



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريش

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم علوم التغذية

Département des Sciences Alimentaires



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Intitulé

**Essai d'élaboration d'un complément
alimentaire anti-stress à base de lavande
et de camomille**

Soutenu le 12/06/2025

Présenté par :

- Bousebha Nedjla
- Zitouni Farida

Devant le jury :

Président : M^{me} Kerbouai Imene

MAB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Encadrant : M^{me} Benbougerra Nawel

MCB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Examineur : M^r Belhadj Mohamed Tayeb

MAA (Université de Bordj Bou Arreridj)

Année universitaire : 2024 /2025

Remerciements

بسم الله الذي علم بالقلم، علم الإنسان ما لم يعلم، نحمده حمد الشاكرين،
ونستعين به استعانة الموقنين، ونصلي ونسلم على النبي الأمين، من أضاء
الله به دروب العلم والهداية

*À l'issue de ce travail, nous rendons grâce à Dieu Tout-Puissant
qui nous a accordé la force, la patience et la détermination
nécessaire pour mener à bien ce travail*

*Nos remerciements les plus sincères vont aux membres du jury,
Madame Karbouai Imene et Monsieur Belhadj Mohamed Tayed,
pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer ce
mémoire*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance à notre
encadrante, Madame Benbouguerra Nawel, pour son
accompagnement précieux, ses conseils avisés, sa disponibilité, sa
bienveillance et son soutien constant tout au long de
l'élaboration de ce travail*

*Nous tenons aussi à remercier chaleureusement l'ensemble de nos
enseignants pour leur encadrement tout au long de notre
parcours académique. Notre gratitude s'adresse aussi à toute
l'équipe du Laboratoire de Biochimie de l'Université Mohamed
El Bachir El Ibrahimi pour leur aide et leur accueil.*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes, de près ou de loin,
qui ont contribué à la réalisation de ce travail.*

Nedjla & Farida

Dédicaces

Avec toute ma gratitude, je dédie ce modeste travail à toutes les personnes qui ont été à mes côtés tout au long de ce parcours, à celles qui ont cru en moi et m'ont accompagnée.

À mes chers parents Djamel et Hamida, merci de m'avoir soutenue dans chacun de mes parcours. Votre confiance dans mes choix, votre patience et votre présence constante ont été ma force silencieuse à chaque étape.

À mes sœurs : Dahbia, Amina et Kahina, pour votre tendresse, votre écoute, et votre confiance, même dans mes moments les plus flous.

À mes amis, pour vos mots au bon moment, votre présence discrète mais précieuse.

À ma binôme, pour sa présence et son aide précieuse.

Farida

Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux. C'est par Sa grâce que les bonnes choses s'accomplissent, et par Son aide que les rêves deviennent réalité.

Je dédie le fruit de ce travail :

À ma chère mère et à mon père bien-aimé, Sources d'amour et de générosité, vos prières ont illuminé mon chemin.

À mes sœurs adorées, merci pour votre présence constante, votre tendresse et votre soutien sincère.

À mon jumeau Mohamed, mon double et compagnon de vie, merci pour ton appui et ton amour inconditionnel.

À Issa, le plus jeune de la famille et notre rayon de soleil. Ton innocence et ton sourire ont été ma lumière dans les moments de fatigue.

À mes chères amies, Merci pour votre fidélité et votre soutien tout au long de ce parcours.

À ma binôme, complice de cette belle mais exigeante aventure, merci pour ta présence et ton soutien à chaque étape.

Louange à Allah, autant qu'Il le mérite dans Sa Majesté et Sa Grandeur.

Ce diplôme... je vous le dédie à tous, avec tout mon amour et ma gratitude.

Nedjla

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction générale1

Chapitre I : Recherche bibliographique

***I.1. Matricaria chamomilla* L.....3**

I.1.1. Description botanique.....3

I.1.2. Classification taxonomique3

I.1.3. Origine et répartition géographique4

I.1.4. Composition chimique4

I.1.5. Activités biologiques.....5

***I.2. Lavandula angustifolia* Mill6**

I.2.1. Description botanique6

I.2.2. Classification taxonomique.....6

I.2.3. Origine et répartition géographique7

I.2.4. Composition chimique7

I.2.5. Activités biologiques8

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1. Préparation des échantillons.....10

II.1.1. Nettoyage10

II.1.2. Broyage et tamisage10

II.2. Analyses Physico-chimiques10

II.2.1. Détermination du taux d'humidité10

II.2.2. Détermination du taux de cendres10

II.2.3. Détermination des sucres totaux11

II.3. Extraction et dosage des composés phytochimiques11

II.3.1. Extraction des polyphénols11

II.3.2. Détermination des fibres totales12

II.4. Préparation des formulations...12

II.5. Dosage des polyphénols totaux13

II.6. Dosage des flavonoïdes	13
II.7. Dosage des tanins	14
II.8. Détermination de l'activité antioxydante	14
II.8.1. Test DPPH	14
II.8.2. Pouvoir Réducteur (FRAP)	14
II.9. Traitement statistique des données	15

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Analyses physicochimiques	16
III.1.1. Taux d'humidité	16
III.1.2. Taux de cendres	17
III.1.3. Sucres totaux	17
III.1.4. Taux de fibres	18
III.2. Rendement d'extraction et teneur en composés phytochimiques	19
III.2.1. Rendements d'extraction	19
III.2.2. Teneur en polyphénols totaux	20
III.2.3. Teneur en flavonoïdes	21
III.2.4. Teneur en tanins condensés	23
III.3. Activité antioxydante	23
III.3.1. Réduction du radical libre (DPPH)	23
III.3.2. Réduction du fer (FRAP)	25
III.4. Formulation du complément alimentaire	26
Conclusion générale et perspectives	27

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure 01 : Aspect morphologique de <i>Matricaria chamomilla</i> L	3
Figure 02 : Aspect morphologique de <i>Lavandula angustifolia</i> Mill	6
Figure 03 : Résultats des analyses physicochimiques de <i>Matricaria chamomilla</i> L (a) et de <i>Lavandula angustifolia</i> Mill (b).....	16
Figure 04 : Rendement d'extraction	19
Figure 05 : Teneur en polyphénols totaux des différentes formulations	20
Figure 06 : Teneur en flavonoïdes des différentes formulations	22
Figure 07 : Teneur en tanins des différentes formulations	23
Figure 08 : Capacité antioxydante des différentes formulations	24
Figure 09 : Pouvoir réducteur des différentes formulations	25

Liste des tableaux

Tableau I : Classification taxonomique de <i>Matricaria chamomilla</i> L	3
Tableau II : Classification taxonomique de <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.....	6
Tableau III : Préparation des formulations.....	13

Liste des abréviations

ANOVA : Analyse de la Variance

C : Camomille

DPPH : 2,2- diphényle-1-picrylhydrazyl.

EAG : Equivalent acide gallique

EQ : Équivalent quercétine

ES : Extrait sec

FRAP : Ferric reducing antioxydant power.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice à 50%.

L : Lavande

UV : Ultraviolet.

Summary

This study evaluates the potential synergy between chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) in the development of a functional anti-stress dietary supplement, by leveraging their antioxidant properties. Hydroethanolic extraction (80%) by maceration yielded 18% for chamomile and 8.95% for lavender. Physicochemical analysis showed similar moisture and ash contents (approximately 4% and 9% respectively), while lavender was distinguished by a high dietary fiber content (16% vs 7%) and a low level of sugars (0.31% vs 1.04%). From a phytochemical perspective, chamomile demonstrated notable richness, with 880.96 mg GAE/g extract of phenolic compounds, 52.04 mg QE/g extract of flavonoids, and 201.38 mg GAE/g extract of condensed tannins, all higher than those observed for lavender. Antioxidant activity assessments using DPPH and FRAP methods confirmed the effectiveness of chamomile, with optimal activity observed in the C100% extract. This study highlights a promising therapeutic complementarity: lavender contributes nutritionally and functionally through its high fiber content, while chamomile provides substantial antioxidant protection through its bioactive secondary metabolites.

Keywords : Antioxidant activity, condensed tannins, extraction, flavonoids, *Lavandula angustifolia* Mill, *Matricaria chamomilla* L, polyphenols.

ملخص

تُقيم هذه الدراسة إمكانية التآزر بين البابونج والخزامى في تطوير مكمل غذائي وظيفي مضاد للتوتر، من خلال الاستفادة من خصائصهما المضادة للأكسدة. أسفرت عملية الاستخلاص الهيدروإيثانولي (بنسبة 80%) باستخدام النقع عن مردودية بلغت 18% للبابونج و8.95% للخزامى. أظهرت التحاليل الفيزيائية-الكيميائية نسبةً متقاربة من الرطوبة والرماد (حوالي 4% و9% على التوالي)، بينما تميز الخزامى بمحتوى مرتفع من الألياف الغذائية (16% مقابل 7%) ومستوى منخفض من السكريات الذائبة في الماء (0.31% مقابل 1.04%). من الناحية الفيتوكيميائية، أظهر البابونج غنى ملحوظاً، حيث احتوى على 880.96 ملغ مكافئ حمض الغاليك/غرام من المستخلص من المركبات الفينولية، و52.04 ملغ مكافئ كيرسيتين/غرام من الفلافونويدات، و201.38 ملغ مكافئ حمض الغاليك/غرام من التانينات المكثفة — وهي كلها أعلى من فعالية FRAP و DPPH القيم المسجلة لدى الخزامى. وقد أكدت تقييمات النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقتي تُبرز هذه الدراسة تكاملاً علاجياً واعدًا: يساهم C100% البابونج، حيث لوحظت أفضل نتائج النشاط في المستخلص الخزامى من الناحية التغذوية والوظيفية بفضل غناه بالألياف، في حين يوفر البابونج حماية قوية ضد الأكسدة بفضل مركباته الثانوية النشطة بيولوجياً

كلمات مفتاحية: البابونج، الخزامى، الاستخلاص، المركبات الفينولية، الفلافونويدات، التانينات المكثفة، النشاط المضاد

للأكسدة

Résumé

Cette recherche évalue le potentiel de synergie entre la camomille (*Matricaria chamomilla* L.) et la lavande (*Lavandula angustifolia* Mill.) dans le développement d'un complément alimentaire fonctionnel anti-stress, en exploitant leurs capacités antioxydantes. L'extraction hydro-éthanolique (80%) par macération a permis d'obtenir des rendements de 18% pour la camomille et 8,95% pour la lavande. L'analyse physico-chimique montre des teneurs proches en humidité et en cendres (approximativement 4% et 9% respectivement), tandis que la lavande se caractérise par une concentration élevée en fibres alimentaires (16% vs 7%) et une faible teneur en sucres (0,31% vs 1,04%). D'un point de vue phytochimique, la camomille présente une richesse marquée avec 880,96 mg EAG/g ES de composés phénoliques, 52,04 mg EQ/g ES de flavonoïdes et 201,38 mg EAG/g ES de tanins condensés, supérieur aux valeurs obtenues pour la lavande. Les évaluations de l'activité antioxydante par les méthodes DPPH et FRAP confirment l'efficacité de la camomille, avec une activité optimale observée dans l'extrait C100%. Cette étude démontre une complémentarité thérapeutique intéressante : la lavande contribue par son apport nutritionnel et fonctionnel grâce à sa richesse en fibres, tandis que la camomille offre une protection antioxydante substantielle par ses métabolites secondaires bioactifs.

Mots-clés : Activité antioxydante, extraction, flavonoïdes, *Lavandula angustifolia* Mill, *Matricaria chamomilla* L., polyphénols, tanins condensés.

Introduction générale

Dans un contexte sociétal marqué par une prise de conscience croissante de l'importance du bien-être mental et de la santé préventive (**Pandey et Rizvi, 2009**), les compléments alimentaires d'origine naturelle sont considérés comme des solutions thérapeutiques alternatives prometteuses pour soutenir l'équilibre psychologique et émotionnel (**Del Rio et al., 2013**). Ces produits, définis comme des préparations à base de substances végétales ou naturelles, sont conçus pour améliorer la qualité de vie, prévenir certains troubles comportementaux et renforcer la résistance au stress quotidien (**Pentel et al., 2005**).

Le rythme de vie actuelle, caractérisé par une exposition chronique au stress génère des déséquilibres neurochimiques qui affectent significativement le bien-être moral des individus. Cette stimulation du système nerveux sympathique entraîne une production excessive de cortisol et de catécholamines, perturbant l'homéostasie émotionnelle et favorisant l'apparition de troubles anxieux, de l'irritabilité et de l'insomnie (**Lobo et al., 2010**).

Face à cette problématique, la recherche phytothérapeutique s'oriente vers l'identification et la valorisation de plantes médicinales aux propriétés anxiolytiques et sédatives naturelles. Parmi ces ressources végétales, la camomille (*Matricaria chamomilla* L) et la lavande (*Lavandula angustifolia* Mill) occupent une position privilégiée dans les pratiques thérapeutiques traditionnelles. Reconnues depuis l'Antiquité pour leurs vertus apaisantes, relaxantes et équilibrantes sur le système nerveux, ces deux espèces botaniques font aujourd'hui l'objet d'un intérêt scientifique considérable, confirmé par des études cliniques démontrant leur efficacité dans la régulation de l'humeur, la réduction de l'anxiété et l'amélioration de la qualité du sommeil (**Rather et al., 2016**).

Due à la demande sociétale croissante pour des solutions naturelles de gestion du stress et d'amélioration du bien-être moral, nous avons conçu ce projet de développement d'un complément alimentaire innovant, exploitant les propriétés synergiques de la lavande et de la camomille dans le but de développer une formulation optimisée répondant aux standards de qualité et d'efficacité requis pour les compléments alimentaires destinés au bien-être mental.

Le présent travail s'articule autour de quatre axes principaux :

- La première partie développe une synthèse bibliographique consacrée à la camomille (*Matricaria chamomilla* L) et à la lavande (*Lavandula angustifolia* Mill) incluant leurs caractéristiques botaniques, leur composition phytochimique et leurs applications thérapeutiques.
- La deuxième partie détaille le matériel et les méthodes mise en œuvre durant cette étude.

Introduction générale

Les échantillons végétaux ont été nettoyés, broyés et tamisés avant d'être soumis à des analyses physico-chimiques, incluant la détermination de l'humidité, des cendres et des sucres totaux. Les composés bioactifs tels que les polyphénols, flavonoïdes, tanins et fibres totales ont été extraits et quantifiés par des méthodes spectrophotométriques. L'activité antioxydante a été évaluée à l'aide des tests DPPH et FRAP. Enfin, les données ont été traitées statistiquement afin d'assurer la fiabilité des résultats obtenus.

- La troisième partie présente et analyse les résultats obtenus lors de cette étude expérimentale, avec une discussion des données recueillies au regard des objectifs fixés
- Enfin, la conclusion générale synthétise les principaux acquis de cette recherche, évalue l'atteinte des objectifs, identifie les limites de l'étude et propose des perspectives d'approfondissement pour de futures investigations dans le domaine des compléments alimentaires naturels dédiés au bien-être mental.

Chapitre I :
Recherche bibliographique

I.1. *Matricaria chamomilla* L

I.1.1. Description botanique

Matricaria chamomilla L. (syn. *Matricaria recutita*), communément appelée camomille allemande, est une plante herbacée annuelle appartenant à la famille des Asteraceae. Cette espèce, largement utilisée en phytothérapie, présente un système racinaire pivotant fin et fusiforme, typique des plantes adaptées aux sols légers et bien drainés (El Mihyaoui *et al.*, 2022). La tige, érigée et ramifiée dès la base, atteint une hauteur variant entre 10 et 80 cm, avec une architecture influencée par les conditions pédoclimatiques (Singh *et al.*, 2011). Elle se distingue par ses petites fleurs blanches en capitules, comportant en leur centre des fleurons jaunes tubulaire (Dai *et al.*, 2022).



Figure 01 : Aspect morphologique de *Matricaria chamomilla* L (El Mihyaoui *et al.*, 2022)

I.1.2. Classification taxonomique

Selon la classification botanique établie par Quézel et Santa (1963), *Matricaria chamomilla* L. est classé selon le tableau suivant :

Tableau I : Classification taxonomique de *Matricaria chamomilla* L (El Mihyaoui *et al.*, 2022)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Dicotyledones
Classe	Dicotyledoneae
Ordre	Asteralae
Famille	Astéraceae
Genre	<i>Matricaria</i>
Espèce	<i>Matricaria chamomilla</i> L

I.1.3. Origine et répartition géographique

Matricaria chamomilla L provient des régions tempérées de la Méditerranée et de l'Asie. Elle est aujourd'hui présente en Europe, en Amérique du Nord et en Australie. Cette plante se développe principalement dans les prairies et sur des sols sablonneux (**Bahmani et al., 2015**).

En Algérie, *Matricaria chamomilla* L est présente à l'état spontané et subspontané, notamment dans les régions du nord du pays, où les conditions pédoclimatiques sont favorables à son développement. Elle est fréquemment rencontrée dans les zones rurales, sur les terrains en friche, les champs agricoles et les bordures de routes, en particulier dans les wilayas du Tell telles que Tizi Ouzou, Médéa, Blida, Constantine et Sétif (**Quezel et Santa, 1963**).

En raison de ses propriétés médicinales reconnues, la camomille est également cultivée à petite échelle dans certaines exploitations agricoles en Algérie, notamment pour la production d'huile essentielle, de tisanes ou d'extraits à usage pharmaceutique (**Zadam et al., 2023**).

I.1.4. Composition chimique

La composition chimique de *Matricaria chamomilla* L a été largement étudiée, mettant en évidence la présence de plus de 120 constituants dans ses huiles essentielles (HE) et ses extraits, principalement à partir des fleurs, qui constituent l'organe le plus utilisé (**Kováčik et al., 2009 ; Petrušová-Poracká et al., 2013 ; Ayran et al., 2018 ; EL-Hefny et al., 2019 ; El-Assri et al., 2021**). Les HE sont très riches en composés terpénoïdes, notamment les sesquiterpènes oxygénés tels que le chamazulène (jusqu'à 26,11 %), le cis- β -farnésène (11,64–30,15 %), l'eucalyptol (8,19 %), le D-limonène (15,25 %) ainsi que l' α -bisabolol (27–38,6 %) et ses dérivés oxydés : α -bisabolol oxyde A (33–70,2 %), α -bisabolol oxyde B (3,7–28,1 (**Formisano et al., 2015 ; Berechet et al., 2017**). Ces teneurs varient selon l'origine géographique et les techniques d'extraction (**Homami et al., 2016**). En parallèle, les extraits aqueux ou hydroalcooliques de *M. chamomilla* révèlent une richesse en composés phénoliques (**Ugi et al., 2019**). L'extrait florale est concentré en flavonoïdes tels que la lutéoline O-acylhexoside et la quercétine, ainsi qu'en acides phénoliques comme l'acide ellagique, le catéchol et l'acide chlorogénique (**Elsemelawy, 2017**). D'autres études rapportent la présence de flavonoïdes (myricétine, quercétine, naringénine, apigénine, lutéoline), d'acides phénoliques (benzoïque, rosmarinique, isochlorogénique A), et de coumarines (**Ghoniem et al., 2021**). En outre, des composés moins fréquents comme le n-heptacosane (33,53 % dans l'extrait éthanolique) et des acides aminés (proline, alanine, asparagine) ont été identifiés (**Ma et al., 2015**). Ces variations chimiques sont fortement influencées par les facteurs géographiques, climatiques, les pratiques culturelles (comme l'utilisation d'engrais biologiques ou l'exposition aux métaux lourds), ainsi

que par le génotype des plantes, ce qui met en évidence la diversité biochimique de cette espèce médicinale (Zarezadeh *et al.*, 2020).

I.1.5. Activités biologiques de *Matricaria chamomilla* L

De nombreuses études pharmacologiques ont mis en évidence les activités biologiques variées de *Matricaria chamomilla* L, notamment ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anticancéreuses (Nikseresht *et al.*, 2017; Villa-Rodriguez *et al.*, 2018; Höferl *et al.*, 2020; Al-Mekhlafi *et al.*, 2021). L'activité antioxydante de ses extraits et huiles essentielles (HE) a été évaluée à l'aide de plusieurs tests *in vitro*, ainsi que par l'analyse de l'activité enzymatique (catalase, acétylcholinestérase, glutathion, peroxydases, superoxyde dismutase) (Hassanpour et Ghanbarzadeh, 2021).

Sur le plan antimicrobien, *M. chamomilla* a montré une activité antibactérienne significative contre les bactéries Gram-positives et Gram-négatives, y compris des souches résistantes aux antibiotiques, telles que *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (MRSA) et *Pseudomonas aeruginosa* multirésistante (Owlia *et al.*, 2007; Poudineh *et al.*, 2021). Ces effets varient selon l'origine de la plante, l'organe utilisé, le solvant et la technique d'extraction (Höferl *et al.*, 2020).

Outre ces effets, la plante présente des propriétés antiparasitaires, insecticides (Höferl *et al.*, 2020 ; Al-Mekhlafi *et al.*, 2021), antidiabétiques (Villa-Rodriguez *et al.*, 2018), anticancéreuses (Dadashpour *et al.*, 2018), et anti-inflammatoires (Asadi *et al.*, 2020), soutenant son usage potentiel dans divers domaines thérapeutiques. Son efficacité a été démontrée dans le traitement de multiples pathologies, notamment les troubles neurologiques (Neves *et al.*, 2009), reproductifs (Afrigan *et al.*, 2019), cardiovasculaires (Awaad *et al.*, 2018), digestifs (Franco *et al.*, 2018), oculaires (Morales-Bozo *et al.*, 2017), et bucco-dentaires (Petrakou *et al.*, 2020), ainsi que pour la cicatrisation (Niknam *et al.*, 2021), le soulagement de la douleur (Zargaran *et al.*, 2018), et la protection hépatique (Živković *et al.*, 2020), rénale (Ali et Alattar, 2018) et gastro-intestinale (Menale *et al.*, 2021).

I.2. *Lavandula angustifolia* Mill

I.2.1. Description botanique

Le genre *Lavandula*, appartenant à la famille des Lamiacées, regroupe environ 39 espèces, et de nombreux hybrides (Passalacqua *et al.*, 2017). Ces plantes aromatiques, cultivées mondialement pour leurs usages médicinaux et culinaires, présentent des fleurs hermaphrodites à morphologie bilabée, riches en nectaires attractifs pour les pollinisateurs (Valchev *et al.*, 2022). Les organes aériens sont recouverts de trichomes glandulaires, structures épidermiques contenant des huiles essentielles volatiles, dont la densité, la distribution et la taille varient selon l'espèce (Simpson, 2006).

Botaniquement, *Lavandula angustifolia* Mill se présente comme un arbrisseau atteignant 50 cm de hauteur, à feuilles simples et entières, avec une floraison entre mi-juin et juillet (Lis-Balchin, 2002). Elle est caractérisée par des cymes composées de 3 à 9 fleurs, des stigmates bilobés, un tube corollaire deux fois plus long que le calice et des nucules à cicatrice basale (Passalacqua *et al.*, 2017). Les trichomes capités et peltés, typiques de la famille, sont particulièrement abondants sur le calice floral. Leur densité peut varier en fonction des cultivars et des conditions nutritionnelles. Ces trichomes sont le siège de métabolites secondaires, principalement des monoterpènes et sesquiterpènes, jouant des rôles écologiques variés (attraction des pollinisateurs, signalisation et défense) (Simpson, 2006).



Figure 02 : Aspect morphologique de *Lavandula angustifolia* Mill (Crisan *et al.*, 2023)

I.2.2. Classification taxonomique

Selon Lis-Balchin (2002), la lavande est classée selon le tableau suivant :

Règne	Plantae
Embranchement	Tracheophyta
Sous-embranchement	Spermatophytina
Classe	Dicotylédones
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Lavandula</i>
Espèce	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill

I.2.3. Origine et répartition géographique

Le genre *Lavandula* comprend environ 40 espèces, cultivées à travers le monde à des fins ornementales et médicinales. Cette plante est originaire de la région méditerranéenne, du Moyen-Orient, d'Afrique du Nord ainsi que de la République du Cap-Vert. Elle est également cultivée avec succès en Asie, en Australie et sur le continent américain. En Europe, la production de lavande est principalement concentrée en France, en Bulgarie, en Espagne et en Ukraine (**Osińska et al., 2022**).

En Algérie, elle est très commune dans le Tell et pousse sur les sols secs et silicieux. On la trouve sur les sommets arides, les pelouses et les maquis (**Boughendjioua, 2017**).

I.2.4. Composition chimique de *Lavandula angustifolia* Mill

Lavandula angustifolia Mill renferme une variété de composés bioactifs et nutritionnels, notamment des huiles essentielles, des anthocyanines, de l'acide ursolique, de l'acide valérique, des phytostérols, des sucres, de l'acide p-coumarique, de l'acide glycolique, des minéraux, de l'herniarine, de la coumarine ainsi que des tanins. La composition chimique varie considérablement selon les variétés de lavande (**Colceru-Mihul et al., 2009**).

Les fleurs de lavande constituent le matériel végétal le plus utilisé à des fins médicinales. Leur richesse en composés bioactifs repose principalement sur la présence d'huile essentielle, de composés phénoliques, de triterpènes et de stérols (**Adaszyńska-Skwirzyńska et al., 2020**).

L'huile essentielle, constituant majeur de la plante, est présente à des concentrations allant de 2 à 3 %, obtenue principalement par hydrodistillation ou distillation à la vapeur. Elle est composée de plus d'une centaine de molécules volatiles, dont les plus abondantes sont le linalol (9,3–68,8 %) et l'acétate de linalyle (1,2–59,4 %), deux composés qui déterminent la qualité aromatique et thérapeutique de l'huile (**Cavanagh & Wilkinson, 2002**). On y retrouve également d'autres monoterpènes et sesquiterpènes tels que le camphre, le 1,8-cinéole, le β -ocimène, le bornéol, le limonène, le fenchone, le lavandulol et l' α -terpinéol, ainsi que des composés aliphatiques comme l'octanol et ses dérivés (**Dobros et al., 2022**).

Les polyphénols, métabolites secondaires largement répartis dans les tissus végétaux, sont responsables de nombreuses activités biologiques (**Quideau et al., 2011**). Ils incluent principalement des acides phénoliques (dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et de l'acide hydroxycinnamique), des flavonoïdes, des coumarines, des stilbènes et des lignanes. L'acide rosmarinique, un dérivé hydroxycinnamique, est le composé phénolique dominant dans *Lavandula angustifolia*, accompagné d'autres acides tels que l'acide caféique, chlorogénique, férulique, p-coumarique, sinapique, et leurs dérivés glucosylés (**Costa et al., 2015 ; Bajalan et**

al., 2016).

Les flavonoïdes sont les polyphénols les plus représentés. Ils apparaissent majoritairement sous forme de glycosides. Parmi les flavones identifiées figurent l'apigénine, la lutéoline et leurs glucosides. Les flavonols comme la quercétine, la myricétine et le rutin sont également présents. En outre, des flavanones telles que la naringénine, l'héspéridine et l'ériodictyol ont été détectées, de même que des isoflavones (formononétine) et des flavanols (catéchine) (Dobros *et al.*, 2022). Des différences significatives ont été observées entre les extraits de fleurs, de tiges et de feuilles, ces dernières montrant généralement des concentrations plus élevées en polyphénols totaux (Bajalan *et al.*, 2016).

La composition chimique varie selon plusieurs facteurs, notamment l'espèce, le cultivar, la partie végétal analysée, les conditions pédoclimatiques, les pratiques culturales, et la méthode d'extraction (Blažeković *et al.*, 2010 ; Adaszyńska-Skwirzyńska et Dzieciol, 2017).

I.2.5. Activités biologiques de *Lavandula angustifolia* Mill

Lavandula angustifolia Mill., communément appelée lavande vraie, est une plante aromatique largement utilisée à des fins culinaires, cosmétiques et thérapeutiques (Prusinowska et Smigielski, 2014). Les parties aériennes de la plante, notamment les fleurs, les boutons floraux et les feuilles, sont comestibles et sont principalement employées comme agents aromatisants dans les préparations culinaires telles que les bouillons et les gelées, bien qu'elles ne soient généralement pas consommées à l'état brut (Perrucci *et al.*, 1994). Sur le plan domestique, l'odeur de la lavande exerce un effet répulsif naturel contre les insectes (Radu *et al.*, 2020).

D'un point de vue pharmacologique, les extraits de fleurs de lavande, sous forme d'infusions possèdent des propriétés sédatives, analgésiques et anxiolytiques (Basch *et al.*, 2009). Akhondzadeh *et al.* (2003) ont démontré leur efficacité dans la réduction des symptômes de la dépression, des céphalées et de l'anxiété. Par ailleurs, l'administration d'extrait de lavande à des rats a permis de prévenir les troubles cognitifs associés à la maladie d'Alzheimer et d'inhiber la prolifération de cellules cancéreuses pulmonaires, suggérant un potentiel effet neuroprotecteur et cytotoxique (Shou-Dong *et al.*, 2009).

L'huile essentielle, dont les principales molécules actives sont le linalol et l'acétate de linalyle, possède une activité antimicrobienne marquée. Elle est contre un large spectre de microorganismes, en particulier les bactéries Gram-positives (*S. aureus*, *B. subtilis*), mais également les Gram-négatives (*E. coli*, *P. aeruginosa*), ainsi que diverses levures et moisissures (*Candida* sp., *A. niger*, *P. expansum*) (Hanamanthagouda *et al.*, 2010).

En parallèle, plusieurs études ont mis en évidence les propriétés antioxydantes de la lavande en lien avec sa capacité à piéger les radicaux libres. Cette activité varie selon les méthodes et les concentrations utilisées (**Chrysargyris *et al.*, 2017**).

Concernant le système nerveux central, l'inhalation ou l'administration systémique de l'huile essentielle de lavande induit des effets anxiolytiques, sédatifs et hypnotiques, tant chez l'animal que chez l'humain. Des essais cliniques ont montré une amélioration significative de la qualité du sommeil, une réduction de la consommation de sédatifs et une amélioration de l'humeur (**Basch *et al.*, 2009**). L'huile essentielle exerce aussi une action analgésique et anesthésique, validée par des études *in vitro* et *in vivo* (**Koulivand *et al.*, 2013**).

Chapitre II :

Matériel et Méthodes

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de biochimie de l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, la Faculté des Sciences de la Vie et de la Nature et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Il s'inscrit dans le cadre d'une étude expérimentale visant à développer un complément alimentaire à base de deux espèces médicinales : La camomille (*Matricaria chamomilla* L.) utilisée est de type sauvage, sans cultivar spécifique identifié, tandis que la lavande (*Lavandula angustifolia* Mill.) correspond à une variété non spécifiée.

II.1. Préparation des échantillons

Le matériel végétal utilisé est constitué des parties aériennes de *Matricaria chamomilla* L et *Lavandula angustifolia* Mill. Il a été acheté auprès d'une source commerciale locale située dans la région de Bordj Bou Arreridj.

II.1.1 Nettoyage

Les plantes ont été soigneusement nettoyées pour éliminer les impuretés, puis abondamment rincées à l'eau du robinet.

II.1.2. Broyage et tamisage

Le matériel végétal a été séché à l'air libre à température ambiante, puis réduit en poudre à l'aide d'un moulin électrique. La poudre obtenue a été tamisée à l'aide d'un tamis de 2000 µm, conditionnée dans des flacons hermétiques et conservée à l'abri de la lumière.

II.2. Analyses Physico-chimiques

II.2.1. Détermination du taux d'humidité

Le taux d'humidité a été déterminé conformément à la méthode de l'AOAC (2000). Un échantillon de 2 g de poudre a été déposé dans une boîte en verre préalablement tarée. La boîte et son contenu ont été placés dans une étuve Memmert réglée à 105 °C pendant 24 heures. Après refroidissement dans un dessiccateur contenant du gel de silice, la boîte a été pesée. L'expérience a été répétée trois fois. Le pourcentage d'humidité (H%) a été calculé selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{(M_1 - M_2)}{P} \times 100$$

Où :

- M₁: masse de l'échantillon + masse de la boîte avant dessiccation (g)
- M₂: masse de l'échantillon + masse de la boîte après dessiccation (g)
- P: masse de l'échantillon (g)

II.2.2. Détermination du taux de cendres

Le taux de cendres a été déterminé par incinération selon la méthode décrite par Boussaid *et al.* (2020). Une masse de 2 g d'échantillon a été introduite dans des creusets préalablement

pesés. Les creusets et leur contenu ont été placés dans un four à moufle à 550 °C pendant 6 heures pour éliminer toute matière organique. Après refroidissement, les creusets contenant les cendres ont été pesés. L'expérience a été réalisée en triplicat. Le pourcentage de cendres a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Cendres\%} = \frac{(M_2 - M_0) \times 100}{M_1}$$

Où :

- M_0 : masse du creuset vide (g)
- M_1 : masse de l'échantillon (g)
- M_2 : masse de l'échantillon incinéré + masse du creuset (g)

II.2.3. Détermination des sucres totaux

La quantification des sucres totaux a été effectuée par la méthode colorimétrique de **Dubois et al. (1956)**. Le principe repose sur la formation d'un complexe coloré (Jaune-orange) par réaction des sucres avec le phénol en présence d'acide sulfurique concentré, l'intensité de la coloration étant directement proportionnelle à la concentration en glucides présent dans l'échantillon.

Un volume de 500 µl de filtrat a été mélangé à 500 µl de phénol à 5 % et 2,5 ml d'acide sulfurique concentré dans des tubes à essai. Les tubes ont été incubés à 95 °C pendant 5 minutes, puis refroidis à température ambiante. L'absorbance a été mesurée à 490 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis. Une courbe d'étalonnage a été établie avec des concentrations de glucose variant de 0 à 0,2 mg/ml. L'expérience a été réalisée en triplicat.

II.3. Extraction et dosage des composés phytochimiques

II.3.1. Extraction des polyphénols

L'extraction a été réalisée par macération, une méthode consistant à immerger un solide dans un liquide froid pour en extraire les composés solubles, suivant un protocole adapté de **Romani et al. (2006)** avec quelques modifications. Dix grammes de matière végétale séchée (MVS), préalablement nettoyée et broyée, ont été macérés dans 100 ml d'un mélange éthanol/eau (80/20, V/V) sous agitation douce pendant 16 heures à température ambiante. La solution résultante a été filtrée à l'aide d'un papier filtre de 1,25 mm. Le filtrat a été évaporé sous pression à 40 °C à l'aide d'un évaporateur rotatif. La phase aqueuse obtenue a été déposée dans une boîte de Pétri et séchée dans une étuve à 40 °C. La poudre sèche a été conservée au réfrigérateur à 4 °C. Le rendement d'extraction a été calculer selon la formule suivante ;

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Masse de l'extrait (g)}}{\text{Masse de la plante sèche initiale (g)}} \times 100$$

II.3.2. Détermination des fibres totales

Selon l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA, 2008), les fibres alimentaires sont des polymères glucidiques d'origine végétale, pouvant être associés ou non à la lignine ou à d'autres composants non glucidiques tels que les polyphénols, les phytostérols ou encore les saponosides. Leur détermination repose généralement sur la méthode de **Weende (1967)**, qui consiste en une double hydrolyse acido-basique réalisée à chaud. Cette technique permet de solubiliser la quasi-totalité des constituants cellulaires, à l'exception des fibres alimentaires et des éléments minéraux (**Gaouar, 2011**).

Le résidu végétal (obtenu après filtration et récupération des polyphénols) séché à 105 °C pendant 3 heures a été mélangé à 150 ml d'acide sulfurique à 1,25 % et porté à ébullition pendant 30 minutes. Le résidu a été filtré et lavé trois fois avec l'eau distillée chaude. Il a ensuite été traité avec 150 ml d'hydroxyde de potassium à 1,25 % et bouilli à nouveau pendant 30 minutes. Le résidu a été lavé trois fois à l'eau distillée chaude, puis une fois à l'eau distillée froide. Un lavage final a été réalisé trois fois avec 25 ml d'acétone. Le résidu a été séché à 105 °C jusqu'à poids constant. Enfin, le résidu a été incinéré dans un four à moufle à 550 °C pendant 3 heures. Les cendres obtenues ont été récupérées et conservées au réfrigérateur. Le taux de fibres brutes (FB%) a été calculé par la formule suivante (**AOAC, 2000**) :

$$FB(\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_0} \times 100$$

Où :

- FB (%): taux de fibres brutes (%)
- P₁: poids du creuset après étuvage (g)
- P₂: poids du creuset après incinération (g)
- P₀: prise d'essai (g)

II.4. Préparation des formulations

À la suite des étapes d'extraction des polyphénols totaux et des fibres alimentaires, les extraits secs obtenus pour chaque plante ont été regroupés de manière à représenter 100 % du rendement total par espèce végétale. Ces extraits ont ensuite été utilisés pour la préparation de formulations expérimentales, visant à évaluer l'activité antioxydante individuelle et combinée de la camomille (*Matricaria chamomilla* L) et de la lavande (*Lavandula angustifolia* Mill). Cinq formulations distinctes ont été préparées, la première formulation contient 100 % d'extrait sec de la camomille (*Matricaria chamomilla* L) et est désignée C100 %. La deuxième, notée L100 %, est composée exclusivement de 100 % d'extrait sec de lavande .

Une troisième formulation a été élaborée à proportions égales, avec 50 % de chaque extrait (formulation C50/L50), afin d'évaluer l'interaction entre les deux plantes. Enfin, deux formulations asymétriques ont été mises au point : l'une à prédominance de la camomille (75 % C / 25 % L) et l'autre à prédominance de lavande (75 % L / 25 % C) (**Tableau III**). Ces mélanges ont été soigneusement homogénéisés.

Tableau III : Préparation des formulations

Formulations	Extrait de camomille (%)	Extrait de lavande (%)
01	100	0
02	75	25
03	50	50
04	25	75
05	0	100

II.5. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu, selon. Le réactif de Folin-Ciocalteu composé d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique, est réduit en oxydes bleus de tungstène et de molybdène lors de l'oxydation des composés phénoliques, l'intensité de l'absorbance étant proportionnelle à la concentration en polyphénols (**Sánchez-Rangel et al., 2013**)

Un volume de 200 µl de chaque extrait a été mélangé à 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois) et 800 µl d'une solution aqueuse de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % (m/V). Après 2 heures d'incubation à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible. Une courbe d'étalonnage a été réalisée avec des solutions d'acide gallique (0 à 0,3 mg/L). Les résultats ont été exprimés en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g ES) (**Dudonné et al., 2009**). L'expérience a été réalisée en triplicat.

II.6. Dosage des flavonoïdes

La quantification des flavonoïdes a été réalisée par une méthode basée sur la formation d'un complexe flavonoïde-aluminium de couleur jaune, avec une absorbance maximale à 430 nm (**Fernandes et al., 2012**).

Un volume de 1 ml de chaque solution a été mélangé à 1 ml de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) dans des tubes à essai, agités soigneusement. Après 30 minutes d'incubation à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée par spectrophotométrie UV-Vis à 430 nm. Une courbe d'étalonnage a été établie avec une gamme de concentrations de quercétine (0 à 30 µg/L). La teneur en flavonoïdes a été exprimée en équivalents quercétine

(mg EQ/g ES). L'expérience a été répétée trois fois.

II.7. Dosage des tanins

La teneur en tanins a été évaluée selon une méthode adaptée de **Ali-Rachedi et al. (2018)**. 2 ml d'extrait ont été mélangés à 3 ml d'une solution de vanilline (4 % P/V dans le méthanol) et à 1,5 ml d'acide chlorhydrique (37 %). Le mélange a été homogénéisé et incubé à température ambiante pendant 15 minutes. L'absorbance a été mesurée à 500 nm. La quantification a été réalisée à l'aide d'une courbe d'étalonnage préparée avec la catéchine comme standard. Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g ES).

II.8. Détermination de l'activité antioxydante

II.8.1. Test DPPH

Le DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl) est un radical stable fréquemment utilisé pour évaluer la capacité antioxydante. Soluble dans les solvants organiques, il présente une bande d'absorption caractéristique à 515 nm (**Boylan et al., 2015**). La présence d'antioxydants dans l'échantillon entraîne une diminution de l'intensité d'absorption après 30 minutes d'incubation. La réduction du DPPH par un antioxydant se traduit par la disparition de la couleur violette caractéristique du radical libre, laissant place à une couleur jaune pâle due à la formation du composé réduit (**Chedea et Pop, 2019**).

Un volume de 500 µL de chaque extrait a été mélangé avec 1,95 ml de solution de DPPH (absorbance de $0,68 \pm 0,03$ à 515 nm). Le mélange a été agité vigoureusement et incubé pendant 30 minutes à température ambiante. L'absorbance a été mesurée par spectrophotométrie UV-Vis à 515 nm (**Popovici et al., 2009**). Une courbe d'étalonnage a été établie avec des concentrations d'acide ascorbique (0 - 20 µg/ml). La capacité antioxydante a été exprimée en équivalents acide ascorbique (mg EAA/g d'extrait sec). L'expérience a été répétée trois fois.

II.8.2. Pouvoir Réducteur (FRAP)

La détermination du pouvoir réducteur repose sur la réduction du complexe ferricyanure-fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}) en présence d'antioxydants. Cette réaction se manifeste par la formation d'une coloration bleu-verdâtre, dont l'intensité est proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait.

Un volume de 2,5 ml d'extrait a été mélangé avec 2,5 ml de tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et 2,5 ml de ferricyanure de potassium (1 %). Le mélange a été incubé à 50 °C pendant 20 minutes. Après incubation, 2,5 ml d'acide trichloroacétique (10 %), 1 ml d'eau distillée et 0,5 ml de chlorure ferrique (0,1 %) ont été ajoutés. L'absorbance du mélange a été mesurée à 700 nm après 10 minutes d'incubation. Les résultats ont été exprimés en mg d'équivalent acide

gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g ES) (Gohari *et al.*, 2011).

II.9. Traitement statistique des données

Tous les essais ont été répétés trois fois (Sauf le rendement d'extraction) et les résultats ont été exprimés par la moyenne \pm l'écartype. Une analyse de variance (ANOVA) sur toutes les données a été effectuée utilisant le logiciel XLSTAT, un test de Tukey a été utilisé où $p < 0,05$ a été considéré comme significatif.

Chapitre III : **Résultats et Discussion**

III.1. Analyses physicochimiques

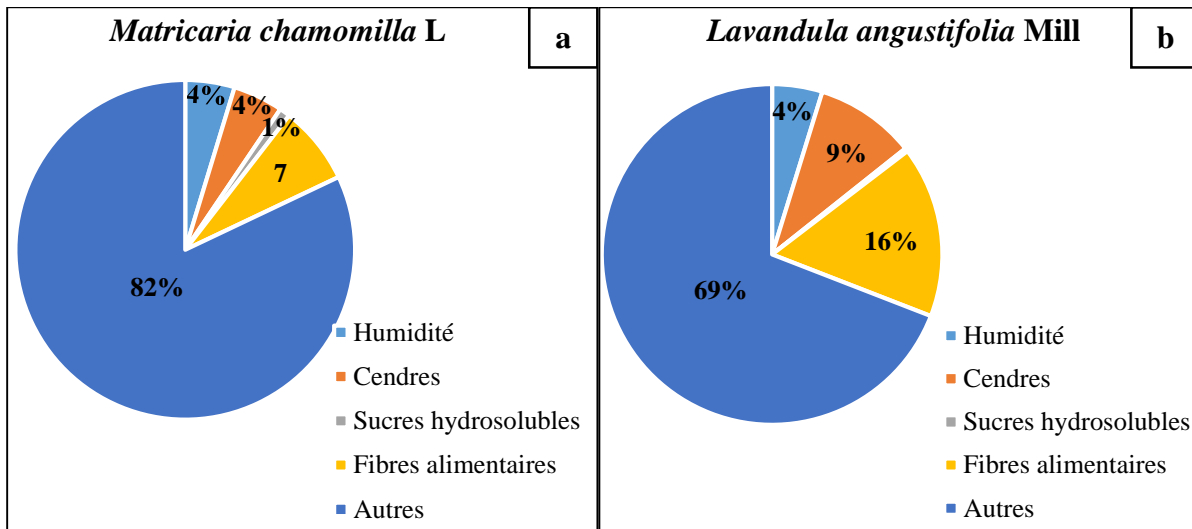


Figure 03 : Résultats des analyses physicochimiques de *Matricaria chamomilla* L (a) et de *Lavandula angustifolia* Mill (b)

III.1.1. Taux d'humidité

L'humidité est un paramètre essentiel dans l'analyse physico-chimique des matières végétales, car elle conditionne leur stabilité, leur durée de conservation ainsi que leur performance lors de l'extraction des constituants bioactifs. Une forte teneur en eau peut induire l'activation des enzymes endogènes, favoriser le développement microbien et accélérer la dégradation des métabolites d'intérêt. En revanche, une faible humidité contribue généralement à préserver l'intégrité des extraits secs et à prolonger leur conservation (Martins *et al.*, 2023).

Dans la présente étude, l'analyse physico-chimique de *Matricaria chamomilla* L. a mis en évidence une teneur en humidité de $4,7 \pm 0,26$ % (Figure 03). Ce taux est nettement inférieur à celui rapporté par Qasem *et al.* (2022), qui ont observé un taux d'humidité de $11,04 \pm 0,02$ %, ainsi qu'à celui mentionné par Lee *et al.* (2022), dont les valeurs variaient entre 7,5 % et 11 %. Ces résultats suggèrent que l'échantillon analysé dans cette étude présente une stabilité physico-chimique accrue. En effet, une faible teneur en eau est généralement considérée comme un critère de qualité important, favorisant la conservation des extraits végétaux, notamment lorsqu'ils sont destinés à des usages thérapeutiques ou industriels.

L'analyse physico-chimique de la poudre de *Lavandula angustifolia* Mill utilisée dans la présente étude a révélé une teneur en humidité de $4,77 \pm 0,23$ % (Figure 03). Cette faible valeur indique le bon séchage de l'échantillon, conforme aux normes de qualité recommandées par l'AOAC pour les produits végétaux. Ce résultat est inférieur à ceux rapportés dans la littérature, notamment par Lyczko *et al.* (2019), qui ont observé des taux d'humidité compris entre 6,87 % et 7,18 % selon les méthodes de séchage appliquées. Une teneur en eau inférieure à 10 % est

généralement reconnue comme un indicateur favorable à la stabilité physico-chimique et à la conservation des matériaux végétaux, en limitant les phénomènes d'hydrolyse enzymatique et le développement microbien.

III.1.2. Taux de cendres

La teneur en cendres reflète la teneur en minéraux d'un échantillon végétal et constitue un paramètre important dans l'évaluation de ses qualités nutritionnelles et pharmacologiques. Cette analyse repose sur une incinération à haute température (500–800 °C), permettant d'éliminer la matière organique et d'obtenir un résidu minéral stable, conformément aux méthodes officielles (AOAC, 1990).

La poudre sèche de *Matricaria chamomilla* L. analysée dans cette étude présente une teneur en cendres de $4,76 \pm 0,22$ (Figure 03). Cette valeur est nettement plus élevée que celles rapportées par Slavov et al. (2016) et Qasem et al. (2022), qui ont observé des taux de $0,36 \pm 0,02$ % et $0,89 \pm 0,1$ %, respectivement. Cette différence pourrait être attribuée à la nature du sol d'origine de l'échantillon, potentiellement plus riche en éléments minéraux, ce qui se traduit par une accumulation accrue de minéraux dans les tissus végétaux.

Concernant le *Lavandula angustifolia* Mill, la détermination du taux de cendres a révélé une teneur de $9,53 \pm 0,45$ % (Figure 03). Les feuilles de *Lavandula angustifolia* L présentent les concentrations les plus élevées en éléments minéraux, notamment en potassium, aluminium et fer. Les racines sont riches en magnésium, sodium et zinc, tandis que les inflorescences se distinguent par des teneurs élevées en potassium, calcium et brome. La teneur maximale autorisée en cendres totales pour *Matricaria chamomilla* L et *Lavandula angustifolia* Mill doit être inférieure à 10 % selon la pharmacopée européenne (Ciocarlan et al., 2021).

III.1.3. Sucres totaux

Dans la présente étude, la teneur en sucres totaux de l'échantillon de *Matricaria chamomilla* L. a été estimée à $1,04 \pm 0,14$ %, traduisant une faible concentration en glucides solubles. Ce résultat est comparable à celui rapporté par Al-Snafi et Hasham (2023), qui ont observé des teneurs en sucres totaux variant entre 1,15 et 1,85 %, en sucres réducteurs entre 0,94 et 1,33 %, et en saccharose entre 0,20 et 0,50 %, exprimés en pourcentage du poids frais. En revanche, ces valeurs restent inférieures à celles rapportées par El Mihyaoui et al. (2022), qui ont quantifié une teneur en oses totaux totaux de 6,3 %. Cette variation peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment le stade de développement végétatif, la partie de la plante utilisée, les conditions climatiques, ainsi que les méthodes d'extraction et d'analyse employées.

En ce qui concerne la *Lavandula angustifolia* Mill, notre analyse a révélé une teneur en sucres totaux de $0,31 \pm 0,07$ %.

De manière générale, la littérature ne fournit que peu de données précises sur la teneur en sucres de ces deux espèces. Toutefois, ses propriétés hypoglycémiantes bien documentées suggèrent naturellement une faible teneur en sucres, ce qui soutient son potentiel dans la prise en charge du diabète. En effet, plusieurs travaux ont mis en évidence une activité anti-hyperglycémique significative de ses extraits, mettant en lumière sa capacité à réguler la glycémie (Assaggaf *et al.*, 2024).

Selon Sebai *et al.* (2013) et Kaseb *et al.* (2018), l'administration de *Lavandula angustifolia* Mill exerce ses effets antidiabétiques à travers divers mécanismes physiopathologiques, notamment par la stimulation de la sécrétion et de la concentration plasmatique d'insuline ainsi que l'inhibition de l'activité enzymatique de l' α -amylase et l' α -glucosidase.

III.1.4. Taux de fibres

Les fibres alimentaires sont des polymères glucidiques d'origine végétale, pouvant être associés à d'autres composés non glucidiques tels que la lignine, les polyphénols, les cires, les saponosides ou encore les phytostérols (AFSSA, 2002). Elles sont reconnues pour leurs effets bénéfiques sur la santé, notamment par leur capacité à réduire le cholestérol total et les lipoprotéines de basse densité (LDL), ainsi qu'à atténuer les élévations postprandiales de la glycémie et de l'insulinémie (Bruneton, 1999). De plus, elles contribuent au bon fonctionnement du transit intestinal, à la prévention de la constipation et à l'équilibre du microbiote intestinal (FAO/WHO, 2003)

Dans notre étude, la teneur en fibres brutes a été quantifiée à 7,47 % pour *Matricaria chamomilla* L et 16,26 % pour la *Lavandula angustifolia* Mill. La littérature reste limitée en ce qui concerne les données précises sur les fibres alimentaires de ces deux espèces. Cependant, Une étude menée par Kerbab *et al.* (2025) a montré que l'ajout de 30 % de poudre de camomille dans une formulation de pain enrichi entraînait une augmentation significative de la teneur en fibres, atteignant 10,6 %, ce qui met en évidence la richesse en composés fibreux de cette plante.

La variabilité de la teneur en fibres peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment la zone géographique de culture, le stade de développement, la partie végétale utilisée, ainsi que les méthodes d'extraction et d'analyse employées. À ce jour, peu d'études ont utilisé des protocoles analytiques standardisés tels que ceux recommandés par l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC), soulignant ainsi la nécessité d'analyses complémentaires pour

une meilleure caractérisation des fractions fibreuses des plantes.

Les fibres alimentaires jouent un rôle clé dans la modulation de la santé mentale par leur influence sur le microbiote intestinal, qui interagit avec le système nerveux central via l'axe intestin-cerveau. En favorisant la croissance de bactéries bénéfiques, notamment productrices d'acides gras à courte chaîne (AGCC) comme le butyrate, les fibres contribuent à réduire l'inflammation systémique et à moduler la production de neurotransmetteurs impliqués dans la régulation de l'humeur et du stress. Des études suggèrent qu'un apport suffisant en fibres alimentaires est associé à une diminution des symptômes d'anxiété et de dépression, et pourrait améliorer aussi les fonctions cognitives (La Torre *et al.*, 2021; Muth et Park, 2021).

III.2. Rendement d'extraction et teneur en composés phytochimiques

III.2.1. Rendements d'extraction

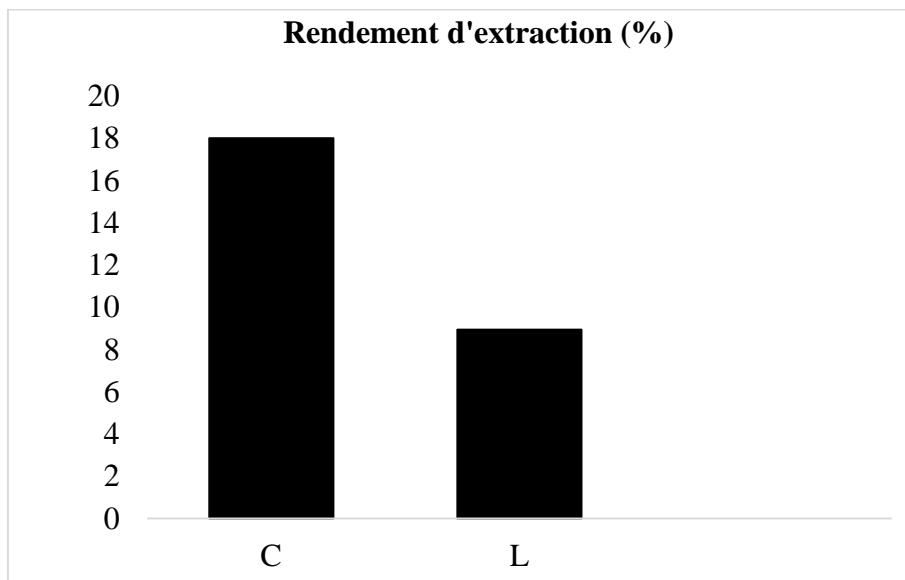


Figure 04 : Rendement d'extraction de *Matricaria chamomilla* L et *Lavandula angustifolia* Mill

Dans la présente étude, le rendement d'extraction hydroéthanolique de *Matricaria chamomilla* L. a été estimé à 18 % (Figure 04). Ce rendement est supérieur à ceux rapportés par Boudieb et Kaki (2018), qui ont obtenu respectivement 9,4 % et 6,4 % par macération à l'aide de méthanol et de chloroforme. Toutefois, il reste légèrement inférieur au rendement de 19,92 % obtenu par décoction dans l'eau distillée. L'éthanol est largement privilégié comme solvant d'extraction des composés phénoliques en raison de ses nombreux avantages : faible toxicité, accessibilité économique et conformité aux normes de sécurité alimentaire (Taleb-Boudraa, 2016 ; Guettouche et Issaad, 2020). Ces propriétés en font un solvant de choix pour la production d'extraits à visée pharmaceutiques ou nutraceutiques.

Par ailleurs, l'ajout d'eau aux solvants organiques permet de moduler leur polarité, ce qui améliore la solubilité et l'extraction des composés phénoliques, notamment les polyphénols (Atik et Mohammedi, 2011).

Concernant *Lavandula angustifolia* Mill., le rendement d'extraction a été évalué à 8,95 % (Figure 04), un taux inférieur à celui rapporté par Slimani et al. (2022), qui ont obtenu un rendement de 21,68 % à l'aide d'une extraction à l'eau distillée.

Il convient de souligner que le rendement d'extraction dépend de plusieurs facteurs, notamment la nature et la polarité du solvant, la méthode d'extraction utilisée, la période de récolte, la partie de la plante exploitée ainsi que les conditions expérimentales appliquées (Boudieb et Kaki, 2018).

III.2.2. Teneur en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des différents extraits issus de l'incorporation de *Matricaria chamomilla* L de *Lavandula angustifolia* Mill est illustrée dans la figure 05. Ces teneurs varient de $267,68 \pm 24$ mg EAG/g MS pour l'extrait L100% (*Lavandula angustifolia* Mill à 100 %) à $880,96 \pm 20,46$ mg EAG/g MS pour l'extrait C 100% (*Matricaria chamomilla* L à 100 %). Cette variation met en évidence la richesse significative en composés phénoliques de *Matricaria chamomilla* L par rapport au *Lavandula angustifolia* Mill, confirmant son potentiel antioxydant.

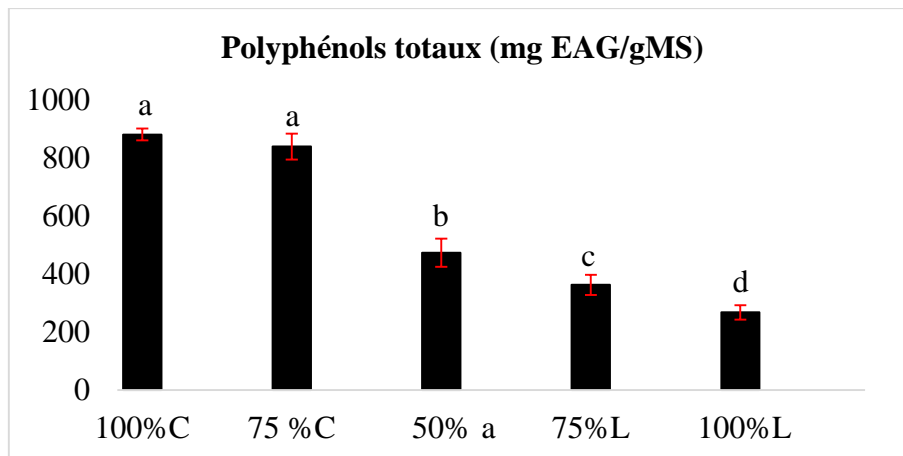


Figure 05 : Teneur en polyphénols totaux des différentes formulation

L'évaluation quantitative des composés phénoliques a révélé que l'extrait sec de *Matricaria chamomilla* L. (C100 %) présente la teneur la plus élevée en polyphénols, atteignant $880,96 \pm 20,46$ mg EAG/g de matière sèche (MS), indiquant une richesse significative en composés antioxydants. En comparaison, l'extrait sec de *Lavandula angustifolia* Mill. (L100 %) affiche la teneur la plus faible, avec $267,68 \pm 24$ mg EAG/g MS. Les extraits combinés présentent des teneurs intermédiaires, proportionnelles à la quantité de *L. angustifolia* incorporée. Ainsi, l'extrait C75 % ne montre pas de différence significative avec l'extrait C100 %, ce qui confirme la prédominance des composés phénoliques dans *M. chamomilla* L. À l'inverse, l'extrait L75 % présente une teneur plus faible ($362,42 \pm 34,73$ mg EAG/g MS), tandis que l'extrait 50 % (C50 %-L50 %) atteint une valeur intermédiaire de $472,92 \pm 48,31$ mg EAG/g MS.

La teneur en polyphénols totaux obtenue pour *M. chamomilla* L. dans notre étude est nettement supérieure à celles rapportées dans la littérature. Par exemple, **Al-Snafi et Hasham (2023)**, **Haghi et al. (2014)**, **Mohamed et al. (2021)**, **Catani et al. (2021)** et **Mohammad Al-Ismail et Aburjai (2004)** ont rapporté des teneurs de 308,78–420,35 mg/100 g MF, 1,77–50,75 g EAG/100 g ES, $412,5 \pm 19$ mg EAG/g ES, $100,5 \pm 4,8$ mg EAG/g ES et $273,7 \pm 3,3$ mg/g ES, respectivement. Ces variations peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment les conditions de culture, la partie végétale utilisée, la méthode d'extraction ou encore la période de récolte.

En ce qui concerne *L. angustifolia* Mill., la teneur mesurée dans notre étude est inférieure à celle rapportée par **Khedimallah et Khedimallah (2018)**, qui ont quantifié une concentration de $486 \pm 111,02$ mg/g. Toutefois, notre résultat reste supérieur à ceux rapportés par **Betlej et al. (2024)**, dont les valeurs varient entre $16,95 \pm 0,48$ et $24,49 \pm 0,45$ mg EAG/g, ainsi que par **Slimani et al. (2022)**, qui ont obtenu $67,97 \pm 0,14$ mg EAG/g.

Cette variabilité dans la teneur en composés phénoliques peut être influencée par de nombreux facteurs, tels que les conditions climatiques et géographiques (facteurs extrinsèques), le génotype (facteurs intrinsèques), le stade de développement, la partie végétale analysée ainsi que la durée et les conditions de stockage (**Pedneault et al., 2001**).

III.2.3. Teneur en flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes des différentes incorporations sont présentées dans la **figure 06**.

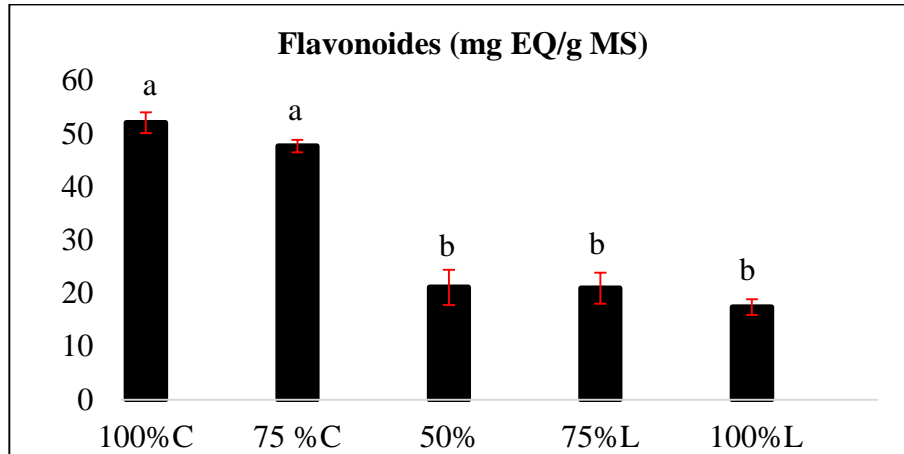


Figure 06 : Teneur en flavonoïdes des différentes formulations

Dans la présente étude, la teneur en flavonoïdes totaux de *Matricaria chamomilla* L. a été estimée à $52,04 \pm 1,96$ mg EQ/g MS, traduisant une concentration relativement élevée en flavonoïdes. Toutefois, cette valeur demeure inférieure à celle rapportée par **Al-Dabbagh et al. (2019)**, qui ont mesuré une teneur significativement plus élevée de $157,9 \pm 2,22$ mg EQ/g d'extrait sec (ES). À titre comparatif, **Mohamed et al. (2021)** ont obtenu une valeur légèrement supérieure ($57,6 \pm 11,3$ mg EQ/g ES), tandis que d'autres études ont rapporté des concentrations plus faibles, notamment **Guimarães et al. (2013)** avec $1,56 \pm 0,12$ g/100 g ES, et **Sebai et al. (2015)** avec $24,83$ mg EQ/g ES.

En ce qui concerne *Lavandula angustifolia* Mill., la teneur en flavonoïdes déterminée dans cette étude est de $17,37 \pm 1,46$ mg EQ/g MS, ce qui est inférieur à celle rapportée par **Slimani et al. (2022)**, soit $53,58 \pm 0,42$ mg EQ/g MS.

Les variations observées dans les teneurs en flavonoïdes entre les différentes études peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, tels que l'espèce ou l'écotype végétal, la polarité et la nature du solvant utilisé, la méthode d'extraction appliquée, les conditions climatiques, ainsi que le stade phénologique de la plante au moment de la récolte (**Kabubii et al., 2023**).

D'une manière générale, les concentrations en flavonoïdes obtenues dans cette étude sont importantes et indiquent un potentiel antioxydant remarquable. Ces métabolites secondaires jouent un rôle essentiel dans la neutralisation des espèces réactives de l'oxygène (ERO), contribuant ainsi à la protection cellulaire contre les dommages induits par le stress oxydatif (**Panche et al., 2016**).

III.2.4. Teneur en tanins condensés

Les résultats illustrés dans la **figure 07**, indiquent que les teneurs en tanins condensée de varient de $170,83 \pm 8,33$ mg EAG/g MS pour l'incorporation 100%L à $201,38 \pm 10,49$ mg EAG/g MS pour 100%C.

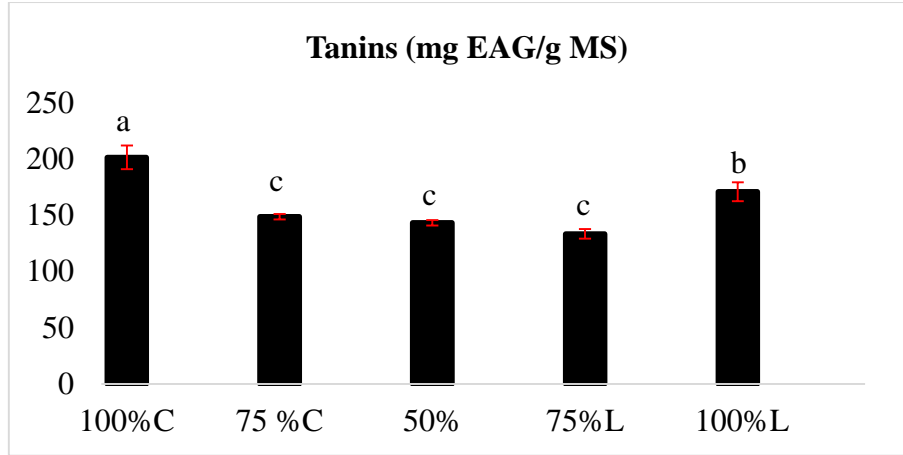


Figure 07 : Teneur en tanins des différentes formulations

Dans la présente étude, la teneur en tanins de l'extrait éthanolique de *Matricaria chamomilla* L. a été quantifiée à $201,38 \pm 10,49$ mg EAG/g MS, représentant la concentration la plus élevée parmi les échantillons analysés. Ce résultat dépasse largement ceux rapportés par **Mohamed et al. (2021)** et **Sebai et al. (2015)**, qui ont respectivement mesuré des teneurs de $12,8 \pm 5,2$ mg EAG/g ES et $1,74$ mg EAG/g ES.

Concernant *Lavandula angustifolia* Mill., la teneur en tanins obtenue dans cette étude est de $170,83 \pm 8,33$ mg EAG/g ES, ce qui reste significativement supérieur à celle rapportée par **Slimani et al. (2022)**, soit $9,19 \pm 0,32$ mg/g ES.

Les écarts observés entre les différentes études peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment la méthode de dosage, la nature et la polarité du solvant utilisé, la partie végétale analysée, les conditions environnementales, ainsi que les paramètres opératoires de l'extraction (**Falleh et al., 2021**).

III.3. Activité antioxydante

III.3.1. Réduction du radical libre (DPPH)

Les résultats de la réduction du radical libre DPPH sont illustrés dans la **figure 08**. Les valeurs de la capacité antioxydante diffèrent significativement d'une incorporation à l'autre de $14,62 \pm 1,98$ à $18,37 \pm 0,12$ mg EAA/g MS.

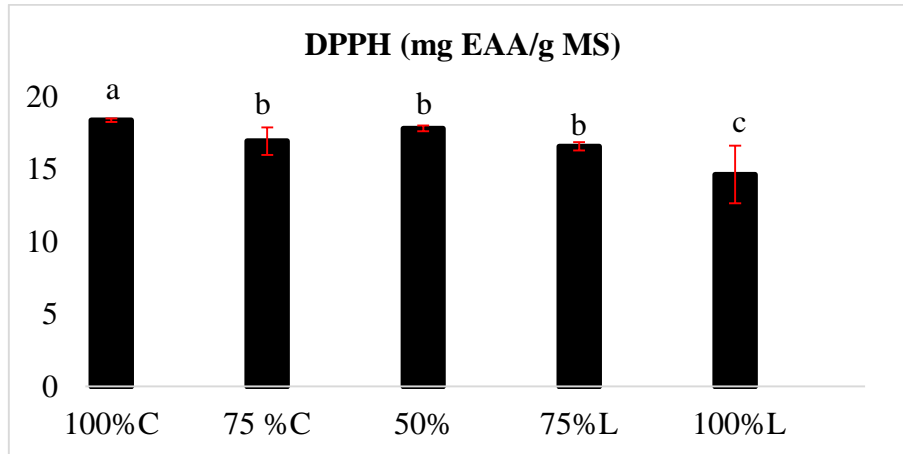


Figure 08 : Capacité antioxydante des différentes formulations

Dans la présente étude, l'extrait à 100 % de *Matricaria chamomilla* L. a révélé la plus forte activité antioxydante parmi toutes les formulations testées, tandis que l'extrait à 100 % de *Lavandula angustifolia* Mill a présenté la plus faible. Cette différence reflète une supériorité du potentiel antioxydant de la camomille, qui peut être attribuée à sa richesse en composés phénoliques, notamment en flavonoïdes et acides phénoliques, largement reconnus pour leur capacité à piéger les radicaux libres et à inhiber les réactions d'oxydation (Panche *et al.*, 2016 ; Wojdylo *et al.*, 2007).

Ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés dans la littérature. Mohamed *et al.* (2021) ont quantifié une capacité antioxydante totale de $670,8 \pm 25,2$ mg EAG/g de matière sèche pour un extrait de *M. chamomilla*. Guimarães *et al.* (2013), quant à eux, ont observé des valeurs variables en fonction de la technique d'extraction : $344,02 \pm 18,65$ mg EAG/g pour la décoction, $394,97 \pm 44,31$ mg EAG/g pour l'infusion, et jusqu'à $800,36 \pm 49,09$ mg EAG/g pour la macération. Ces écarts soulignent l'influence notable de la méthode d'extraction sur l'expression de l'activité antioxydante.

En ce qui concerne *L. angustifolia* Mill., l'activité antioxydante mesurée dans notre étude est significativement inférieure à celles rapportées par Slimani *et al.* (2022), qui ont obtenu des valeurs comprises entre $339,2 \pm 0,02$ mg EAG/g et $819,6 \pm 0,09$ mg EAG/g selon la nature de l'extrait et la méthode appliquée. De même, Dobros *et al.* (2022) ont rapporté une capacité antioxydante de $107,29 \pm 0,05$ mg TE/g dans des extraits aqueux de lavande.

Les écarts observés entre les différentes études peuvent être expliqués par plusieurs facteurs déterminants : la nature du solvant utilisé, les conditions opératoires (durée, température, rapport solvant/matière), la partie végétale utilisée, le stade de développement de la plante au

moment de la récolte, ainsi que les conditions environnementales de culture (Falleh *et al.*, 2021 ; Kabubii *et al.*, 2023).

III.3.2. Réduction du fer (FRAP)

Les résultats de pouvoir réducteur de nos échantillons sont illustrés dans la figure 09. Les résultats varient entre 16,53 et 30,46 mg EAA/g MS, le pouvoir réducteur d'extrait de 100%C est le plus élevé (30,46±0,27 mg EAA/g MS), les formulations 75%L, 50%, 75%C présentent un pouvoir réducteur moyen (22,06±1,40; 29,14±0,13 et 28,76±0,17 mg EAA/g MS) et le pouvoir le plus faible a été enregistré dans la formulation L100% (13,53±0,19mg EAA/g MS).

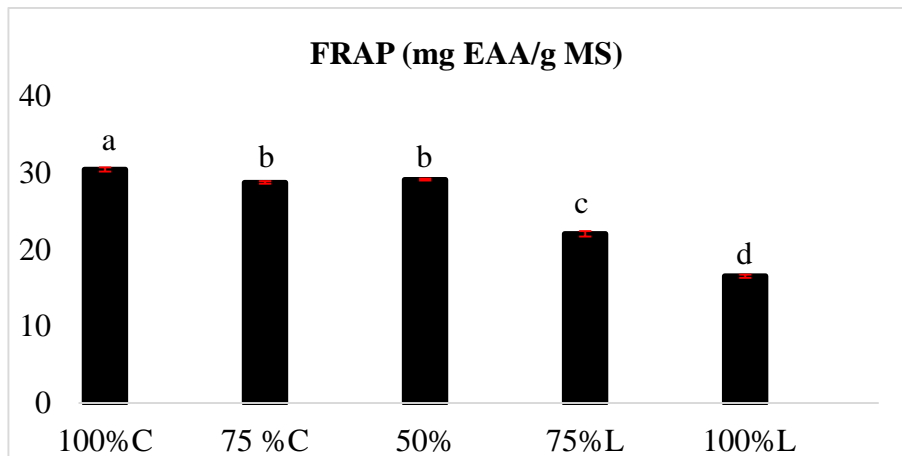


Figure 09 : Pouvoir réducteur des différentes formulations

Dans l'étude menée par Guimarães *et al.* (2013), l'activité antioxydante de *Matricaria chamomilla* L. a été évaluée à l'aide du test FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), révélant des capacités réductrices significatives avec des valeurs comprises entre 232,49 ± 26,19 µg/ml (pour l'extrait par décoction), 316,61 ± 2,46 µg/ml (infusion), et 318,75 ± 3,01 µg/ml (macération), mettant en évidence une efficacité comparable entre les méthodes d'extraction aqueuses. Ces résultats traduisent un fort potentiel antioxydant, attribuable à la richesse en composés phénoliques et flavonoïdiques de la plante.

En ce qui concerne *Lavandula angustifolia* Mill., Betlej *et al.* (2024) ont rapporté des valeurs de FRAP variant entre 31,47 ± 1,32 µmol Fe²⁺/g et 89,10 ± 0,45 µmol Fe²⁺/g, selon le type d'extrait et les conditions d'analyse, indiquant une activité antioxydante modérée. Cette variabilité peut être liée à la concentration en composés actifs tels que le linalol, l'acétate de linalyle et les faibles quantités de polyphénols.

Par ailleurs, d'autres études corroborent cette différence de potentiel antioxydant entre les deux espèces. Selon Slimani *et al.* (2022), les extraits méthanoliques de lavande présentent une activité antioxydante FRAP nettement inférieure à celle d'autres plantes médicinales riches en

flavonoïdes. De plus, selon **Panche et al. (2016)**, l'efficacité antioxydante des extraits végétaux dépend largement de la nature chimique des composés phénoliques, de leur positionnement sur les cycles aromatiques, et de la synergie entre les différents constituants.

III.5. Formulation du complément alimentaire

La formulation d'un complément alimentaire en gélules à base de plantes suit un protocole rigoureux visant à garantir l'efficacité, la sécurité et la stabilité du produit fini (**Aiden et Belbezzouh, 2024**). Dans cette étude, les cinq formulations ont été soumises à une seconde phase de séchage, afin de réduire au maximum la teneur en humidité résiduelle et ainsi prolonger la durée de conservation du produit. Pour chaque formulation, une masse de 400 mg de poudre végétale a été homogénéisée avec 10 mg de pipérine (extrait de poivre noir), reconnue pour son effet potentialisateur sur la biodisponibilité des principes actifs, et 90 mg d'amidon de maïs utilisé comme agent de charge. Le mélange final, d'un poids total de 500 mg, a ensuite été encapsulé dans des gélules végétales de taille 00. Il est essentiel de s'assurer que chaque gélule est correctement remplie afin d'éviter les phénomènes d'hygroscopicité, susceptibles de compromettre la stabilité du produit. Enfin, les gélules ont été conditionnées dans des flacons hermétiques opaques, puis conservées dans un environnement frais et sec afin de préserver leurs propriétés physico-chimiques et microbiologiques.

Conclusion générale et perspectives

Cette recherche a visé à caractériser les propriétés physico-chimiques, phytochimiques et biologiques de *Matricaria chamomilla* L. et *Lavandula angustifolia* Mill, deux espèces végétales reconnues en médecine traditionnelle pour leur efficacité dans le traitement des troubles du système nerveux. L'objectif principal était de développer un complément alimentaire innovant basé sur l'association de leurs extraits riche en polyphénols et en fibres alimentaires. Depuis l'Antiquité, ces deux espèces botaniques sont réputées pour leurs propriétés sédatives, anxiolytiques et équilibrantes du système nerveux. Cet usage traditionnel est désormais confirmé par des recherches scientifiques et d'études cliniques, mettant en évidence leur efficacité dans la modulation de l'humeur, la diminution des troubles anxieux et l'amélioration de la qualité du sommeil. Les analyses réalisées ont révélé des profils complémentaires particulièrement prometteurs : *Matricaria chamomilla* L se distingue par sa richesse en composés phytochimiques comme les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins, tandis que *Lavandula angustifolia* Mill présente un pourcentage remarquable en fibres alimentaires, corrélée à des propriétés antioxydantes marquées. Cette synergie biochimique ouvre des perspectives thérapeutiques encourageantes pour la prise en charge des dysfonctionnements nerveuses.

Néanmoins, ces résultats préliminaires appellent à des investigations approfondies selon une approche méthodologique rigoureuse :

- **Validation biologique** : Des expérimentations *in vivo* sur modèles animaux s'avèrent indispensables pour évaluer l'efficacité thérapeutique réelle, tout en déterminant les paramètres pharmacocinétiques et pharmacodynamiques essentiels.
- **Sécurité d'emploi** : Une caractérisation toxicologique exhaustive doit être menée, incluant l'évaluation de la toxicité aiguë et subaiguë, préalable indispensable à toute application clinique.
- **Validation clinique** : Des essais thérapeutiques contrôlés et randomisés constitueront l'étape ultime pour démontrer scientifiquement l'efficacité et la sécurité d'emploi chez l'homme.



**Références
bibliographiques**

Adaszyńska-Skwirzyńska, M., & Dzięcioł, M. (2017). Comparison of phenolic acids and flavonoids contents in various cultivars and parts of common lavender (*Lavandula angustifolia*) derived from Poland. *Natural Product Research*, 31(22), 2575–2580.

Afrigan, L., Jafari Anarkooli, I., Sohrabi, D., Abdanipour, A., Yazdinezhad, A., Sayyar, Z., Ghorbanlou, M., & Arianmanesh, M. (2019). The effect of hydroethanolic extract of *Matricaria chamomilla* on the reproductive system of male rats exposed to formaldehyde. *Andrologia*, 51(5), e13362.

AFSSA. (2002). Les fibres alimentaires : Définitions, méthodes de dosage, allégations nutritionnelles. Rapport du Comité d'experts spécialisé en nutrition humaine. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

Akhondzadeh, S., Kashani, L., Fotouhi, A., Jarvandi, S., Mobaseri, M., Moin, M., Khani, M., Jamshidi, A. H., Baghalian, K., & Taghizadeh, M. (2003). Comparison of *Lavandula angustifolia* Mill. tincture and imipramine in the treatment of mild to moderate depression: A double-blind, randomized trial. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 27(1), 123–127.

Al-Dabbagh, B., Elhaty, I. A., Elhaw, M., Murali, C., Al Mansoori, A., Awad, B., & Amin, A. (2019). Antioxidant and anticancer activities of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *BMC Research Notes*, 12, 1–8.

Ali-Rachedi, F., Meraghni, S., Touaibia, N., & Mesbah, S. (2018). Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa atropurpurea* subsp. *maritima* L. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 87, 41–53.

Al-Mekhlafi, F. A., Abutaha, N., Al-Doaiss, A. A., Ahmed Al-Keridis, L., Alsayadi, A. I., Mohamed, R. A. E. H., Wadaan, M. A., Ibrahim, K. E., & Al-Khalifa, M. S. (2021). Target and non-target effects of *Foeniculum vulgare* and *Matricaria chamomilla* combined extract on *Culex pipiens* mosquitoes. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5773–5780.

Al-Snafi, A. E., & Hasham, L. F. (2023). Bioactive constituents and pharmacological importance of *Matricaria chamomilla*: A recent review. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 22, 79–98.

AOAC. (2000). *Official methods of analysis* (13th ed.). Association of Official Analytical Chemists.

Asadi, Z., Ghazanfari, T., & Hatami, H. (2020). Anti-inflammatory effects of *Matricaria chamomilla* extracts on BALB/c mice macrophages and lymphocytes. *Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology*, 19(1), 63–73.

Assaggaf, H., El Hachlafi, N., Elbouzidi, A., Taibi, M., Alnasser, S. M., Bendaif, H., & Mrabti, H. N. (2024). Exploring the antidiabetic and anti-inflammatory potential of *Lavandula officinalis* essential oil: In vitro and in silico insights. *Heliyon*, *10*(15), e27895.

Atik, F., & Mohammedi, Z. (2011). Impact of solvent extraction type on total polyphenols content and biological activity from *Tamarix aphylla* (L.) Karst. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, *2*(1), 609–615.

Awaad, A. A., El-Meligy, R. M., Zain, G. M., Safhi, A. A., Al Qurain, N. A., Almoqren, S. S., Zain, Y. M., Seshadri, V. D., & Al-Saikhan, F. I. (2018). Experimental and clinical antihypertensive activity of *Matricaria chamomilla* extracts and their angiotensin-converting enzyme inhibitory activity. *Phytotherapy Research*, *32*(8), 1564–1573.

Ayran, İ., Çelik, S. A., Kan, A., & Kan, Y. (2018). Essential oil yield and compositions of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) cultivated in different provinces of Turkey. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, *2*(4), 202–203.

-B-

Bahmani, M., Zargaran, A., Rafieian-Kopaei, M., & Saki, K. (2014). Ethnobotanical study of medicinal plants used in the management of diabetes mellitus in the Urmia, Northwest Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, *7*, S348–S354.

Bajalan, I., Mohammadi, M., Alaei, M., & Pirbalouti, A. G. (2016). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of extracts from different populations of lavandin. *Industrial Crops and Products*, *87*, 255–260.

Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., & Ulbricht, C. (2009). Monograph from Natural Standard: Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, *4*, 63–78.

Berechet, M. D., Manaila, E., Stelescu, M. D., & Craciun, G. (2017). The composition of essential oils obtained from *Achillea millefolium* and *Matricaria chamomilla* L., originated from Romania. *Revista de Chimie*, *68*(12), 2787–2795.

Betlej, I., Andres, B., Cebulak, T., Kapusta, I., Balawejder, M., Żurek, N., & Borysiuk, P. (2024). Phytochemical composition and antimicrobial properties of new *Lavandula angustifolia* ecotypes. *Molecules*, *29*(8), 1740.

Blažeković, B., Vladimir-Knežević, S., Brantner, A., & Štefan, M. B. (2010). Evaluation of antioxidant potential of *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. ‘Budrovka’: A comparative study with *L. angustifolia* Mill. *Molecules*, *15*(9), 5971–5987.

Boudieb, K., Kaki, Sasa., Oulebsir-Mohandkaci, H., & Bennacer, A. (2018). Phytochemical characterization and antimicrobial potentialities of two medicinal plants,

Chamaemelum nobile (L.) All and *Matricaria chamomilla* (L.). *International Journal of Innovative Approaches in Science Research*, 2, 126–139.

Boughendjioua, H. (2017). Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivée dans la région de Skikda - Algérie. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 86, 88–95.

Boussaid, L., Aguedal, H., Iddou, A., & Bouras, N. (2020). Aperçu sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques de trois sirops de dattes (Rob) élaborés traditionnellement dans la région d'Adrar (Algérie). *International Journal of Natural Resources and Environment*, 2(8), 1–7.

Boylan, F., Menezes, S., & Leita, G. (2015). Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytotherapy Research*, 130, 127–130.

Bruneton, J. (1999). *Pharmacologie - Phytochimie - Plantes médicinales* (3e éd.). Tec & Doc Lavoisier.

-C-

Catani, M. V., Rinaldi, F., Tullio, V., Gasperi, V., & Savini, I. (2021). Comparative analysis of phenolic composition of six commercially available chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) extracts: Potential biological implications. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(19), 10601.

Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2002). Biological activities of lavender essential oil. *Phytotherapy Research*, 16(4), 301–308.

Chedea, V. S., & Pop, R. M. (2019). Total polyphenols content and antioxidant DPPH assays on biological samples. In R. R. Watson (Ed.), *Polyphenols in Plants* (2nd ed., pp. 169–183). Academic Press.

Chrysargyris, A., Drouza, C., & Tzortzakis, N. (2017). Optimization of potassium fertilization/nutrition for growth, physiological development, essential oil composition and antioxidant activity of *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(2), 291–306.

Ciocarlan, A., Hristozova, G., Aricu, A., Dragalin, I., Zinicovscaia, I., Yushin, N., & Popescu, V. (2021). Determination of the elemental composition of aromatic plants cultivated industrially in the Republic of Moldova using neutron activation analysis. *Agronomy*, 11(5), 1011.

Costa, D. C., Costa, H. S., Albuquerque, T. G., Ramos, F., Castilho, M. C., & Sanches-Silva, A. (2015). Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 2236–2254.

Crișan, I., Ona, A., Vârban, D., Muntean, L., Vârban, R., Stoie, A., Morea, A. (2023). Current trends for lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) crops and products with emphasis on essential oil quality. *Plants*, 12(2), 357.

-D-

Dadashpour, M., Firouzi-Amandi, A., Pourhassan-Moghaddam, M., Maleki, M. J., Soozangar, N., Jeddi, F., Nouri, M., Zarghami, N., & Pilehvar-Soltanahmadi, Y. (2018). Biomimetic synthesis of silver nanoparticles using *Matricaria chamomilla* extract and their potential anticancer activity against human lung cancer cells. *Materials Science and Engineering: C*, 92, 902–912.

Del Rio, D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J. P. E., Tognolini, M., Borges, G., & Crozier, A. (2013). Dietary (poly)phenolics in human health: Structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxidants & Redox Signaling*, 18(14), 1818–1892.

Dobros, N., Zawada, K. D., & Paradowska, K. (2022). Phytochemical profiling, antioxidant and anti-inflammatory activity of plants belonging to the *Lavandula* genus. *Molecules*, 28(1), 256.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356.

Dudonné, S., Vitrac, X., Coutière, P., Woillez, M., & Mérillon, J. M. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1768–1774.

-E-

El Mihyaoui, A., Esteves da Silva, J. C., Charfi, S., Candela Castillo, M. E., Lamarti, A., & Arnao, M. B. (2022). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): A review of ethnomedicinal use, phytochemistry and pharmacological uses. *Life*, 12(4), 479.

El-Assri, E.-M., Eloutassi, N., El Barnossi, A., Bakkari, F., Hmamou, A., & Bouia, A. (2021). Wild chamomile (*Matricaria recutita* L.) from the Taounate Province, Morocco: Extraction and valorisation of the antibacterial activity of its essential oils. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 5(5), 883–888.

El-Hefny, M., Abo Elgat, W. A. A., Al-Huqail, A. A., & Ali, H. M. (2019). Essential and recovery oils from *Matricaria chamomilla* flowers as environmentally friendly fungicides against four fungi isolated from cultural heritage objects. *Processes*, 7(11), 809.

Elsemelawy, S. A. (2017). Antidiabetic and antioxidative activity of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) powder on diabetic rats. *Journal of Studies and Searches in Specific Education*, 3(1), 97–112.

-F-

Falleh, H., Hafsi, C., Mohsni, I., & Ksouri, R. (2021). Évaluation de différents procédés d'extraction des composés phénoliques d'une plante médicinale : *Verbena officinalis*. *Biologie Aujourd'hui*, 215(3–4), 133–142.

FAO/WHO. (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation* (WHO Technical Report Series No. 916). World Health Organization.

Fernandes, A. J. D., Ferreira, M. R. A., Randau, K. P., de Souza, T. P., & Soares, L. A. L. (2012). Total flavonoids content in the raw material and aqueous extractives from *Bauhinia monandra* Kurz (Caesalpinaceae). *The Scientific World Journal*, 2012, Article 923462.

Formisano, C., Delfino, S., Oliviero, F., Tenore, G. C., Rigano, D., & Senatore, F. (2015). Correlation among environmental factors, chemical composition and antioxidative properties of essential oil and extracts of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) collected in Molise (South-central Italy). *Industrial Crops and Products*, 63, 256–263.

Formisano, C., Delfino, S., Oliviero, F., Tenore, G. C., Rigano, D., & Senatore, F. (2015). Correlation among environmental factors, chemical composition and antioxidative properties of essential oil and extracts of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) collected in Molise (South-central Italy). *Industrial Crops and Products*, 63, 256–263.

Franco, R. R., da Silva Carvalho, D., de Moura, F. B. R., Justino, A. B., Silva, H. C. G., Peixoto, L. G., & Espindola, F. S. (2018). Antioxidant and anti-glycation capacities of some medicinal plants and their potential inhibitory against digestive enzymes related to type 2 diabetes mellitus. *Journal of Ethnopharmacology*, 215, 140–146.

-G-

Gaouar, N. (2011). Étude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés algériennes [Thèse de magistère, Université Abou Bakr Belkaid].

Ghoniem, A. A., El-Hai, K. M. A., El-Khateeb, A. Y., Eldadamony, N. M., Mahmoud, S. F., & Elsayed, A. (2021). Enhancing the potentiality of *Trichoderma harzianum* against

Pythium pathogen of beans using chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flower extract. *Molecules*, 26(4), 1178.

Gohari, A. R., Hajimehdipoor, H., Saeidnia, S., Ajani, Y., & Hadjiakhoondi, A. (2011). Antioxidant activity of some medicinal species using FRAP assay. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 10(4), 887–891.

Guimarães, R., Barros, L., Dueñas, M., Calhelha, R. C., Carvalho, A. M., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. C. (2013). Infusion and decoction of wild German chamomile: Bioactivity and characterization of organic acids and phenolic compounds. *Food Chemistry*, 136(2), 947–954.

-H-

Haghi, G., Hatami, A., Safaei, A., & Mehran, M. (2014). Analysis of phenolic compounds in *Matricaria chamomilla* and its extracts by UPLC-UV. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 9(1), 31–37.

Hanamanthagouda, M. S., Kakkalameeli, S. B., Naik, P. M., Nagella, P., Seetharamareddy, H. R., & Murthy, H. N. (2010). Essential oils of *Lavandula bipinnata* and their antimicrobial activities. *Food Chemistry*, 118(4), 836–839.

Hassanpour, H., & Ghanbarzadeh, M. (2021). Induction of cell division and antioxidative enzyme activity of *Matricaria chamomilla* L. cell line under clino-rotation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 146(1), 215–224.

Höferl, M., Wanner, J., Tabanca, N., Ali, A., Gochev, V., Schmidt, E., Kaul, V. K., Singh, V., & Jirovetz, L. (2020). Biological activity of *Matricaria chamomilla* essential oils of various chemotypes. *Planta Medica International Open*, 7(2), e114–e121.

Homami, S. S., Jaimand, K., Rezaee, M. B., & Afzalzadeh, R. (2016). Comparative studies of different extraction methods of essential oil from *Matricaria recutita* L. in Iran. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 61(4), 2982–2984.

-K-

Kabubii, Z. N., Mbaria, J. M., Mathiu, M. P., Wanjohi, J. M., & Nyaboga, E. N. (2023). Evaluation of seasonal variation, effect of extraction solvent on phytochemicals and antioxidant activity on *Rosmarinus officinalis* grown in different agro-ecological zones of Kiambu County, Kenya. *CABI Agriculture and Bioscience*, 4(1), 1.

Kaseb, F., Yazdanpanah, Z., Biregani, A. N., Yazdi, N. B., & Yazdanpanah, Z. (2018). The effect of chamomile (*Matricaria recutita* L.) infusion on blood glucose, lipid profile and kidney function in type 2 diabetic patients: A randomized clinical trial. *Progress in Nutrition*, 20(1), 110–118.

Kerbab, K., Sanah, I., Djeghim, F., Belattar, N., Santoro, V., D'Elia, M., & Rastrelli, L. (2025). Nutritional composition, physicochemical properties, antioxidant activity, and sensory quality of *Matricaria chamomilla*-enriched wheat bread. *Foods*, *14*(5), 838.

Khedimallah, N., & Filali, I. N. (2018). *Étude phytochimique et activités biologiques des deux espèces : Ocimum basilicum L. et Lavandula angustifolia Miller* (Mémoire de Master). Université Frères Mentouri Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Koulivand, H. P., Khaleghi Ghadiri, M., & Gorji, A. (2013). Lavender and the nervous system. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2013*, 681304.

Koulivand, P. H., Khaleghi Ghadiri, M., & Gorji, A. (2013). Lavender and the nervous system. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2013*, Article 681304.

Kováčik, J., Klejdus, B., Hedbavny, J., Štork, F., & Bačkor, M. (2009). Comparison of cadmium and copper effect on phenolic metabolism, mineral nutrients and stress-related parameters in *Matricaria chamomilla* plants. *Plant and Soil*, *320*(1), 231–242.

-L-

La Torre, D., Verbeke, K., & Dalile, B. (2021). Dietary fibre and the gut–brain axis: Microbiota-dependent and independent mechanisms of action. *Gut Microbiome*, *2*, e3.

Lee, W. C., Wang, C. J., Chen, Y. H., Hsu, J. D., Cheng, S. Y., Chen, H. C., & Lee, H. J. (2009). Polyphenol extracts from *Hibiscus sabdariffa* Linnaeus attenuate nephropathy in experimental type 1 diabetes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(6), 2206–2210.

Lis-Balchin, M. (2002). *Lavender: The genus Lavandula*. Taylor & Francis. ISBN: 0-203-21652-0

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.

Łyczko, J., Jalošzyński, K., Surma, M., Masztalerz, K., & Szumny, A. (2019). HS-SPME analysis of true lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) leaves treated by various drying methods. *Molecules*, *24*(4), 764.

-M-

Ma, X., Zhao, D., Li, X., & Meng, L. (2015). Chromatographic method for determination of the free amino acid content of chamomile flowers. *Pharmacognosy Magazine*, *11*(41), 176.

Martins, R., Barbosa, A., Advinha, B., Sales, H., Pontes, R., & Nunes, J. (2023). Green extraction techniques of bioactive compounds: A state-of-the-art review. *Processes*, *11*(8), 2255.

Menale, B., De Castro, O., Di Iorio, E., Ranaldi, M., & Muoio, R. (2021). Discovering the ethnobotanical traditions of the island of Procida (Campania, southern Italy). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 156(1), 1–19.

Mohamed, K. H., Aydi, S. S., Aydi, S., Bousnina, H., & Haddad, M. (2021). *Matricaria recutita* L.: Phytochemical characterization, biological activities and possibility of application in biological control.

Mohammad Al-Ismail, K., & Aburjai, T. (2004). Antioxidant activity of water and alcohol extracts of chamomile flowers, anise seeds and dill seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(2), 173–178.

Morales-Bozo, I., Ortega-Pinto, A., Rojas Alcayaga, G., Aitken Saavedra, J. P., Salinas Flores, O., Lefimil Puente, C., Lozano Moraga, C., Manríquez Urbina, J. M., & Urzúa Orellana, B. (2017). Evaluation of the effectiveness of a chamomile (*Matricaria chamomilla*) and linseed (*Linum usitatissimum*) saliva substitute in the relief of xerostomia in elders. *Gerodontology*, 34(4), 480–486.

-N-

Neves, J. M., Matos, C., Moutinho, C., Queiroz, G., & Gomes, L. R. (2009). Ethnopharmacological notes about ancient uses of medicinal plants in Trás-os-Montes (northern Portugal). *Journal of Ethnopharmacology*, 124(2), 270–283.

Niknam, S., Tofighi, Z., Faramarzi, M. A., Abdollahifar, M. A., Sajadi, E., Dinarvand, R., & Toliyat, T. (2021). Polyherbal combination for wound healing: *Matricaria chamomilla* L. and *Punica granatum* L. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29(1), 133–145.

Nikseresht, M., Kamali, A. M., Rahimi, H. R., Delaviz, H., Toori, M. A., Kashani, I. R., & Mahmoudi, R. (2017). The hydroalcoholic extract of *Matricaria chamomilla* suppresses migration and invasion of human breast cancer MDA-MB-468 and MCF-7 cell lines. *Pharmacognosy Research*, 9(1), 87–95.

-O-

Osińska, E., & Formal-Pieniak, B. (2022). *Uprawa i przetwórstwo lawendy* (1st ed., pp. 1–60). Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie.

Owlia, P., Rosooli, I., Saderi, H., & Aliahmadi, M. (2007). Retardation of biofilm formation with reduced productivity of alginate as a result of *Pseudomonas aeruginosa* exposure to *Matricaria chamomilla* essential oil. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 10, 83–88.

-P-

Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, e47.

Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270–278.

Passalacqua, N. G., Tundis, R., & Upson, T. M. (2017). A new species of *Lavandula* sect. *Lavandula* (Lamiaceae) and review of species boundaries in *Lavandula angustifolia*. *Phytotaxa*, 292(2), 161–170.

Pedneault, K., Leonharts, A., Gosselin, A., Ramputh, A., & Arnason, J. T. (2001). Influence de la culture hydroponique de quelques plantes médicinales sur la croissance et la concentration en composés secondaires des organes végétaux.

Pentel, J., Vanrullen, I., & Berta, J. L. (2005). Les compléments alimentaires à base de plantes: un nécessaire besoin de sécurité. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 40(1), 23–29.

Perrucci, S., Cioni, P. L., Flamini, G., Morelli, I., & Macchioni, G. (1994). Acaricidal agents of natural origin against *Psoroptes cuniculi*. *Parassitologia*, 36(3), 269–271.

Petrakou, K., Iatrou, G., & Lamari, F. N. (2020). Ethnopharmacological survey of medicinal plants traded in herbal markets in the Peloponnisos, Greece. *Journal of Herbal Medicine*, 19, 100305.

Petruľová-Poracká, V., Repčák, M., Vilková, M., & Imrich, J. (2013). Coumarins of *Matricaria chamomilla* L.: Aglycones and glycosides. *Food Chemistry*, 141(1), 54–59.

Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowski, B. (2009). Évaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, 4, 25–32.

Poudineh, F., Azari, A. A., & Fozouni, L. (2021). Antibacterial activity of ethanolic extract of *Matricaria chamomilla*, *Malva sylvestris*, and *Capsella bursa-pastoris* against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* strains. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*, 8(2), 23–26.

Prusinowska, R., & Śmigielski, K. (2014). Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.): A review. *Herba Polonica*, 60(2), 56–66.

-Q-

Qasem, A., Assaggaf, H., Montesano, D., Khalil, Z., Al-Mijalli, S. H., Baaboua, A. E., & Mrabti, H. N. (2022). Determination of chemical compounds and investigation of biological properties of *Matricaria chamomilla* essential oils, honey, and their mixture. *Molecules*, 27(18), 5850.

Quézel, P., & Santa, S. (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (Vols. 1–2). Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS).

Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., & Pouységou, L. (2011). Plant polyphenols: Chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 50(3), 586–621.

-R-

Radu (Lupoae), D., Alexe, P., & Stănciuc, N. (2020). Overview on the potential role of phytochemicals from lavender as functional ingredients. *Annals. Food Technology, University “Dunarea de Jos” of Galati*, 44(2), 173–188.

Rather, M., Dar, B., Sofi, S., Bhat, B., & Qurishi, M. (2012). *Foeniculum vulgare*: A comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(S2), S1574–S1583.

Romani, A., Ieri, F., Turchetti, B., Mulinacci, N., Vincieri, F. F., & Buzzini, P. (2006). Analysis of condensed and hydrolysable tannins from commercial plant extracts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(2), 415–420.

-S-

Sánchez-Rangel, J. C., Benavides, J., Heredia, J. B., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2013). The Folin–Ciocalteu assay revisited: Improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 5(21), 5990–5999.

Sebai, H., Selmi, S., Rtibi, K., Souli, A., Gharbi, N., & Sakly, M. (2013). Lavender (*Lavandula stoechas* L.) essential oils attenuate hyperglycemia and protect against oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. *Lipids in Health and Disease*, 12, 1–9.

Shou-Dong, S., Chang-Xu, C., Ji-Shu, Q., & Ming-Hua, S. (2009). Study on antitumor effect of *Lavandula angustifolia* extract. *Food Science and Technology*, 2, 213–215.

Simpson, M. G. (2006). *Plant systematics*. Elsevier Academic Press. ISBN: 0-12-644460-9

Singh, O., Khanam, Z., Misra, N., & Srivastava, M. K. (2011). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. *Pharmacognosy Reviews*, 5(9), 82–95.

Slavov, A., Panchev, I., Kovacheva, D., & Vasileva, I. (2016). Physico-chemical characterization of water-soluble pectic extracts from *Rosa damascena*, *Calendula officinalis* and *Matricaria chamomilla* wastes. *Food Hydrocolloids*, 61, 469–476.

Slimani, C., Sqalli, H., Farah, A., Lazraq, A., El Ghadraoui, L., Belmalha, S., & Echchgadda, G. (2022). Chemical composition and evaluation of biological effects of essential oil and aqueous extract of *Lavandula angustifolia* L. *Notulae Scientia Biologicae*, 14(1), 11172.

Slimani, C., Sqalli, H., Farah, A., Lazraq, A., El Ghadraoui, L., Belmalha, S., & Echchgadda, G. (2022). Chemical composition and evaluation of biological effects of essential oil and aqueous extract of *Lavandula angustifolia* L. *Notulae Scientia Biologicae*, 14(1), 11172.

-U-

Ugi, B. U., Abeng, F. E., Obeten, M. E., & Uwah, I. E. (2019). Management of aqueous corrosion of federated mild steel (local constructional steel) at elevated temperatures employing environmentally friendly inhibitors: *Matricaria chamomilla* plant. *International Journal of Chemical Sciences*, 3(1), 6–12.

-V-

Valchev, H., Kolev, Z., Stoykova, B., & Kozuharova, E. (2022). Pollinators of *Lavandula angustifolia* Mill., an important factor for optimal production of lavender essential oil. *BioRisk*, 17, 297–307.

Villa-Rodriguez, J. A., Kerimi, A., Abranko, L., Tumova, S., Ford, L., Blackburn, R. S., Rayner, C., & Williamson, G. (2018). Acute metabolic actions of the major polyphenols in chamomile: An in vitro mechanistic study on their potential to attenuate postprandial hyperglycaemia. *Scientific Reports*, 8, 5471.

-W-

Wojdyło, A., Oszmiański, J., & Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105(3), 940–949.

-Z-

Zadam, M. H., Ahmida, M., Djaber, N., Ounacer, L. S., Sekiou, O., Taibi, F., ... & Boumendjel, M. (2023). In-vivo anti-inflammatory effects of Roman Chamomile (*Chamaemelum nobile*) aqueous extracts collected from the National Park of El-Kala (North-East, Algeria). *Cellular and Molecular Biology*, 69(9), 245–254.

Zarezadeh, S., Riahi, H., Shariatmadari, Z., & Sonboli, A. (2020). Effects of cyanobacterial suspensions as bio-fertilizers on growth factors and the essential oil composition of chamomile, *Matricaria chamomilla* L. *Journal of Applied Phycology*, 32, 1231–1241.

Zargaran, A., Borhani-Haghighi, A., Salehi-Marzijarani, M., Faridi, P., Daneshamouz, S., Azadi, A., Sadeghpour, H., Sakhteman, A., & Mohagheghzadeh, A. (2018). Evaluation of the effect of topical chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) oleogel as pain relief in migraine without aura: A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Neurological Sciences*, 39(8), 1345–1353.

Živković, J., Ilić, M., Šavikin, K., Zdunić, G., Ilić, A., & Stojković, D. (2020). Traditional use of medicinal plants in South-Eastern Serbia (Pčinja District): Ethnopharmacological

investigation on the current status and comparison with half a century old data. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 1020.

Annexes



Figure 01 : Séchage des échantillons à l'étuve

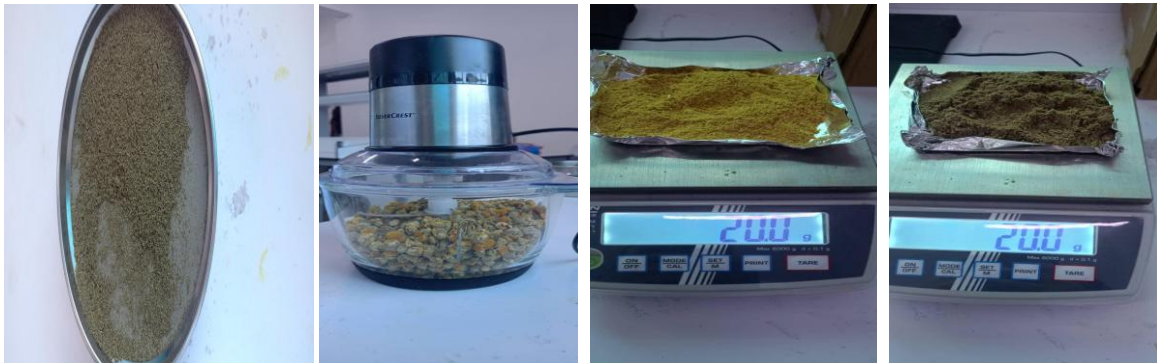


Figure 02 : Broyage et tamisage des échantillons



Figure 03 : Détermination de taux d'humidité



Figure 04 : Détermination du taux de cendres



Figure 05 : Extraction des polyphénols et des fibres alimentaires

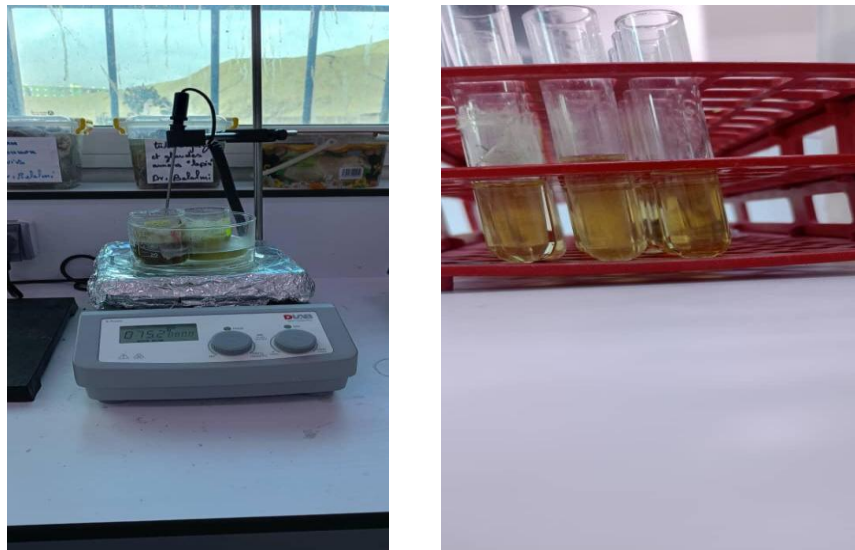


Figure 06 : Extraction et détermination des sucres hydrosolubles

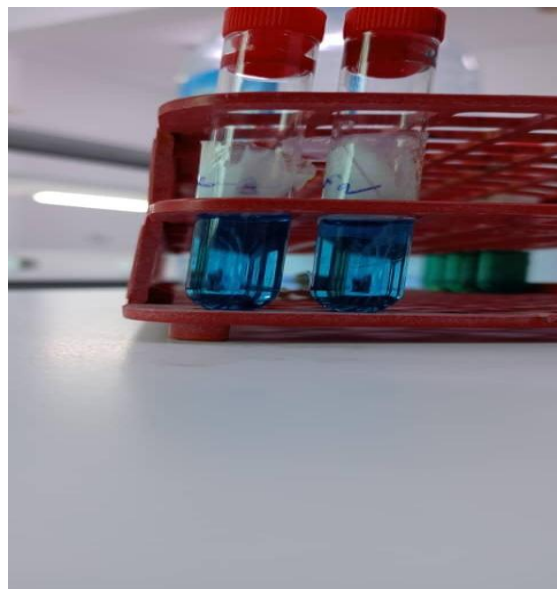


Figure 07 : Détermination de polyphénols totaux

Summary

This study evaluates the potential synergy between chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) in the development of a functional anti-stress dietary supplement, by leveraging their antioxidant properties. Hydroethanolic extraction (80%) by maceration yielded 18% for chamomile and 8.95% for lavender. Physicochemical analysis showed similar moisture and ash contents (approximately 4% and 9% respectively), while lavender was distinguished by a high dietary fiber content (16% vs 7%) and a low level of sugars (0.31% vs 1.04%). From a phytochemical perspective, chamomile demonstrated notable richness, with 880.96 mg GAE/g extract of phenolic compounds, 52.04 mg QE/g extract of flavonoids, and 201.38 mg GAE/g extract of condensed tannins, all higher than those observed for lavender. Antioxidant activity assessments using DPPH and FRAP methods confirmed the effectiveness of chamomile, with optimal activity observed in the C100% extract. This study highlights a promising therapeutic complementarity: lavender contributes nutritionally and functionally through its high fiber content, while chamomile provides substantial antioxidant protection through its bioactive secondary metabolites.

Keywords : Antioxidant activity, condensed tannins, extraction, flavonoids, *Lavandula angustifolia* Mill, *Matricaria chamomilla* L, polyphenols.

ملخص

تُقيّم هذه الدراسة إمكانية التآزر بين البابونج والخزامى في تطوير مكمل غذائي وظيفي مضاد للتوتر، من خلال الاستفادة من خصائصهما المضادة للأكسدة. أسفرت عملية الاستخلاص الهيدروإيثانولي (بنسبة 80%) باستخدام النقع عن مردودية بلغت 18% للبابونج و8.95% للخزامى. أظهرت التحاليل الفيزيائية-الكيميائية نسبةً متقاربة من الرطوبة والرماد (حوالي 4% و9% على التوالي)، بينما تميز الخزامى بمحتوى مرتفع من الألياف الغذائية (16% مقابل 7%) ومستوى منخفض من السكريات الذائبة في الماء (0.31% مقابل 1.04%). من الناحية الفيتوكيميائية، أظهر البابونج غنى ملحوظاً، حيث احتوى على 880.96 ملغ مكافئ حمض الغاليك/غرام من المستخلص من المركبات الفينولية، و52.04 ملغ مكافئ كيرسيتين/غرام من الفلافونويدات، و201.38 ملغ مكافئ حمض الغاليك/غرام من التانينات المكثفة — وهي كلها أعلى من فعالية FRAP و DPPH القيم المسجلة لدى الخزامى. وقد أكدت تقييمات النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقتي تُبرز هذه الدراسة تكاملاً علاجياً واعدًا: يساهم C100% البابونج، حيث لوحظت أفضل نتائج النشاط في المستخلص الخزامى من الناحية التغذوية والوظيفية بفضل غناه بالألياف، في حين يوفر البابونج حماية قوية ضد الأكسدة بفضل مركباته الثانوية النشطة بيولوجياً

كلمات مفتاحية: البابونج، الخزامى، الاستخلاص، المركبات الفينولية، الفلافونويدات، التانينات المكثفة، النشاط المضاد للأكسدة

Résumé

Cette recherche évalue le potentiel de synergie entre la camomille (*Matricaria chamomilla* L.) et la lavande (*Lavandula angustifolia* Mill.) dans le développement d'un complément alimentaire fonctionnel anti-stress, en exploitant leurs capacités antioxydantes. L'extraction hydro-éthanolique (80%) par macération a permis d'obtenir des rendements de 18% pour la camomille et 8,95% pour la lavande. L'analyse physico-chimique montre des teneurs proches en humidité et en cendres (approximativement 4% et 9% respectivement), tandis que la lavande se caractérise par une concentration élevée en fibres alimentaires (16% vs 7%) et une faible teneur en sucres (0,31% vs 1,04%). D'un point de vue phytochimique, la camomille présente une richesse marquée avec 880,96 mg EAG/g ES de composés phénoliques, 52,04 mg EQ/g ES de flavonoïdes et 201,38 mg EAG/g ES de tanins condensés, supérieur aux valeurs obtenues pour la lavande. Les évaluations de l'activité antioxydante par les méthodes DPPH et FRAP confirment l'efficacité de la camomille, avec une activité optimale observée dans l'extrait C100%. Cette étude démontre une complémentarité thérapeutique intéressante : la lavande contribue par son apport nutritionnel et fonctionnel grâce à sa richesse en fibres, tandis que la camomille offre une protection antioxydante substantielle par ses métabolites secondaires bioactifs.

Mots-clés : Activité antioxydante, extraction, flavonoïdes, *Lavandula angustifolia* Mill, *Matricaria chamomilla* L., polyphénols, tanins condensés.