress of plant-derived polyphenols and their antioxidant activities. International Journal of Food Science and Technology, 51(9), 2038–2049.
- Jin, O., Min, O.-J., Hyeon, A. - K., Kim, J.-K, Hum, Y.-B, Dong, Y.-R. (2011). Effect of Eriobotrya japonica on Adipogenesis and Body Weight. Corresponding author; J. Korean Soc. Appl. Biol, Chem, 54 (3): 382-387.
- Kammoun, M., Ben Ali, Y and Bezzine, S. (2015). Anti-inflammatory and antioxidant properties of Eriobotrya japonica leave extracts. African Health Sciences, 15(2): 613-620.
- Katanić Stanković, J., Mihailović, V., Mladenović, M., Topuzović, M., & Stanković, M. (2022). Comparative antioxidant activity and phenolic composition of selected medicinal plants. Antioxidants, 11(8), 1503.
- Kazunori, K., Asao,M., Kyoich,O. and Yung-Sheng, H. (2007). Effect of loquat (Eriobotryajaponica) extracts on LDL oxidation.Food Chemistry, 104: 308–316.
- Khameneh, B., Iranshahy, M., Soheili, V., & Bazzaz, B. S. F. (2019). Review on plant antimicrobials: A mechanistic viewpoint. Antimicrobial Resistance & Infection Control, 8, 118.
- Khan, R., Islam, B., Akram, M., Shakil, S., Ahmad, A., Ali, S. M., ... & Siddiqui, M. (2012). Antimicrobial activity of five herbal extracts against multi drug resistant (MDR) strains of bacteria and fungus of clinical origin. Molecules, 17(5), 5980-5990.
- Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. Molecules, 18(2), 2328–2375.

Références

- Kim, H. S., Kim, Y. J., Kim, J. H., & Lee, S. B. (2004). Screening of antimicrobial activity of Korean medicinal plants against oral bacteria. Journal of Ethnopharmacology, 91(2-3), 201-208.
- Kim, H., Müller, M., & Bertrand, E. (2021). Influence des solvants et des conditions d'extraction sur la récupération des polyphénols à partir des plantes. Journal of Food Science and Technology, 58(6), 2234–2245.
- Lin, S., Sharpe, droit, et Janick, J. (1999). Loquat : Botanique et horticulture.Hort. Rev.,23:233 - 276.
- Lin, S.Q. (2007). World loquat production and research with special reference to China. ActaHort, 750: 37-43.
- Liu, Y., Zhang, W., Xu, C and Li, X. (2016). Biological Activities of Extracts from Loquat (Eriobotrya japonica Lindl.): A Review. Int. J. Mol. Sci, 17 (1983): 15
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy Reviews, 4(8), 118–126.
- Martínez, A., Valencia, G., & Rengifo, E. (2012). Screening for antimicrobial activity of extracts of Piper species growing in Colombia. Revista Brasileira de Farmacognosia, 22(6), 1110-1116.
- Mesejo, C.,Reig,C.,Matinez- Fuentes, A.,Agusti ,M.(2010).Parthenocarpic fruit production in Loquat (Eriobotrya japonica Lindl) by using gibberellic acid .ScientiaHorticulturae,126:3741.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 26(2), 211–219.
- Mukhopadhyay, M., Basu, S., & Majumdar, S. (2005). A review on the extraction and analysis of phenolic compounds from plants. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45(6), 447–469.
- Nascimento, G. G. F., Locatelli, J., Freitas, P. C., & Silva, G. L. (2000). Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. Brazilian Journal of Microbiology, 31(4), 247-256.
- Nessa, F., Ismail, Z., Mohamed, S., & Haris, M. R. H. (2010). Antibacterial and antioxidant activities of the methanol extract of Erythrina indica Lam. leaves. Pakistan Journal of Biological Sciences, 13(21), 1047-1053.

Références

- Nikaido, H. (2003). Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 67(4), 593-656.
- Okmen, G., Turkcan, O., & Turkcan, S. (2019). Antioxidant activities and phenolic compounds in selected plant species from Turkey. Natural Product Communications, 14(5), 1–9.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. and Simons,A. .(2009). Eriobotrya japonica, Agroforestry Database,4:1-5.
- Park, M., Park, J., Lee, H., & Choi, Y. (2003). Antibacterial activity of extracts of Punica granatum and Punica granatum peel extract. Food Science and Biotechnology, 12(3), 247-250.
- Pio R, Souza FBM, Kalcsits L, Bisi RB & Farias DDH. (2018). Progrès de la production de fruits tempérés sous les tropiques. Acta Scientiarum. Agronomie, 41(1) : 39549.
- Reygaert, W. C. (2018). An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria. AIMS Microbiology, 4(3), 482-501.
- Safari, M., Roohbakhsh, A., & Yaghooti, H. (2019). Polyphenolic composition and antioxidant properties of selected Iranian plants. Pharmacognosy Research, 11(3), 232–238.
- Shahi-Gharahlar, A., Reza, Y. A. and Khanali ,M.(2009).Mass and volume modeling of loquat (Eriobotrya japonica Lindl) fruit based on physical characteristics.Journal of fruit and ornamental plant.Research, 17(2):175-189.
- Silva, L., de Oliveira, R. R., & Bon, E. P. S. (2020). Extraction of polyphenols from plants: methods and applications. Industrial Crops and Products, 146, 112165.
- Silva, N. C. C., & Fernandes Júnior, A. (2018). Biological properties of medicinal plants: a review of their antimicrobial activity. Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases, 16(3), 402-413.
- Takuhiro, U., Ayana, S., Nguyen, H.-T., Tsukasa, F., Kenji, K., Shijern, O., Hiroko, K., Osamu, M and Yukihiro, S. (2013). International Journal of Molecular Sciences, 14: 4106-4120.
- Tamiguchi, S., Imayoshi, Y., Kobayashi, E., Takamatsu,Y., Ito,H., Hatamo,T., Sakagami,H.,Tokub,H., Nishino,H., Sugita,D., Shimura,S and Yoshida,T.(2002). Production of bioactive triterpenses by Eriobotrya japonica calli. Phytochemestry, 59:315-323.

Références

- Tan, H., Furuta, S., Nagata, T., Ohnuk K., Akasaka T., Shirouchi, B., Sato, M.,⊥ Kondo, R and Shimizu K. (2014). Inhibitory Effects of the Leaves of Loquat (Eriobotrya japonica) on Bone Mineral Density Loss in Ovariectomized Mice and Osteoclast Differentiation. J. Agric. Food Chem, 62 : 836−841.
- Thring, T. S. A., Hili, P., & Naughton, D. P. (2009). Anti-collagenase, anti-elastase and anti-oxidant activities of extracts from 21 plants. BMC Complementary and Alternative Medicine, 9(1), 27.
- Tona, L., Kambu, K., Ngimbi, N., Cimanga, K., & Vlietinck, A. J. (2004). Antiamoebic and spasmolytic activities of extracts from some antidiarrhoeal traditional preparations used in Kinshasa, Congo. Phytomedicine, 11(2-3), 195-200.
- Tonelli, N. et Gallouin,F.(2013).des fruits et des graines comestibles du monde entier. lavaisier SAS :728.
- Valgas, C., De Souza, S. M., Smânia, E. F. A., & Smânia Jr, A. (2007). Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. Brazilian Journal of Microbiology, 38(2), 369–380.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 39(1), 44–84.
- Vilanó, J. M., Gil, M. I., Cremin, P., Waterhouse, A. L., & Hess-Pierce, B. (2007). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(10), 3881–3886.
- Vilanova, S., Badenes, M.L.J., Martinez-Calvo, J. and Llacer ,G. (2001). Analysis of loquat germplasm (Eriobotrya japonica Lindl.) by RAPD molecular markers. Euphytica, 121:25-29.\
- Walali L. & Skiredj A. (2003). Transfert de technologie en agriculture. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat (Maroc), pp. 1–2 .
- Wilhem S. (2012). Fruits des régions tempérées. Le Néflier du Japon. Fruits Oubliés. Université d'Antananarivo.
- Zhang, W., Zhao, X., Sun, C., Li, X. and Chen,K. (2015).Phenolic Composition from Different Loquat(Eriobotrya japonica Lindl.) Cultivars Grown in China and Their Antioxidant Properties.Molécules, 20:542-555.

Références

- Zhou, K., & Yu, L. (2011). Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables. LWT - Food Science and Technology, 44(6), 1296–1301.