



République Algérienne Démocratique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère De L'enseignement Supérieure Et De La Recherche

جامعة سعد دحلب البلدية 1

Université Saad Dahleb Blida- 1 -

Faculté : Sciences De La Nature De La Vie

Département : Biotechnologie Et Agroécologie

Option : Biotechnologie Et Valorisation Des Plantes

Mémoire De Fin D'étude En Vue D'obtenir Un Diplôme De Master Académique

**Thème : Evaluation des activités biologiques de la plante
Malva sylvestris L. en vue de la formulation d'un
complément alimentaire**

Présenté Par :

Mlle Benhamiche Louisa

Mlle Terki Yasmine

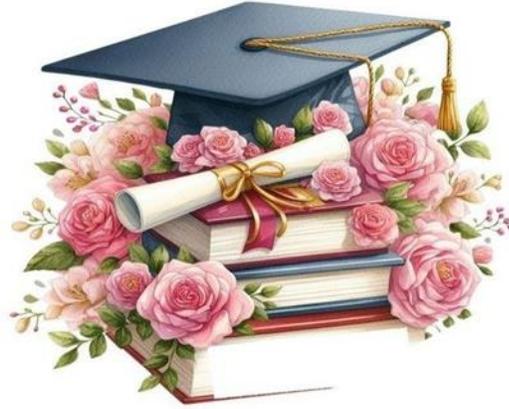
Encadreur :

Dr Bisker Chawki

Soutenu publiquement le : 09/07/2025

Membre du jurys	Grade	
Dr Ayachi N.	MCA	Présidente
Dr Merzougui H.	MAA	Examinatrice
Dr Bisker C.	Expert	Encadreur
Dr Semmar I.	MAA	Co-encadreuse
Mr Fatit S.	Expert	Invité

{ **Année Universitaire : 2024/ 2025** }



فَاخْرَجْنَاهُ مِنْ قَوْمِهِ وَوَجَّهْنَاهُ يَمِينًا
وَلَهُ الْوَجْدُ الْعَظِيمُ

Remerciements

Avant toute chose, nous rendons grâce à Dieu, Le Tout-Puissant, Le Miséricordieux, pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail. C'est par Sa volonté et Son soutien que nous avons pu surmonter les obstacles et atteindre cette étape importante de notre parcours.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Monsieur [Dr Bisker CHawki], notre encadreur, pour son accompagnement précieux, ses conseils avisés, et sa bienveillance tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Sa rigueur, sa disponibilité et sa confiance nous ont permis d'avancer sereinement et sûrement.

Nous remercions l'ensemble des enseignants de notre promotion pour la richesse de leur enseignement, leur écoute, et leur engagement à transmettre leur savoir avec passion. Grâce à eux, nous avons acquis les bases solides qui nous ont permis de mener ce projet à bien.

Nos pensées reconnaissantes vont aussi à nos camarades de promotion, avec qui nous avons partagé des moments inoubliables, des échanges constructifs, des difficultés parfois, mais surtout beaucoup d'entraide et de solidarité. Merci pour votre présence et votre esprit de groupe.

Nous adressons également nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui nous ont accueillis, aidés et soutenus au sein de notre lieu de stage ; notamment Mme Djijli Latifa , Mr Mesai Abdel hakim, Mr Benhchaib welideddine ,Mr Fatite Said , Mme Benmansour Soumaya pour leurs disponibilité, leurs conseils, leurs patience et leur encadrement professionnel. Cette expérience a été d'une grande richesse humaine et technique, et elle a marqué un tournant important dans notre parcours.

Enfin, à toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, nous ont apporté leurs aides, leurs encouragements ou leurs simple soutien moral : merci infiniment





Dédicaces



A moi-même,

Pour avoir tenu bon malgré les doutes, les nuits blanches, les remi
en question.

Pour ne pas avoir abandonné, même quand le chemin semblait tr
long, trop flou, trop dur.

Ce mémoire est aussi une preuve de ma persévérance, de ma progression, et de ma confiance.

Aujourd'hui, je me rends hommage avec humilité et fierté

À la mémoire de ma chère grand-mère Zoubida

À toi, mani Zoubida,

Toi qui as été bien plus qu'une grand-mère.

Tu n'es plus là physiquement, mais ton amour, lui, ne m'a jamais quitté.

Obtenir mon diplôme, c'était notre rêve.

Un rêve que tu portais dans ton cœur presque autant que moi.

Tu voulais tant me voir arriver jusqu'ici,

Et même si la vie ne t'a pas laissé le temps de m'accompagner jusque-là,

Je sais que tu es quelque part, là-haut, à me sourire.

Ce mémoire, Mani, je te le dédie avec tout l'amour que j'ai pour toi,

Et la promesse de continuer à te rendre fière, toujours.

Repose en paix Mani, toi qui vis pour toujours dans mon cœur.

À ma mère, Amina

Toi qui es le cœur battant de notre foyer, la lanterne qui éclaire nos parcours à travers tes
conseils.

Par ton amour indescriptible, ta patience infinie et ta foi en moi, tu m'as appris à ne jamais
baisser les bras et toujours aller de l'avant.

Chaque mot d'encouragement, chaque regard plein de tendresse m'a donné la force de
continuer et surtout d'aller de l'avant.

Tu es mon refuge, ma source de courage, mon exemple de résilience.

À mon père, Tarik

Grand Homme discret au regard profond, à la force tranquille.

Tu m'as transmis le goût du travail bien fait, la rigueur et la dignité.

Tu n'as jamais eu besoin de grands discours pour me montrer l'importance de l'effort et de
l'intégrité.

Dans chaque étape de mon parcours, ton soutien silencieux m'a accompagné, solide comme
une montagne.

À ma sœur Inès,

Petite étoile douce et vive, toujours présente avec ton sourire, tes mots justes, ton cœur immense.

Tu as su être une oreille attentive, un rayon de lumière quand l'horizon semblait trop gris.

Ton amour fraternel est un trésor que je chéris plus que tout. Merci pour ta tendresse, ton humour, et ta
manière unique de rendre les choses plus légères.

À mon frère Amine,

Complice de toujours, pilier discret mais essentiel.

Tu es cette force calme sur laquelle je peux toujours compter.



**Par ton soutien constant et ta confiance en moi, tu as renforcé ma détermination.
Ton écoute, ton respect et ta présence fidèle ont été pour moi un grand réconfort.**

À vous quatre,

Ma famille, mon socle, mon inspiration.

C'est grâce à vous que ce mémoire a vu le jour.

Il est le fruit de mon travail, certes, mais aussi de votre amour, de votre présence.

Je vous le dédie, avec toute ma reconnaissance et tout mon amour.

À Mon Amie chourouk,

**Pour ton soutien sans faille, ta patience et ta présence rassurante durant toutes les étapes de ce travail.
Merci d'avoir cru en moi même quand j'en doutais, pour tes mots d'encouragement, ton aide précieuse,
et ton amour qui m'a porté dans les moments les plus exigeants.**

À mon binôme, Yasmine

**Merci pour ta présence, ton soutien et ta complicité tout au long de ce parcours. Travailler avec toi a été
un véritable plaisir, entre les moments de travail sérieux et ceux où on a su se détendre et se motiver
ensemble. Cette réussite, c'est avant tout la nôtre, et je ne pouvais rêver d'une meilleure partenaire pour
cette aventure.**

À mes copines Sabrina et Zineb,

**Pour votre amitié précieuse qui m'accompagne depuis tant d'années. Vous avez toujours su être là dans
les bons comme dans les mauvais moments, et c'est grâce à vous que j'ai pu avancer avec confiance.
Cette réussite, je la partage avec vous, car vous avez été des sources d'inspiration et de soutien tout au
long de ce parcours.**

À ma grande famille,

***Pour votre amour inconditionnel, votre présence rassurante et votre soutien constant à chaque étape de ma
vie. Vos encouragements, vos prières et votre confiance m'ont donné la force d'aller toujours plus loin. Ce
travail est aussi le vôtre. Merci du fond du cœur.***

LOUISA





Dédicaces

Avant tout, je tiens à remercier la personne qui m'a accompagnée
chaque jour de ce long parcours
moi-même, je remercie ma patience, ma persévérance et toutes ces nuits blanches que j'ai endurées pour
arriver là où je suis aujourd'hui.

Ce diplôme est le fruit d'un long combat, et je suis fière de m'avoir jamais abandonné.

À ma chère mère Nacima

Maman, tu as toujours rêvé de me voir diplômée, et aujourd'hui, ce rêve devient réalité.
Tes prières, ton amour inconditionnel et tes sacrifices silencieux m'ont portée dans les
moments les plus difficiles.

Tu as veillé sur mon repos plus que sur le tien, et pour cela, je te serai éternellement
reconnaissante.

Ce diplôme est autant le tien que le mien.

À mon père adoré, Mouhamed

Papa, tu as consacré ta vie à nous offrir le meilleur, même au prix de ton propre confort.
Tu es resté fort dans le silence, présent même quand tu semblais loin.
Chaque réussite que j'ai accomplie est une manière de te rendre hommage.
Merci pour tout ce que tu as fait pour moi sans jamais rien attendre en retour.

À mes grands-parents

À mon cher grand-père, Basido Sid Ali et Mami, et à ma chère grand-mère, Mani Houria,
Merci pour tout l'amour, la tendresse et les prières que vous m'avez offerts depuis mon
enfance.

Votre présence dans ma vie a été un véritable trésor.

Je suis profondément heureuse de vous avoir à mes côtés, surtout en ce moment où je
célèbre l'une des plus belles étapes de ma vie. Que Dieu vous bénisse et vous accorde santé
et longue vie

À mon grand frère, Zine El Dine

Tu as été un exemple, un soutien et parfois même un guide discret.
Merci pour tes conseils, ton humour quand j'en avais besoin, et ta confiance en moi, même
quand je doutais.

Tu fais partie de ceux qui m'ont poussée à ne jamais baisser les bras.

À ma petite sœur, Lina

Ta présence a toujours apporté une touche de légèreté à mes journées.
Merci pour ton sourire, ton soutien sincère, et ton affection innocente.

Tu m'as souvent rappelé pourquoi je me bats : pour inspirer, pour réussir, pour toi aussi.

À ma plus jeune sœur Ritadje

Même si tu es encore petite, ta tendresse, tes câlins spontanés, et ta façon de croire en moi m'ont souvent
redonné de la force. Ce diplôme, je le partage avec toi, en espérant qu'il te montre que tout est possible
avec de la foi et du travail.

à ma chère amie, Louiza

En ce jour si spécial, je tiens à te dire merci du fond du cœur. Merci d'avoir été là, à mes
côtés, depuis le tout début jusqu'à aujourd'hui.



Nos nuits blanches, notre travail ensemble, nos rires, nos larmes, notre fatigue partagée
resteront gravés dans ma mémoire.

Je suis profondément reconnaissante d'avoir partagé ce beau parcours avec toi. Étudier
à tes côtés a rendu ces années plus douces, plus belles.

Et maintenant, on fête notre
réussite ensemble comme toujours, ensemble.

Je tiens à remercier du fond du cœur toute ma famille :

mes oncles — en particulier mon oncle Housseem —, mes tantes,
ainsi que tous mes cousins et cousines, pour leur présence aujourd'hui, leur soutien
inconditionnel depuis mon enfance, et pour avoir partagé avec moi ce moment de joie et
de réussite.

Et enfin je voudrais dédier cette réussite à tous ceux qui ont cru en moi, de près ou de loin, et qui ont
fait partie de ce beau voyage.

WASIMME



Sommaire

<i>Remerciement</i>	3
<i>Dédicace</i>	4
<i>Dédicace</i>	6
<i>Liste des Figures</i>	15
<i>Liste des Tableaux</i>	16
<i>Liste des Abréviations :</i>	17
<i>Résumé :</i>	18
<i>ملخص</i>	19
<i>Abstract:</i>	20
Introduction	21
PARTIE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE 1 : MALVA SYLVESTRIS L.	
1- Aperçu sur les plantes médicinales	2
2- Modes d'Action et Variété Thérapeutique	2
3- Défis Actuels	2
4- Généralités sur la Mauve	3
4-1- La famille Malvacées	3
4-2- Genre la Mauve	3
4-3- Répartition géographiques des variétés de Malva à travers le monde	4
4-5- Généralités sur <i>Malva Sylvestris L.</i>	5
4-6- Historique de <i>Malva Sylvestris L.</i>	6
4-6-1- Durant l'antiquité	6
4-6-2- Moyen Âge et Renaissance	6
5- Classification botanique de <i>Malva sylvestris L.</i>	7
5-1- Description botanique	7
5-2- Nomenclature et appellation	8
5-3- Repartition geographies	8
5-4- Utilisation traditionnelle	8
5-4-1- Applications traditionnelles de la mauve à travers le monde	11
5-5- Utilisation culinaire :	12
5-6- Utilisation en cosmétique:	13

.....	13
5-7- Utilisations Vétérinaires :	13
CHAPITRE 2: METABOLITES SECONDAIRES ET ACTIVITES BIOLOGIQUES	
1- Constituants Phytochimiques de la plante <i>Malva Sylvestris L.</i>	18
1-1- Les acides aminés / dérivés des protéines	18
1-2- Acides gras et stérols	18
1-3- Acides organiques	19
1-4- Vitamines.....	19
1-5- Éléments chimiques.....	20
1-6- Interaction entre <i>Malva Sylvestris L.</i> et les métaux lourds.....	20
1-6-1- Capacité d'absorption des métaux lourds	20
1-6-2- Effets sur la croissance et la physiologie	20
1-6-3- Utilisation en phytoremédiation	20
1-6-4- Risques pour la consommation humaine	20
1-7- Flavonoïdes.....	21
1-8- Mucilages.....	22
1-9- Dérivés phénoliques	23
1-10- Terpènes.....	23
1-11- Les alcaloïdes	24
1-12- Coumarines.....	24
1-13- Pigments.....	24
2- Activités pharmacologiques de la plante <i>Malva Sylvestris L.</i>	27
2-1- Activités antioxydantes	27
2-2- Activité anti inflammatoire.....	27
2-3- Activité antitussive traditionnelle et potentielle de <i>Malva Sylvestris L.</i>	28
2-4- L'activité antimicrobienne.....	28
2-5- Activité antifongique.....	29
2-6- Activité anti-biofilm	29
2-7- Activité cicatrisante des plaies.....	30
2-7- Activité laxative.....	30
2-8- Activité Anticancéreuse	30
2-9- Activité anti-ostéoporose.....	30
3- Action de protection exercée par les reins	31
3-1- Action de protection rénale.....	31

3-2-	Activité cytotoxique.....	31
3-3-	Processus de Guérison des Plaies et de l'Eczéma.....	31
3-4-	Effet préventif de <i>Malva Sylvestris L.</i> sur la toxicité urinaire par suite de la radiothérapie dans le traitement du cancer de la prostate	31
4-	La toxicité de <i>Malva Sylvestris L.</i>	32
5-	Composants chimiques des huiles essentielles <i>Malva Sylvestris L.</i>	32
CHAPITRE 3: COMPLEMENT ALIMENTAIRE		
1-	Les compléments alimentaires	35
2-	Classification des Compléments alimentaires	35
2-1-	Vitamines et minéraux.....	35
2-2-	Acides aminés et protéines.....	35
2-3-	Acides gras essentiels	35
2-4-	Extraits de plantes (compléments phyto thérapeutiques).....	35
2-5-	Probiotiques et probiotiques.....	35
2-6-	Antioxydants naturels.....	35
3-	Classification selon leur origine	35
3-1-	Compléments d'origine végétale.....	35
3-2-	Compléments d'origine animale.....	35
3-3-	Compléments d'origine minérale :	35
4-	Classification selon la fonction ou l'effet physiologique.....	35
4-1-	Compléments pour le système immunitaire	36
4-2-	Compléments antioxydants et anti-âge	36
4-3-	Compléments pour la digestion et le transit intestinal	36
4-4-	Compléments pour les articulations et les os	36
4-5-	Compléments pour la performance physique ou mentale	36
5-	La différence entre un complément alimentaire et un médicament	36
6-	Réglementation et sécurité des compléments alimentaires	36
6-1-	Cadre réglementaire général	36
6-1-1-	Substances autorisées et ingrédients à usage restreint	37
6-1-2-	Sécurité d'usage et évaluation des risques	37
6-1-3-	Les risques liés à la consommation de compléments sont multiples	37
7-	Réglementation internationale	37
7-1-	Union européenne	37
7-2-	États-Unis.....	37
7-3-	Canada	38

8-	Réglementation en Algérie	38
8-1-	Autorisation et commercialisation	38
8-2-	Composition et étiquetage	38
8-3-	Étiquetage obligatoire en arabe	38
8-4-	Contrôles et sanctions	38
8-5-	Ministère de la Santé	38
9-	Les compléments alimentaires à base de plantes	38
9-1-	Historique et Origines des Compléments Alimentaires à base de plante	39
10-	Justification de notre choix de plante	39

PARTIE II: ETUDE EXPERIMENTALE MATERIEL ET METHODES

1-	Objectif de notre travail	42
1-1-	Lieu de stage :	42
1-2-	Objectif de notre travail	42
	Matériel végétal :	43
2-	Identification de la plante	43
3-	La géographie de Blida	44
3-1-	Présentation de la région de Soumâa– Wilaya de Blida	44
4-	Préparation des Extraits Végétaux	44
4-1-	Séchage	44
4-2-	Broyage et tamisage	45
4-3-	Préparation des Extraits	45
4-4-	Extraction par Ultra –Sons	45
5-	Mode Opératoire	46
5-1-	Extraction par Ultra-Sons	46
5-2-	Extraction par Macération	47
6-	Analyse par L’Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC)	47
6-1-	Tests phytochimiques	47
6-1-1-	Dosage des Polyphénols Totaux (PPT)	47
6-1-2-	Test des flavonoïdes : (Trease & Evans, 2002).....	48
6-1-3-	Test des glycosides: ((Harborne, 1998)	48
6-1-4-	Test des tanins: (Trease & Evans, 2002).....	48
6-1-5-	Test des saponines : (Sofowora, 1993).....	48
6-1-6-	Test des alcaloïdes : (Harborne, 1998)	48
6-1-7-	Test des acides aminés : (Moore & Stein, 1948)	48

6-1-8-	Teste de Mucilages : (GE & WC, 2009):	48
7-	Activité biologique	48
7-1-	Active anti microbienne	49
7-1-1-	Matériel microbiologique	49
7-1-2-	Contrôles	49
7-1-3-	Méthode de Diffusion sur Disque	49
7-2-	Activité antioxydants	50
7-2-1-	Activité Anti –oxydante par la méthode de DPPH	50
7-2-1-1-	Définition du radical DPPH :	50
7-2-1-2	- Caractéristiques du DPPH	50
7-2-1-3-	Préparation des Solutions	50
7-2-1-4-	Protocole expérimental	51
7-3-	Mesure du pH	51
-1-3-7	Matériels nécessaires	51
-2-3-7	Etapes de mesure du pH (Pavia, et al., 2015) (Skoog, et al., 2014)	51

8-	Formulation du sirop à base de <i>Malva Sylvestris L.</i>	52
8-1-	Définition de sirop	52
8-2-	Avantage	52

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1-	Résultats des analyses par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC)	59
1-1-	Résultats de l'échantillon 1 :	62
1-2-1-	Résultats	62
1-2-2-	Discussion	63
1-2-2-1-	Profil phénolique riche et diversifié	63
1-2-2-2-	Rôle des flavonoïdes glycosylés	63
1-2-2-3-	Acides phénoliques et catéchines	63
1-2-2-4-	Comparaison avec l'échantillon 1	63
1-3-	Résultats de l'échantillon 2	63
1-3-1-	Résultats	64
1-3-2-	Discussion	64
1-3-2-1-	Profil phénolique typique de <i>M. sylvestris L.</i> :	64
1-3-2-2-	Synergie des composés	64
1-3-2-3-	Comparaison avec l'échantillon 1	64
1-3-2-4-	Implications pour la formulation du complément	64

1-4- Résultats de l'échantillon 3	65
1-4-1- Composés phénoliques	65
1-4-2- Flavonoïdes glycosylés	65
1-4-3- Discussion	65
1-4-3-1- Combinaison de phénols simples et d'esters	65
1-4-3-2- Flavonoïdes glycosylés	65
1-4-4-3- Activité anti-oxydante renforcée	65
1-5- Résultats de l'échantillon 4	66
1-5-1- Résultats	66
1-5-2- Discussions	66
1-5-2-1- Profil phénolique et flavonoïdique équilibré	66
1-5-2-2- Importance de la rutine et de la quercétine	66
1-5-2-3- Rôle des acides phénoliques	66
1-6- Résultats de l'échantillon 5	66
1-6-1- Résultats	66
1-6-2- Discussion	67
1-6-2-1- Profil phénolique et flavonoïdique constant	67
1-6-2-2- Esters caféoyl-quinique	67
1-6-2-3- Acides phénoliques simples	67
1-6-2-4- Flavonoïdes glycosylés et aglycones	67
1-7- Échantillon de l'extrait aqueux	67
1-7-1- Résultats	67
1-7-2- Discussion	67
1-7-2-1- Profil dominé par les phénols simples et un flavonoïde	67
1-7-2-2- Activité antioxydante	68
1-8- Échantillon de l'extrait éthanolique	68
1-8-1- Résultat	68
1-8-2- Discussion	68
1-8-2-1- Profil dominé par la rutine	68
1-8-2-2- Acides phénoliques simples	68
1-8-2-3- Synergie et pertinence pour un complément	68
1-9- Teneur en polyphénols totaux (PPT)	70
1-9-1- Résultats de dilution de l'acide gallique	70
1-9-2- Les résultats du dosage quantitatif des polyphénols :	70
1-10- Résultats des tests phytochimiques	72

2- Comparaison entre les tests phytochimiques classiques et l'analyse par Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) des extraits de <i>Malva Sylvestris L.</i> :	74
2-1- Résultats de Activité anti -microbienne	74
2-2- Résultats de l'activité Anti-oxydant	75
2-3- Mesure du pH	78
2-4- Résultats de la formulation du Sirop	78
2-5- Discussion	78
2-5-1- Forme galénique (sirop)	78
2-5-2- Extrait de <i>Malva Sylvestris L.</i>	79
2-5-3- Saccharose	79
2-5-4- Acide citrique :	79
2-5-5- Glycérine	79
2-5-6- Arômes et colorants naturels	79
2-5-7- Stabilité du produit	79
2-5-8- Discussion :	79
Conclusion	80
Annexes	81
Références	96

Liste des Figures

Figure 1 : Répartition géographique des variétés de Malva travers à le monde	4
Figure 2 : La plante <i>Malva Sylvestris L.</i>	7
Figure 3 : Distribution géographique de <i>Malva sylvestris L.</i>	8
Figure 4 : Application de la plante <i>Malva</i>	11
Figure 5:Utilisation de M. Sylvestris L en cosmétologie	13
Figure 6: structure de Certains flavonoïdes trouvés dans <i>Malva Sylvestris L.</i>	22
Figure 7: Structure chimique des Mucilage	23
Figure 8: Structure des nouveaux terpènes isolés de M . Sylvestris	24
Figure 9: l'institut National de Criminalistique et Criminologie de la Gendarmerie National -Bouchaoui	42
Figure 10: Cueillette de la mauve.	43
Figure 11:Localisation géographique de la zone de récolte	44
Figure 12:Etapes de séchage de notre plante	45
Figure 13: Broyage et tamisage de notre plantes	45
Figure 14: Résultats des analyses analysé par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography échantillon 1.	59
Figure 15: Résultats des analyses analysé par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography échantillon 2.	59
Figure 16: Résultats des analyses (UPLC) échantillon 3	60
Figure 17: Résultats des analyses (UPLC) échantillon 4	60
Figure 18: Résultats des analyses (UPLC) de échantillon 5	61
Figure 19: Résultats des analyses (UPLC) de extrait éthanolique	61
Figure 20: Résultats des analyses par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography l'extrait aqueux ..	62
Figure 21: Teneur en polyphénols totaux de l'acide gallique	70
Figure 22: Teneur en polyphénols totaux des extraits	70
Figure 23: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	76
Figure 24: Courbe d'étalonnage de polyphénols totaux des extraits	77

Liste des Tableaux

Tableau 1: Classification botanique de <i>Malva sylvestris L.</i>	7
Tableau 2 : Noms communs de <i>Malva sylvestris L.</i>	8
Tableau 3 : Usages de Malva en phytothérapie selon	10
Tableau 4: la présence de dérivés cyclopropénoïdes d'acides gras dans les graines de la famille des Malvacées	18
Tableau 5: Contenu quantitatif des acides organiques trouvés dans les feuilles de <i>Malva Sylvestris L.</i>	19
Tableau 6: Concentrations de Substances et d'Acide Ascorbique dans <i>Malva Sylvestris L.</i>	20
Tableau 7: La présence de flavonoïdes dans la mauve	21
Tableau 8: Contenu total de phénols dans divers extrais de la plante <i>Malva Sylvestris L.</i>	23
Tableau 9: Récapitulatif des Métabolites Secondaires de <i>Malva sylvestris L.</i>	25
Tableau 10: Activité antifongique de <i>Malva Sylvestris L.</i> Selon les études	29
Tableau 11: Effet anti-ostéoporotiques de <i>Malva Sylvestris L.</i> Chez les rats ovariectomisés Effet anti-ostéoporotiques de <i>Malva Sylvestris L.</i> Chez les rats ovariectomisés	30
Tableau 12: Processus de l'extraction par Ultra-Sons	46
Tableau 13: Processus de l'extraction par macération	47
Tableau 14: caractéristiques des souches microbiennes de références testées	49
Tableau 15: Ingrédients et rôles fonctionnels	52
Tableau 16: Résultats de l'échantillon 1	62
Tableau 17: Résultats de l'échantillon 2	63
Tableau 18: Résultats de l'échantillon 3	65
Tableau 19: Résultats de l'échantillon 4	66
Tableau 20: Résultats de l'échantillon 5	66
Tableau 21: Échantillon de l'extrait aqueux	67
Tableau 22: Échantillon de l'extrait aqueux	68
Tableau 23: Récapitulatif comparatif des 2 méthodes d'extraction, basé sur les résultats UPLC obtenus	69
Tableau 24: Résultats des dilutions de l'acide gallique	70
Tableau 25: Teneur en polyphénols totaux des extraits	70
Tableau 26: Résultats des tests phytochimiques	72
Tableau 27: résultats de la vitamine C	75
Tableau 28: résultats de l'activité anti-oxydante	76
Tableau 29: Résultats de mesure de pH	78

Liste des Abréviations :

% : Pourcentage

(LC /MS) : Chromatographie Liquide couplée à la Spectrométrie de **ANRP** : Agence Nationale de Réglementation Pharmaceutique

C : concentration

DGCCRF : Direction Générale du Commerce, du Contrôle et de la Répression de la Fraude

DPPH : (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle)

EA : Extrait aqueux

EE : Extrait éthanolique

g : gramme

H : heure

HPLC : Chromatographie Liquide à Haute Performance

IC50 : Concentration inhibitrice 50 %

L : litre

M. sylvestris L. : Malva sylvestris L.

Masse

mg : Milligramme

Min : minute

ml : Millilitre

OMS : organisation mondiale de la santé

PPT : Polyphénols totaux

UPLC : Chromatographie Liquide Ultra-Performante,

µl : microlitre

Résumé :

Introduction :

Face à l'intérêt croissant pour les produits naturels et la prévention des maladies par une approche douce, *Malva sylvestris* L., plante médicinale largement utilisée en phytothérapie pour ses propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et adoucissantes, constitue une candidate prometteuse pour le développement de compléments alimentaires.

Méthodologie :

Le travail a consisté à collecter et préparer la matière végétale, suivie de l'extraction des composés bioactifs par macération et ultrasons. Les extraits ont été analysés par des tests phytochimiques et par chromatographie liquide ultra-performante (UPLC) pour identifier les métabolites secondaires. Les activités biologiques (antioxydante et antimicrobienne) ont été évaluées par des tests in vitro (DPPH, diffusion sur disque).

Résultats :

Les analyses ont révélé une richesse en polyphénols, flavonoïdes et acides phénoliques, avec des profils chromatographiques variés selon les méthodes d'extraction. Les extraits ont montré une activité antioxydante significative et une absence de l'effet antimicrobien sur les souches testés.

Discussion :

Ces résultats confirment le potentiel thérapeutique de *Malva sylvestris* L. et justifient son utilisation traditionnelle. La formulation d'un sirop à base de ses extraits ouvre des perspectives intéressantes pour un complément alimentaire naturel, alliant sécurité et efficacité.

Mots clés :

malva Sylvestris L.

Complément alimentaire

UPLC , polyphénols , activité anti oxydante, flavonoïdes, plantes médicinales

ملخص

مقدمة:

تزايد الاهتمام بالمنتجات الطبيعية للوقاية من الأمراض، مما يجعل نبات *Malva sylvestris L.* (الخطمية البرية) خيارًا واعدًا بفضل خصائصه المضادة للالتهابات، والمضادة للأكسدة، والمهدئة، والمعروفة في الطب التقليدي.

المنهجية:

شمل العمل جمع وتحضير المادة النباتية، تلاها استخراج المركبات الفعالة باستخدام طريقتي النقع والموجات فوق الصوتية. تم تحليل المستخلصات باستخدام اختبارات فيتوكيميائية وتحليل كروماتوغرافي سائل فائق الأداء (UPLC). كما تم تقييم النشاطات البيولوجية (مضادة للأكسدة ومضادة للميكروبات) عبر اختبارات مخبرية (DPPH)، وانتشار على الأوساط.

النتائج:

أظهرت المستخلصات محتوى عالٍ من الفينولات والفلافونويدات والأحماض الفينولية، مع تباين في التركيب حسب طريقة الاستخلاص. كما أظهرت نشاطًا مضادًا للأكسدة ملحوظًا وعدم وجود أي تأثير ضد بعض السلالات الميكروبية.

المناقشة:

تدعم هذه النتائج الفعالية العلاجية لـ *Malva sylvestris L.* وتبرّر استخدامها التقليدي. كما تبرز صياغة شراب يعتمد على مستخلصاتها كخيار مكمل غذائي طبيعي وفعال وآمن.

Abstract:

Introduction:

In response to the increasing demand for natural health solutions, *Malva sylvestris* L., a medicinal plant widely used in phytotherapy for its anti-inflammatory, antioxidant, and soothing properties, was selected for the development of a plant-based dietary supplement.

Methods:

The study involved collecting and preparing the plant material, followed by extraction using maceration and ultrasound-assisted methods. Phytochemical screening and Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) were used to identify secondary metabolites. The biological activities (antioxidant and antimicrobial) were assessed through in vitro assays (DPPH and disc diffusion methods).

Results:

The extracts showed a high content of polyphenols, flavonoids, and phenolic acids, with composition profiles varying depending on the extraction method. Significant antioxidant activity and moderate antimicrobial effects against selected microbial strains were observed.

Discussion:

These findings support the therapeutic potential of *Malva sylvestris* L. and validate its traditional use. The formulation of a syrup based on its extracts highlights its relevance as a natural and effective dietary supplement.

INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, les plantes médicinales occupent une place essentielle dans les pratiques de soins traditionnels à travers le monde (Fabricant, 2010). Aujourd'hui encore, une grande partie de la population mondiale recourt aux remèdes naturels pour prévenir ou traiter divers maux, témoignant ainsi de la confiance accordée à la pharmacopée végétale (WHO traditional medicine strategy, 2014–2023.). Dans un contexte où les maladies chroniques, le stress oxydatif et les déséquilibres nutritionnels deviennent des préoccupations majeures de santé publique, l'intérêt pour les produits d'origine naturelle ne cesse de croître (Lobo V. , Patil, Phatak, & Chandra, 2010, pp. 118-126). Parmi eux, les compléments alimentaires occupent une place importante, en tant qu'alternatives ou compléments aux traitements conventionnels (Azaïs-Braesco, 2010)..

Les compléments alimentaires sont définis comme des denrées destinées à compléter le régime alimentaire normal, sources concentrées de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique (Conseil, 2002). Ils se présentent sous des formes variées (gélules, comprimés, poudres, tisanes, etc.) et sont de plus en plus plébiscités pour le maintien du bien-être général, le soutien des défenses immunitaires ou la prévention des effets du vieillissement cellulaire (Troesch, 2012) Face à cette demande croissante, le développement de nouveaux produits exige une démarche scientifique rigoureuse, reposant sur la sélection rationnelle des plantes, la caractérisation de leurs composés actifs et l'évaluation de leur innocuité et de leur efficacité (Sarker, 2012).

Dans ce cadre, la plante *Malva sylvestris L.*, communément appelée mauve sylvestre, attire l'attention des chercheurs en raison de sa richesse en composés bioactifs et de ses nombreuses propriétés médicinales documentées (Barros et al. 2010) Utilisée traditionnellement pour ses vertus émoullientes, anti-inflammatoires, antitussives, et cicatrisantes, *Malva sylvestris L.* est une plante de la famille des Malvacées, répandue en Europe, en Afrique du Nord et en Asie occidentale (Petrova, 2016). Sa composition chimique variée, comprenant des flavonoïdes, anthocyanines, mucilages, tanins et composés phénoliques, justifie scientifiquement plusieurs de ses usages empiriques (Moghbeli, 2021).

De récentes études ont mis en évidence le potentiel antioxydant, antimicrobien et anti-inflammatoire de cette plante, attribué à la synergie de ses constituants phytochimiques (Bampidis, 2005).

Cependant, malgré ces données prometteuses, peu de travaux se sont intéressés à la formulation d'un complément alimentaire complet à base de *Malva Sylvestris L.* intégrant à la fois une caractérisation chimique approfondie et une évaluation biologique standardisée. C'est dans cette perspective que s'inscrit ce travail, dont l'objectif principal est la conception et l'évaluation d'un complément alimentaire formulé à partir d'extraits de *Malva sylvestris L.*

Pour ce faire, l'étude a été conduite selon une démarche structurée en plusieurs étapes :

- La collecte et la préparation de la matière végétale suivie de l'extraction de ses constituants bioactifs par différentes méthodes ;
- L'analyse qualitative et quantitative de la composition chimique des extraits obtenus (polyphénols totaux, flavonoïdes, chromatographie...) ;
- La formulation d'un complément alimentaire, en choisissant une forme galénique adaptée et conforme aux exigences de stabilité et de sécurité ;

- L'évaluation des activités biologiques *in vitro*, notamment l'activité antioxydante (tests DPPH, FRAP), l'activité antimicrobienne contre certaines souches pathogènes, et l'activité anti-inflammatoire.

À travers ce travail, il s'agit non seulement de valoriser une plante médicinale largement répandue et sous-exploitée, mais également de proposer une approche scientifique intégrée au service du développement de produits naturels sûrs, efficaces et susceptibles de contribuer à l'amélioration de la santé publique.



Partie I : Synthèse bibliographique



CHAPITRE 1 : *Malva Sylvestris L.*

CHAPITRE 1 : *Malva Sylvestris L.*

1- Aperçu sur les plantes médicinales

Depuis l'Antiquité, une place centrale a été occupée par les plantes médicinales dans les pratiques de soin à travers le monde. Elles sont considérées comme la base des pharmacopées traditionnelles et continuent d'être largement employées, tant dans la médecine traditionnelle que dans la recherche pharmaceutique moderne. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il est estimé qu'environ 80 % de la population mondiale dépend encore des plantes médicinales pour ses soins de santé primaires ((OMS), 2013).

Les plantes médicinales sont définies comme des végétaux dans lesquels sont contenues des substances bioactives capables de prévenir ou de traiter diverses maladies. Leur efficacité est attribuée à la présence de principes actifs tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les saponines ou encore les tanins, dont les effets pharmacologiques sont variés (Bruneton & J, 2016). Au cours des dernières décennies, un intérêt croissant leur a été accordé, en raison de la résistance observée face aux médicaments de synthèse et du retour progressif vers des solutions naturelles dans le cadre des médecines complémentaires et alternatives (Heinrich, 2020).

Cependant, bien que de nombreux avantages soient offerts par les plantes médicinales, une approche scientifique rigoureuse doit être adoptée afin que leur sécurité et leur efficacité soient assurées. Leur composition, leurs effets et leurs interactions avec d'autres traitements doivent être étudiés de manière approfondie afin que les risques de toxicité ou d'interactions médicamenteuses indésirables soient évités (WHO, 2019).

Ainsi, un domaine de recherche prometteur est représenté par l'étude des plantes médicinales, où les savoirs traditionnels sont associés aux avancées scientifiques pour permettre une meilleure compréhension et une exploitation optimale de ces ressources naturelles au service de la santé humaine.

2- Modes d'Action et Variété Thérapeutique

Les propriétés des plantes médicinales sont dues à des métabolites secondaires (alcaloïdes, polyphénols, terpènes, etc.), qui influencent divers systèmes biologiques.

Par exemple :

La Curcumine (*Curcuma longa*) a démontré des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes (Aggarwal, 2007).

L'hyperforine (*Hypericum perforatum*) est employée comme antidépresseur naturel, selon l'EMA en 2018.

L'alicine (*Allium sativum*) est dotée de caractéristiques antimicrobiennes et de protection cardiaque (Bayan, 2014) .

Ces exemples mettent en lumière le potentiel de traitement colossal que recèle le règne végétal, encore en partie inexploré.

3- Défis Actuels

En dépit de leurs avantages, les plantes médicinales font face à de nombreux défis :

La normalisation des extraits :

L'efficacité des principes actifs peut-être influencée par la variabilité de leur composition due aux conditions de culture et de préparation ((EMA)., 2021).

Le danger pour la biodiversité :

L'exploitation excessive de certaines espèces (telles que *Hoodia gordonii* ou *Taxus brevifolia*) met en péril leur survie.

Les interactions médicamenteuses : Certains végétaux (par exemple, *Ginkgo biloba*) peuvent perturber des traitements médicaux (OMS, 2019).

4- Généralités sur la Mauve

4-1- La famille Malvacées

La famille des **Malvacées**, incluse dans l'ordre des **Malvales**, est représentée par une grande variété de plantes et d'arbustes, herbacés ou ligneux. Elle est retrouvée dans les zones tempérées et chaudes des deux hémisphères, et un total de 243 genres et 4225 espèces y est recensé (Radulović, Stojanović, & Palić, 2014). Parmi elles, environ 30 espèces herbacées appartenant au genre *Malva* sont localisées dans les régions tempérées, subtropicales et tropicales d'Afrique, d'Asie et d'Europe. Une adaptation à différentes régions du monde est également observée lorsque les conditions environnementales s'y prêtent (Barros. L., 2010).

En Europe, dans les zones tempérées d'Asie et d'Afrique du Nord, la présence des Malvacées est observée, tandis que certaines espèces de Mauves sont rencontrées dans la plupart des pays. Depuis des siècles, des vertus émoullientes sont attribuées à certaines d'entre elles, notamment à la Grande Mauve (*Malva sylvestris L.*) et à la Petite Mauve (*Malva rotundifolia*), qui sont particulièrement utilisées (Mariotto A. E., 2016). D'autres espèces, telles que la Guimauve (*Althaea officinalis*) et la Rose Trémière (*Alcea rosea (L.)*), sont également recherchées à travers le monde pour des usages similaires, impliquant principalement leurs racines et leurs feuilles (Charles de Bosschère, 1988) (Lim, T, & K, 2014).

4-2- Genre la Mauve

Le genre **Malva**, rattaché à la famille des **Malvacées**, est constitué de plusieurs dizaines d'espèces de plantes herbacées. Leur développement est favorisé dans des sols riches et bien drainés, le long des chemins, dans les prairies ou les terrains en friche. Elles sont caractérisées par des tiges dressées ou rampantes, des feuilles alternes, palmées ou lobées, ainsi que par des fleurs aux teintes allant du rose pâle au violet foncé, qui sont attirées par de nombreux pollinisateurs (Stearn, 2004).

Depuis l'Antiquité, les feuilles et les fleurs de **Malva** sont utilisées dans les pratiques de médecine traditionnelle pour le soulagement des affections respiratoires, gastro intestinales et cutanées. Elles sont notamment administrées sous forme d'infusions ou de cataplasmes afin que les irritations des muqueuses soient apaisées et que l'inflammation soit réduite (Rivera D. &., 2012). Un intérêt pharmacologique croissant leur est également attribué par des études récentes, dans lesquelles des effets antioxydants et immuno-modulateurs sont mis en évidence, ouvrant ainsi des perspectives pour le développement de nouveaux traitements naturels (Guilherme S. F., 2019)..

Outre leur emploi médicinal, une consommation alimentaire est également observée pour certaines espèces de **Malva** dans diverses cultures. Leurs jeunes feuilles et fleurs sont intégrées dans des salades, des soupes et des tisanes en raison de leur richesse en vitamines (A et C), en minéraux (calcium, magnésium) et en antioxydants. En raison de leur forte teneur en mucilages, elles sont

L'origine et la distribution de cette espèce sont considérées comme révélatrices d'une large adaptation à divers environnements. Il a été constaté que son développement s'effectue à l'état sauvage dans les régions tempérées d'Europe, ainsi qu'en Méditerranée et en Afrique du Nord. Une vaste répartition lui est attribuée, s'étendant de l'ouest de l'Europe jusqu'à l'Himalaya et à la Sibérie centrale en Asie. Par ailleurs, son introduction dans d'autres régions a été réalisée, où une naturalisation réussie a été observée dans plusieurs zones tempérées (Radulović, M., & Palić, 2014). Ce phénomène d'introduction est expliqué par des cas de fuite de culture, notamment en Australie orientale, ainsi que dans des pays comme les États-Unis, le Canada et le Mexique. Ainsi, la biodiversité et la résilience de cette espèce sont perçues comme des marqueurs de son aptitude à être établie sur de nouveaux territoires (Lim, T, & K, 2014).

4-5- Généralités sur *Malva Sylvestris L.*

Le genre **Malva**, appartenant à la famille des Malvacées, est composé de plusieurs espèces de plantes herbacées, parmi lesquelles se trouve *Malva Sylvestris L.*, communément appelée mauve sylvestre. Cette plante est largement répandue en Europe, en Afrique du Nord et en Asie, où elle colonise des environnements variés tels que les prairies, les terrains en friche et les bords de chemins. *Malva Sylvestris L.* est une plante vivace ou bisannuelle, caractérisée par des tiges dressées ou rampantes pouvant atteindre 1 mètre de hauteur, des feuilles alternes palmées et des fleurs d'une teinte violette à rose, marquées de stries plus sombres (Lim T. K., 2014).

Depuis l'Antiquité, cette plante est utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés thérapeutiques. Ses feuilles, ses fleurs et parfois ses racines sont employées pour divers troubles, notamment les affections respiratoires, digestives et cutanées. Elle est particulièrement reconnue pour son effet adoucissant et anti-inflammatoire, attribué à sa forte teneur en mucilages, qui agissent comme des agents protecteurs des muqueuses (Barros, L.; Carvalho, A. M., R., Ferreira I. C.F, 2010). En phytothérapie, des infusions et des décoctions de *M. sylvestris L.* sont couramment prescrites pour les maux de gorge, la toux et les inflammations bronchiques, tandis que son usage externe est recommandé pour apaiser les irritations cutanées et favoriser la cicatrisation des plaies (Rivera & Obón, 2012).

D'un point de vue phytochimique, *Malva Sylvestris L.* est caractérisée par une grande diversité de métabolites secondaires aux activités biologiques reconnues, dont des flavonoïdes tels que la quercétine et le kaempférol, auxquels sont attribuées des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, ainsi que des tanins et des acides phénoliques, impliqués dans son activité astringente et antibactérienne (Guilherme F. , 2019). Les mucilages, composés de polysaccharides complexes, jouent un rôle clé dans ses effets apaisants sur les muqueuses irritées, ce qui justifie son utilisation contre les affections respiratoires et digestives (Mariotto S. e., 2016).

Outre ses usages médicaux, la *Malva Sylvestris L.* est également consommée comme aliment dans certaines cultures. Ses jeunes feuilles et ses fleurs sont intégrées dans des salades, des soupes ou des tisanes pour leur apport en vitamines et en antioxydants. En raison de son large spectre d'applications, *Malva Sylvestris L.* continue d'être étudiée par les chercheurs en pharmacologie et en ethnobotanique, dans le but de mieux comprendre ses mécanismes d'action et d'exploiter ses propriétés pour le développement de nouveaux traitements naturels (Radulović N. S., 2014). Cependant, bien que cette plante soit généralement considérée comme sûre, son usage doit

être encadré pour éviter les interactions potentielles avec certains médicaments, notamment en raison de la présence de composés bioactifs pouvant moduler l'activité enzymatique et immunitaire.

4-6- Historique de *Malva Sylvestris L.*

4-6-1- Durant l'antiquité

- *Malva Sylvestris L.* est utilisée depuis plus de 2 500 ans. Elle est mentionnée par Hippocrate (Ve siècle av. J.-C.) et Théophraste (IVe siècle av. J.-C.) comme une plante aux propriétés adoucissantes et laxatives.

- Chez les Romains et les Grecs, elle était consommée sous forme de soupes et d'infusions pour traiter les inflammations digestives et respiratoires. Pline l'Ancien (Ier siècle) indique que « celui qui prend quotidiennement de la mauve est à l'abri de toutes maladies ».

4-6-2- Moyen Âge et Renaissance

- Durant le Moyen Âge, elle était cultivée dans les jardins monastiques pour soigner les infections, les plaies et les troubles intestinaux (Medica).

- Dans la médecine arabe médiévale, notamment avec Avicenne, son usage est décrit pour calmer la toux et apaiser les irritations de la peau.

Avicenne (980-1037), médecin et philosophe persan, est l'une des figures les plus influentes de la médecine médiévale. Son œuvre majeure, Le Canon de la Médecine, constitue une référence incontournable dans l'histoire de la pharmacologie et de la phytothérapie (Ullmann, 1978). Il y décrit plus de 800 substances médicinales, dont de nombreuses plantes utilisées pour traiter diverses maladies.

Avicenne s'appuie sur le savoir de la médecine grecque, perse et arabe, tout en développant ses propres observations sur les effets des plantes médicinales. Il attribue des propriétés spécifiques aux plantes en fonction de leur tempérament (chaud, froid, sec ou humide), une approche qui influencera la médecine traditionnelle en Orient et en Occident pendant des siècles. Ses travaux ont largement contribué à la connaissance des plantes aux vertus thérapeutiques, posant ainsi les bases de la pharmacopée moderne (Nasr, 2007) (Gutas, 2001).

- Aux XVIIIe et XIXe siècles, *Malva sylvestris L.* reste une plante médicinale courante en Europe, où elle est utilisée sous forme d'infusions et de cataplasmes.

- À l'époque contemporaine, ses propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et cicatrisantes sont confirmées par des études scientifiques, mettant en avant la présence de mucilages et de flavonoïdes (Bruneton J. , 2009).

- Aujourd'hui, elle est encore employée en phytothérapie et en cosmétique naturelle pour ses effets hydratants et apaisants.

5- Classification botanique de *Malva sylvestris L.*

Tableau 1: Classification botanique de *Malva sylvestris L.* (Ghedira, 2016)

Règne	Plantae (Plantes)
Embranchement	Magnoliophyta (Spermaphytes Angiospermes)
Division	Tracheophyta
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Ordre	Malvales
Famille	Malvaceae
Genre	Malva
Espèce	<i>Malva Sylvestris L.</i>

5-1- Description botanique

Cette espèce est caractérisée par une pubescence dressée ou décombante, et est généralement bisannuelle, atteignant une hauteur allant jusqu'à 1,5 mètre (Euro & Med, 2023). Sa ramification basale est plutôt rare. Les feuilles sont disposées de manière alternative, mesurant entre 2 et 4 cm de longueur et de 2 à 5 cm de largeur (Committee., 2020). Elles présentent une forme orbiculaire, parfois avec des lobes peu profonds de 3 à 5, voire jusqu'à 7 lobes, et possèdent une base en forme de cœur avec des bords irrégulièrement dentés. Leur couleur est un vert foncé, et elles sont recouvertes de duvet. Les stipules, quant à elles, sont lancéolées et scariformes, tandis que les pétioles mesurent entre 2 et 6 cm et sont pileux. Les fleurs sont bisexuées, pentamères, et se trouvent en fascicules axillaires, chaque fascicule contenant de 2 à 4 fleurs sur des pédicelles d'environ 2 cm de long. Les segments de l'épicalyx sont ovales, et le calice est formé de lobes moyens, glabrescents, de forme largement deltoïde et mesurant entre 2 et 3 mm de diamètre. Les pétales, de couleur violet rougeâtre ou brillant violet rosé, sont obovales et atteignent 1 cm de large, avec une marge apicale émarginée et ciliée, et présentent un motif réticulé et ridé au verso. Les étamines mesurent environ 3 mm et sont recouvertes de poils (India., 2011).

Les fruits sont glabres et mesurent de 5 à 6 mm de diamètre, contenant de 10 à 12 méricarpes réticulés et cohérents, chaque méricarpe abritant une seule graine. Les graines, de couleur brune, sont longues et larges de 2,5 mm, ayant une forme évoquant une meule de fromage. (Garden, s.d.)



Figure 2 : La plante *Malva Sylvestris L.* (photo originale)

5-2- Nomenclature et appellation

Tableau 2 : Noms communs de *Malva sylvestris L.*

Algérien	Mejjir, Khobiz
Arabe	Khobbiza
Kabyle	Meejir, amedjir(ait youcef,2006)
Français	Mauve, grande mauve, mauve sylvestre, mauve sauvage
Anglais	Common Mallow, High Mallow

5-3- Repartition geographies

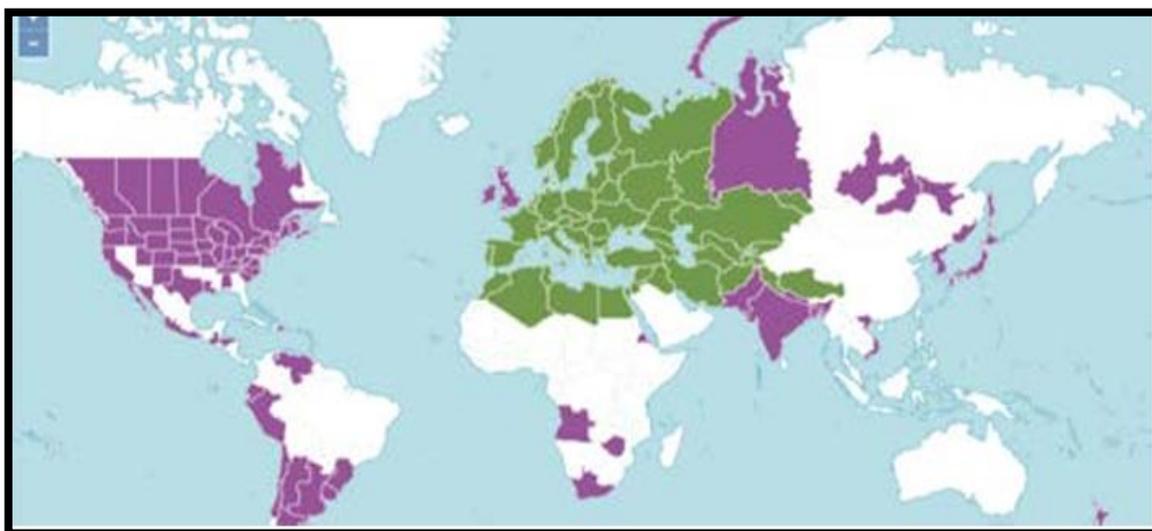


Figure 3 : Distribution géographique de *Malva sylvestris L.* (Kulakivska & Roksolana:Konechna, 2023).

La distribution de cette espèce témoigne d'une large adaptation à divers environnements. Il a été observé que cette espèce se développe à l'état sauvage dans les régions tempérées d'Europe, ainsi qu'en Méditerranée et en Afrique du Nord. Elle est réputée pour sa vaste répartition, s'étendant de l'ouest de l'Europe jusqu'à l'Himalaya et à la Sibérie centrale en Asie. De plus, cette espèce a été introduite dans d'autres régions où elle a réussi à s'établir et à se naturaliser dans plusieurs zones tempérées (Radulović, M., & Palić, 2014). Ce phénomène d'introduction semble résulter d'une fuite de culture, notamment en Australie orientale, ainsi que dans des pays tels que les États-Unis, le Canada et le Mexique. Ainsi, la biodiversité et la résilience de l'espèce illustrent son aptitude à coloniser de nouveaux territoires (T.k.Lim, 2014).

5-4- Utilisation traditionnelle

Malva sylvestris L. est incorporé dans plusieurs formulations phytothérapeutiques pour traiter une variété de problèmes de santé, y compris les troubles gastro-intestinaux, les coliques, la diarrhée et les infections des voies respiratoires.

Engagement envers la Médecine Traditionnelle

De nombreuses recherches sur l'usage des plantes médicinales ont souligné le rôle significatif de *Malva Sylvestris L.* dans la médecine traditionnelle. Ce végétal a été couramment utilisé comme

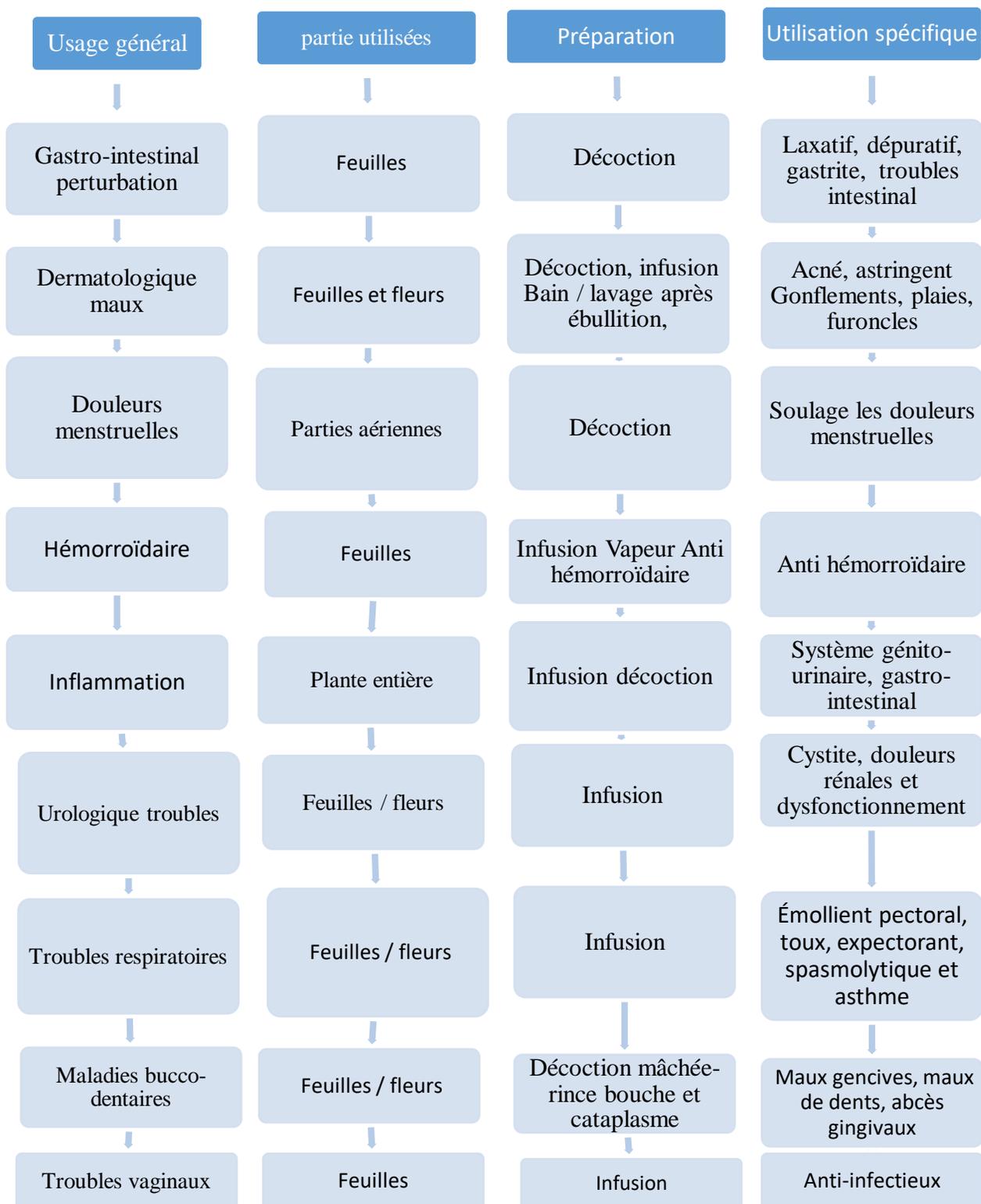
un laxatif doux, un tonique pour nettoyer le foie, ainsi qu'un remède contre les reflux acides. Il est donc présent dans des préparations visant à traiter des problèmes tels que les troubles digestifs, les douleurs abdominales, la diarrhée et les maladies respiratoires.

Le thé bleu mauve, élaboré à partir des fleurs de *Malva sylvestris L.*, est l'une des infusions les plus populaires au monde, utilisé aussi bien dans la médecine traditionnelle que dans la phytothérapie ; néanmoins, seule une étude antérieure décrit la composition de son huile essentielle.

Par ailleurs, les feuilles et les fleurs montrent une grande efficacité pour traiter les problèmes urologiques, les piqûres d'insectes, les brûlures, les furoncles et les blessures ulcéreuses.

Il est à noter que l'emploi de *Malva sylvestris L.* en combinaison avec d'autres plantes médicinales est une démarche fréquemment observée qui amplifie leurs effets positifs. (Usami, et al., 2013)

Tableau 3 : Usages de Malva en phytothérapie selon (Gasparetto, et al., 2012)



5-4-1- Applications traditionnelles de la mauve à travers le monde

En Algérie, la fleur de mauve est utilisée principalement sous forme d'infusion. Cette infusion est un antiseptique destiné au système reproducteur et est employée pour soigner divers problèmes de santé, tels que (couplan.F, 2009) le rhumatisme, la constipation, l'asthme, l'otite, les coliques et les douleurs abdominales. De plus, la mauve possède des propriétés astringentes, antiseptiques et adoucissantes, et également efficace contre les piqûres d'insectes, les enflures, les furoncles et les abcès.

Au nord de l'Algérie, dans la région de Kabylie, la plante *Malva Sylvestris L.*, surnommée «mejjir», est reconnue pour ses diverses propriétés curatives. Cette plante est créditée de vertus médicinales qui incluent le soin des oreillons. Pour soulager cette affection, un cataplasme de mauve chauffée à l'huile d'olive est appliqué sur la zone concernée. Afin de préparer ce remède, la plante entière est broyée, puis étalée sur la région enflammée. Elle est ensuite recouverte d'un bandage et laissée en place jusqu'au matin. Ce traitement peut être répété si nécessaire, permettant ainsi un soulagement prolongé des symptômes. (Aggarwal, 2007)



Figure 4 : Application de la plante *Malva*

Au Maroc, les racines et les feuilles de mauve sont utilisées pour traiter des problèmes urinaires, respiratoires, ainsi que des cataplasmes et des décoctions. (Biosci., 29 decembre 2014, p. 7714)

En Europe, les parties aériennes de la mauve sont employées pour soulager la constipation, l'arthrite et les coliques abdominales. (mayer, et al., 2014)

En Espagne, une infusion de *Malva sylvestris L.* et de ses parties aériennes est utilisée pour traiter l'urtica dioica, la fièvre, les ecchymoses. (mayer, et al., 2014) (J.AGonzalez, BARRIUSO, & Amich, 2010) (parada, Carrio, & Vall, 2011) (Benítez & Molero-Mesa, 2010).

En Italie, une décoction de fleurs, de racine et de feuilles de *Malva Sylvestris L.* est utilisée pour traiter des troubles, tels que, la goutte, et est également bénéfique pour les maux de dents. (Menale & MUOIO, 2014)

En Syrie, les fleurs et les feuilles de mauve sont utilisées comme laxatif, pour des problèmes respiratoires et pour des bains de bouche. (Alachkar, et al., 2011)

Au Liban, les fleurs de mauve sont utilisées pour traiter l'arthrite et les rhumatismes. (Abdullatif, 2017)

Au Pakistan, les feuilles de mauve sont employées selon une méthode non spécifiée, présentant des activités relaxantes, ainsi que des effets bénéfiques sur le mucus gastrique, l'inflammation, l'indigestion, la diurèse et l'ulcère de la vessie. (Abdullatif, 2017)

Des informations ont été rapportées sur l'utilisation de *Malva Sylvestris L.* dans la médecine traditionnelle au Brésil et ailleurs, pour le traitement de la colite et de la stomatite, des bronchites chroniques, ainsi que pour le soin des furoncles, des brûlures, des douleurs dentaires, des ecchymoses, des hémorroïdes et d'autres inflammations (Al-Rubaye, et al., 2017).

5-5- Utilisation culinaire :

La mauve peut être préparée comme soupe, mais est le plus souvent préparé dans des salades.

Les utilisations comestibles concernent la gastronomie populaire et les utilisations généralement incluses dans l'alimentation dite mineure (Guarrera, 2005) (Carvalho, 2005).

Les jeunes feuilles sont consommées crues dans les salades, les feuilles et les pousses sont consommées dans les soupes et sous forme de légumes bouillis. Les fruits immatures sont sucés ou mâchés par des enfants, des bergers et des chasseurs (Barros, Carvalho, & Ferreira, 2010) et effectivement, une variété de colorants alimentaires naturels proviennent de ces polyphénols (villani, et al.)

5-6- Utilisation en cosmétique:

Figure 5: Utilisation de *M. Sylvestris L* en cosmétologie (malin, s.d.)

La mauve peut aussi être utilisée en cosmétologie, les fleurs et les feuilles présentant des propriétés adoucissantes, rafraichissantes, astringentes et anti-couperose ; Des extraits de feuilles ou fleurs sont utilisés dans des laits ou shampooings pour bébés, des produits démaquillants, des crèmes anti-rougeurs, des crèmes émoullientes pour peaux sèches ou des bains moussants rafraichissants (Lisa, 2017).

5-7- Utilisation Vétérinaires :

Les usages vétérinaires de *Malva Sylvestris L.* sont documentés de manière étendue dans la littérature ethnobotanique et scientifique. Des décoctions de la plante entière, parfois chauffées dans de l'huile, sont administrées au bétail pour soulager les coliques et stimuler la rumination, traditionnellement reconnues pour faciliter la libération des rumens (Bonet, 2007), (Manganelli, 2001). Les feuilles, utilisées en application externe, sont appliquées en compresses pour traiter la mammite bovine, ainsi qu'en lavements pour soulager la constipation porcine (Doğan, 2023) . Des décoctions et infusions de fleurs aériennes sont utilisées comme laxatifs chez les chevaux, indiquant une utilité vétérinaire variée. Ces préparations sont également employées pour traiter des inflammations, des infections cutanées, la diarrhée chez les veaux, ainsi que des troubles respiratoires chez les équidés et des inflammations intestinales chez les bovins et truies (Nozohour, 2021). En outre, l'application topique de la poudre de la plante favorise le drainage des abcès bovins, et son usage est attesté dans le traitement de pathologies cutanées, reproductives et nerveuses chez le bétail. Des études cliniques plus récentes en élevage confirment certains de ces bienfaits : par exemple, l'application locale d'un extrait de *M.sylvestris L.* a significativement réduit les lésions fongiques bovines (trichophytose) (Oliveira, 2021), et l'utilisation d'extraits a montré une activité antibactérienne

efficace contre des agents responsables de diarrhée chez les agneaux, comme *Salmonella enterica* et *E. coli* (Nozohour, 2021).

Par ailleurs, des essais chez les ovins infectés par *Haemonchus contortus* ont démontré que la plante améliore les paramètres antioxydants et réduit l'inflammation abdominale, suggérant un effet bénéfique sur les infections parasitaires gastro-intestinales (Oliveira, 2021).

CHAPITRE 2 : Métabolites Secondaires et Activités Biologiques

Chapitre 2 : Métabolites Secondaires et Activités Biologiques

1- Constituants Phytochimiques de la plante *Malva Sylvestris L.*

La plante *Malva Sylvestris L.* est identifiée par ses fleurs, ses feuilles, ses fruits immatures ainsi que ses tiges fleuries, lesquelles renferment des composés chimiques associés aux flavonoïdes, caroténoïdes, acide ascorbique, phénols, tocophérols et acides gras. Il a été suggéré que ces composés pourraient être responsables des propriétés antioxydantes et hépato protectrices de la plante. Par conséquent, cette dernière pourrait être considérée comme un aliment fonctionnel, intégrant des nutriments bénéfiques pour la santé humaine. (Barros. L., 2010)

Il a été mis en évidence par des recherches phytochimiques que cette plante renferme plusieurs polysaccharides, anthocyanes, coumarines, tanins, flavones, flavonols, anthocyanidines, leucoanthocyanidines, mucilagine et huile essentielle. (Cutillo, 2006), (Farina, 1995), (Gasparetto & Pontarolo, 2012), (Schulz, 2003).

De plus, selon les travaux de (Cutillo, 2006), des terpénoïdes tels que des sesquiterpènes, des di terpènes et des mono terpènes ont également été identifiés dans *Malva Sylvestris L.* (Gasparetto & Pontarolo, 2012)

1-1- Les acides aminés / dérivés des protéines

Les études ont montré des concentrations significatives en arabinogalactane (AGP) au sein de cultures de cellules calleuses, atteignant 12,8% en poids sec. Il a été établi que l'AGP était principalement composé de galactose, représentant 57,6% des moles, suivi par l'arabinose à 31,0%, le mannose à 3,5%, l'acide glucuronique à 3,2%, le glucose à 2,5%, la xylose à 1,8% et à nouveau le mannose à 0,4%. L'identification de la présence d'acides aminés, tels que l'alanine, la thréonine, l'hydroxyproline, la sérine, la glutamine, l'asparagine et l'arginine, a été réalisée par chromatographie en phase mince à haute performance (HPTLC). Parmi ces acides aminés, seule l'hydroxyproline a été quantifiée, affichant 0,8% de l'ensemble de la composition en acides aminés. Cette étude souligne l'importance de l'AGP et de sa composition en acides aminés dans le cadre de la recherche sur les protéines dérivées des plantes. (Gasparetto, et al., 2012)

1-2- Acides gras et stérols

Ce tableau synthétise les résultats des recherches concernant la présence de dérivés cyclopropénoïdes d'acides gras dans les graines de la famille des Malvacées, ainsi que leur composition et leur méthode d'analyse (Kulakivska & Roksolana:Konechna, 2023).

Tableau 4: la présence de dérivés cyclopropénoïdes d'acides gras dans les graines de la famille des Malvacées

Élément	Détails
Famille de plantes	Malvacées
Composés identifiés	Dérivés cyclopropénoïdes d'acides gras
Acides gras principaux	Acide sterculia (9,10-méthylène-9-octadécénoïque)

	 - Acide malvalique (8,9-méthylène-8-heptadécénoïque)
Concentration	Coexistence pouvant atteindre 60 %, selon l'espèce
Accompagnants	Quelques analogues cyclopropénoïdes
Autres parties de la plante	Présents dans les feuilles, racines et pousses
Méthode d'analyse	Analyse de la composition en acides gras par GC-MS Source spécifiée non valide.

1-3- Acides organiques

Un total de 13 acides organiques dérivés des feuilles de *Malva Sylvestris L.* est connu. Ces composés participent au développement des propriétés immunostimulantes et antioxydantes de la mauve ainsi que des préparations dérivées de ces composants naturels. L'examen est réalisé par le biais de la chromatographie (Moussavi, et al., 2021)

Tableau 5: Contenu quantitatif des acides organiques trouvés dans les feuilles de *Malva Sylvestris L.* (Kulakivska & Roksolana:Konechna, 2023).

Acide	Contenu (mg/kg)
Oxalique	4170,7
Malonique	1284.4
Fumarique	6924,8
Succinique	644,9
Benzoïque	60.1
Glutarique	37.7
Phénylacétique	103.6
Salicylique	219.0
Malique	3510.0
Citrique	13133.2
Vanillique	84.3
Férulique	397.7
p-coumarique	65.9

1-4- Vitamines

L'effet antioxydant de la mauve est attribué à ses tocophérols (vitamine E), à son acide ascorbique (vitamine C) ainsi qu'aux caroténoïdes. Il est observé que les fleurs en contiennent le plus, tandis que les tissus végétaux verts renferment davantage de vitamine E. Les tocophérols sont réputés pour être un agent préventif remarquable contre le cancer dans l'organisme humain. Des analyses

quantitatives montrent des concentrations élevées de substances et d'acide ascorbique dans différentes parties de la plante (Toxicol, 2010)

Tableau 6: Concentrations de Substances et d'Acide Ascorbique dans *Malva Sylvestris L.*

Partie de la Plante	Concentration (mg%)	Acide Ascorbique (mg/g)
Feuilles	106,5	17
Tiges fleuries	34,9	0,20
Fleurs	17,41	1.11
Fruits immatures	2,60	27

Ces résultats soulignent l'importance de *M. sylvestris* comme agent antioxydant.

1-5- Éléments chimiques

Les substances chimiques présentes dans les feuilles de *Malva sylvestris L.* ont été analysées, ce qui a révélé la présence d'éléments métalliques indispensables et accessoires, d'halogènes ainsi que de non-métaux. L'analyse a été effectuée par le biais de la spectrométrie d'émission optique à plasma (ICP-OES), et la détection de Zr, Zn, U, Tl, Sr, Pb, Ni, Na, Mn, Mg, Sn, La, K, Si, Fe, Cu, Cr, Co, Ca, Bi, Ba, B et Al a également été réalisée. (Hicsonmez, U, & al, 2009)

Malva Sylvestris L. a démontré une aptitude notable à concentrer d'importantes quantités de métaux (Zn, Pb, Ni, Cu et Cd) provenant de sols riches en ces éléments. Il est considéré comme essentiel de s'occuper de ce problème au sein des communautés affectées qui résident dans des régions à risque (Mousavi, et al., 2021). (Stanimirovic, 2019).

1-6- Interaction entre *Malva Sylvestris L.* et les métaux lourds

La relation entre cette plante et les métaux lourds a été examinée dans plusieurs études, notamment dans les contextes de phytoremédiation (dépollution des sols par les plantes) et de bioaccumulation.

1-6-1- Capacité d'absorption des métaux lourds

Des métaux comme le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le zinc (Zn) et le cuivre (Cu) peuvent être accumulés dans les tissus de *Malva Sylvestris L.* (racines, tiges, feuilles).

Une étude a montré qu'une tolérance modérée aux sols contaminés est présentée par cette espèce, avec une accumulation plus importante observée dans les racines que dans les parties aériennes (phytostabilisation). (Stanimirovic, 2019)

1-6-2- Effets sur la croissance et la physiologie

La croissance de la plante peut être inhibée par des concentrations élevées en métaux lourds, entraînant une réduction de la photosynthèse et l'induction d'un stress oxydatif.

Cependant, des mécanismes de défense antioxydants (enzymes comme la catalase, la peroxydase) sont possédés par *M. sylvestris* pour limiter les dommages cellulaires.

1-6-3- Utilisation en phytoremédiation

Bien qu'elle soit moins performante que certaines hyper accumulatrices (comme *Noccaea caerulescens* pour le Cd), la mauve sylvestre peut être utilisée pour contribuer à la réhabilitation de sols modérément pollués, notamment en milieu urbain ou agricole. (Stanimirovic, 2019)

1-6-4- Risques pour la consommation humaine

Si la plante est récoltée dans des zones contaminées, des métaux lourds peuvent être transmis aux infusions ou compléments alimentaires. Il est donc crucial d'éviter les sites pollués (bords de routes, sols industriels).

1-7- Flavonoïdes

La présence de flavonoïdes au sein de la famille des Malvacées a été peu étudiée. Cependant, il a été observé que les flavonols et les flavones, caractérisés par des groupes OH supplémentaires aux positions C-8 A et/ou C-5' B, sont typiques de cette famille, ce qui souligne leur importance en chimio taxonomie (K & al, 1989).

Dans le cas de la mauve, des teneurs significatives en flavonoïdes ont été détectées. Une étude portant sur le potentiel nutraceutique de ses extraits a permis d'estimer les flavonoïdes totaux. Ce tableau illustre les quantités de flavonoïdes totaux détectées dans les différentes parties de la mauve (LAM, Barros; al, 2010) :

Tableau 7: La présence de flavonoïdes dans la mauve
Partie de la plante Teneur en flavonoïdes (mg/g)

<i>les feuilles</i>	210,8
<i>les fleurs</i>	46,6
<i>les fruits immatures</i>	25,4
<i>les tiges florales</i>	143,4

Parmi les principaux composants foliaires, la gossypétine 3-sulfate-8-O- β -d-glucoside (gossypine) et l'hypolétine 3'-sulfate ont été particulièrement identifiées, suivies d'autres flavonoïdes tels que le 3-O- β -d-glucopyranosyl-8-O- β -d-glucuronopyranoside et l'hypolétine 8-O- β -d-glucuronopyranoside. Les fleurs ont fait l'objet d'analyses plus approfondies, révélant la présence d'anthocyanes, dont la malvidine 3,5-diglucoside (malvine), qui se présente exclusivement sous forme de flavylum cationique.

D'autres flavonoïdes, comme la malvidine 3-O-glucoside (oénine), la malvidine elle-même, ainsi que la delphinidine 3-O-glucoside, ont également été rapportés. (Billeter, M, & al, 1991) (NawwarMAM; al, 1977) (NawwarMAM; BuddrusJ., 1981).

Des dérivés d'apigénine, de quercétine et de kaempférol ont été temporairement signalés dans les abaisseurs de f, avec une teneur totale en anthocyanes comprise entre 0,42% et 7,3% de la matière sèche. Par ailleurs, bien que des leucoanthocyanines, de la cyanidine et des pétunidines aient été détectées, leur concentration est restée relativement faible. (Pourrat, H, & al, 1990) (Sikorska, M, & al, 2004) (FarinaAe & al, 1995)

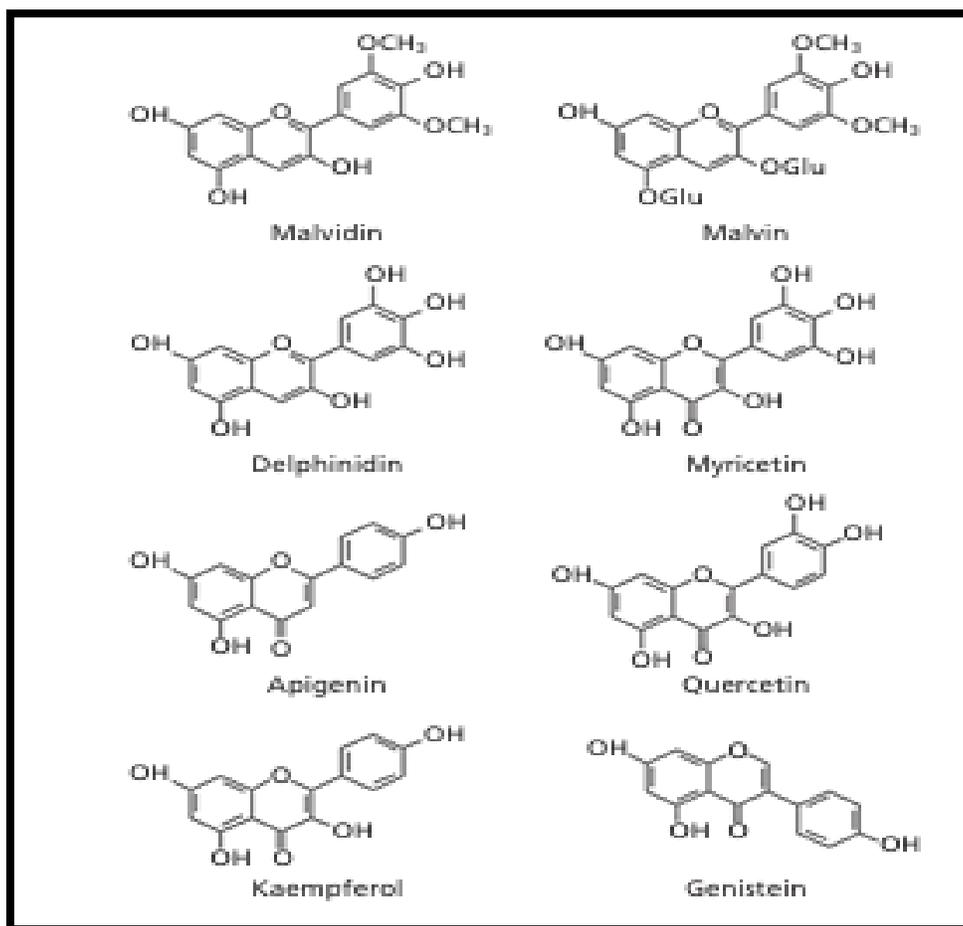


Figure 6: structure de Certains flavonoïdes trouvés dans *Malva Sylvestris L.* (João Cleverson Gasparetto C. A., 2012)

1-8- Mucilages

Au sein des dicotylédones, la famille des **Malvales** est caractérisée par l'abondance de mucilages dans ses dépôts. Ceci est particulièrement vrai pour la famille des Malvacées, en particulier pour l'espèce *Malva Sylvestris L.* où l'existence de polysaccharides a été rapportée depuis plus de cinquante ans (Franz, 1966).

Les mucilages sont considérés comme des éléments clés contribuant aux effets curatifs de la mauve, notamment en raison de leurs propriétés anti complémentaires et antitussives. (Tomoda & al, 1989) (fanova & Al, 2006)

Ces substances se trouvent dans les idioblastes de mucilage, les canaux de mucilage, les cavités, ainsi que dans les cellules épidermiques spécialisées. (Classen & al, 1998;)

Le contenu peut fluctuer en fonction de la partie de la plante. Typiquement, une concentration élevée de mucilages bruts est observée dans les feuilles (6,0-7,2%), les fleurs (3,8-7,3%) et les racines (7,5%). (KarawyaMS & al, 1971) (Hicsonmez & al).

Les mucilages sont principalement composés d'acide glucuronique, d'acide galacturonique, de rhamnose, de galactose, de fructose, de glucose, de saccharose et de tréhalose. De l'acide

butyronique, de l'arabinose, du mannose, de la xylose, du fucose, de la raffinose et du 2-O-a-(4-O-méthyl-a-d-glucuronosyl) xylotriase ont également été découverts (KarawyaMS & al, 1971) (Classen, B, & Blaschek, 1998) (KatapodisP & al, 2002)

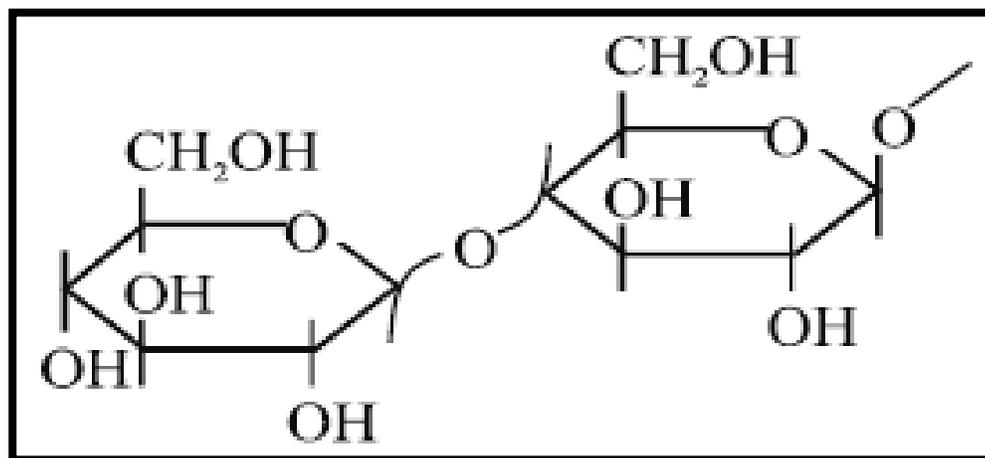


Figure 7: Structure chimique des Mucilage (Classen & Blaschek, 1998)

1-9- Dérivés phénoliques

Une multitude de dérivés phénoliques a été découverte dans les extraits de diverses parties du *Malva Sylvestris L.* Des composés phénoliques totaux ont été détectés à hauteur de 386,5 mg/g dans les feuilles, 317,0 mg/g dans les tiges d'apport, 258,7 mg/g dans les fleurs et 56,8 mg/g dans les fruits immatures (LAM, Barros; al, 2010).

En dépit de la forte présence de ces composés, une seule étude dédiée à leur isolement et identification a été recensée. Cette étude a révélé la présence d'acide 4-hydroxybenzoïque, d'acide 4-méthoxybenzoïque, d'acide 4-hydroxy-3-méthoxybenzoïque, d'acide 2-hydroxybenzoïque, d'acide 4-hydroxy-2-méthoxybenzoïque, d'alcool 4-hydroxybenzylique, d'acide 4-hydroxydihydrocinnamique, d'acide 4-hydroxy-3-méthoxydihydrocinnamique, d'acide 4-hydroxycinnamique, d'acide férulique et de tyrosol. Contenus totaux de phénols (mg de GAE/g) avec écart-type (\pm SD) (Shadid, et al., 2021).

Tableau 8: Contenu total de phénols dans divers extrais de la plante *Malva Sylvestris L.*

Extraits	Contenu total de phénols, mg de GAE/g de <i>M. sylvestris</i> , \pm SD
Acétone	104,01 \pm 2,04
Méthanol	20.47 \pm 1.48
Hexane	69.49 \pm 1.15
Aqueux	23.35 0.79

1-10- Terpènes

L'analyse chimique d'un extrait aqueux de *Malva Sylvestris L.* a été effectuée à l'aide de la HPLC, de la RMN et de la spectrométrie de masse (MS). Un sesquiterpène a été examiné et identifié, ainsi

qu'un nouveau diterpène linéaire tétrahydroxylé, en plus de deux monoterpènes : le linalol et l'acide linalolique, comme indiqué par (Cutillo, 2006).

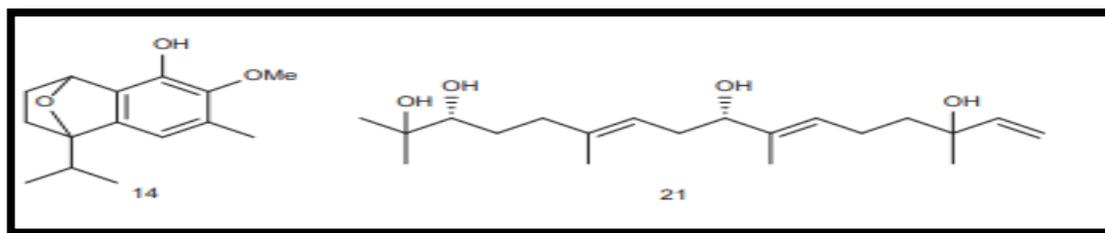


Figure 8: Structure des nouveaux terpènes isolés de *M. Sylvestris* (Kulakivska & Roksolana:Konechna, 2023)

1-11- Les alcaloïdes

L'analyse phytochimique de l'extrait obtenu à partir des graines de *Malva Sylvestris L.* a montré que la concentration en alcaloïdes est nettement supérieure par rapport aux autres parties de la plante (Sabri , et al., 2012).

Selon (Sadegh, Rosna, & Minoo, 2016) deux alcaloïdes importants, la berbérine et la sanguinarine, ont été détectés en faibles proportions, soit 0.10126% et 0.00059% respectivement.

1-12- Coumarines

Deux types de coumarines, à savoir la 7-hydroxy-6-méthoxycoumarine (scopolétine) et la 5,7-diméthoxycoumarine, ont été identifiés dans les feuilles de *Malva Sylvestris L.* Cette dernière est considérée comme une coumarine phototoxique, possédant une potentielle activité anticancéreuse (Alesiani , D, & al, 2007) (Tosi, B, & al, 1995).

1-13- Pigments

Les pigments présents dans les extraits acétoniques de *M. sylvestris* ont été analysés qualitativement par chromatographie. La présence de xanthophylles, de chlorophylle B et de chlorophylle a été confirmée par les évaluations (Redzić, S.N., Hodžić, & Tuka, 2005)..

Tableau 9: Récapitulatif des Métabolites Secondaires de *Malva sylvestris L.*

Classe	Composé	Formule brute	Masse (g/mol)	Référence	
Flavonoïdes	Flavonols	C ₁₅ H ₁₀ O ₂	238,24 g/mol.	(Barros, et al., 2010)	
	Flavones	C ₁₅ H ₁₀ O ₂	238,24 g/mol		
	Gossypétine,	C ₁₅ H ₁₀ O ₈	318,24 g/mol.	(Petkova, et al., 2019)	
	Hypolétine,	C ₁₅ H ₁₀ O ₇			
	Apigénine	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	302,25 g/mol	(Dr Ben Moussa Mohamed Tahar) (Information., s.d.)	
	Quercétine	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	270,24 g/mol		
	Kaempférol	Leucoanthocyanines,	C ₁₅ H ₁₀ O ₆		302,24 –
			C ₁₅ H ₁₀ O ₆		302,2357
	Cyanidine, Pétunidines		C ₁₅ H ₁₁ O ₆ ⁺		286,24 – 286,236
			C ₁₆ H ₁₃ O ₇ ⁺		286,24 g/mol
			287,25 g/mol		
			317,27 g/mol.		
Anthocyanes	Malvidine	C ₁₇ H ₁₅ O ₇ ⁺	331,30 g/mol	(Beghdad, et al., 2014)	
	Delphinidine	C ₁₅ H ₁₁ O ₇ ⁺	303,25 g/mol		
Mucilages	Acide glucuronique	C ₆ H ₁₀ O ₇	194,14 g/mol	(Tomoda, Gonda, & Shimizu, 1998)	
	Acide galacturonique	C ₆ H ₁₀ O ₇	194,14 g/mol		
	rhamnose	C ₆ H ₁₂ O ₅	164,16 g/mol		
	galactose	C ₆ H ₁₂ O ₆			
	fructose	C ₆ H ₁₂ O ₆	180,16 g/mol		
	glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	180,16 g/mol		
	saccharose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁			
	tréhalose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	180,16 g/mol		
	Acide butyronique	C ₄ H ₈ O ₂	342,30 g/mol		
	arabinose	C ₅ H ₁₀ O ₅			
	Mannose	C ₆ H ₁₂ O ₆			
		C ₅ H ₁₀ O ₅	342,30 g/mol		

	xylose fucos, raffinose 2-O-a-(4-O-méthyl- a-d-glucuronosyl) xylotriose	C ₆ H ₁₂ O ₅ C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆ C ₁₅ H ₂₀ O ₁₀	88,11 g/mol 150,13 g/mol 180,16 g/mol 150,13 g/mol 164,16 g/mol 594,5 g/mol Varie selon la structure, mais généralement autour de 500- 600 g/mol.	
Dérivés phénoliques	Acide 4- hydroxybenzoïque Acide 4- méthoxybenzoïque Acide 4-hydroxy-3- méthoxybenzoïque Acide 2- hydroxybenzoïque Acide 4-hydroxy-2- méthoxybenzoïque Alcool 4- hydroxybenzylique Acide 4- hydroxydihydrocinn amique Acide 4-hydroxy-3- méthoxydihydrocinn amique Acide 4- hydroxycinnamique Acide férulique Tyrosol	C ₇ H ₆ O ₃ C ₈ H ₈ O ₃ C ₈ H ₈ O ₄ C ₇ H ₆ O ₃ C ₈ H ₈ O ₄ C ₇ H ₈ O ₂ C ₉ H ₁₀ O ₃ C ₁₀ H ₁₂ O ₄ C ₉ H ₈ O ₃ C ₁₀ H ₁₀ O ₄ , C ₈ H ₁₀ O ₂	138,12 g/mol 152,15 g/mol 168,15 g/mol 138,12 g/mol 168,15 g/mol 124,14 g/mol 166 ;17 g/mol 196,20 g/mol	(Landi, Ceccanti, Guidi, Pardossi, & .Incrocci, 2022). (Gasparetto., et al., 2012).

			164,16 g/mol	
			194,18 g/mol 138,16 g/mol	
Les alcaloïdes	Berbérine	C ₂₀ H ₁₈ NO ₄ ⁺	336,36 g/mol	(Sabri F, et al., 2012) (S & d, s.d.)
	Sanguinarine	C ₂₀ H ₁₄ NO ₄ ⁺	332,33 g/mol	
Terpènes	tétrahydroxylé	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Varie selon la structure, généralement autour de 200-300 g/mol.	(Veshkurova, et al., 2006) (NIST., S, & D, s.d.)
	Linalol	C ₁₀ H ₁₈ O		
	Acide linalolique	C ₁₈ H ₃₂ O ₂		
Coumarines	7-hydroxy-6-méthoxycoumarine (scopolétine)	C ₁₀ H ₈ O ₄	192,17 g/mol	(Alesiani D,, et al., 2007) (s & d, s.d.)
	5,7-diméthoxycoumarine	C ₁₁ H ₁₀ O ₄	206,19 g/mol	

2- Activités pharmacologiques de la plante *Malva Sylvestris L.*

2-1- Activités antioxydantes

Les propriétés antioxydantes de *Malva sylvestris L.* sont reconnues en raison de sa concentration élevée en composés phénoliques, qui lui confèrent une capacité à prévenir l'oxydation. Il a été observé que les flavonoïdes présents dans cette plante exercent un effet inhibiteur puissant. En outre, il est noté que l'utilisation de cette plante ne présente pas les mêmes complications que les substances chimiques synthétiques (Marouane, et al., 2011). La génération de diverses espèces réactives de l'oxygène par les antioxydants endogènes est associée à un stress oxydatif accru. Des recherches ont révélé que ce stress oxydatif joue un rôle crucial dans le vieillissement associé aux fonctions cérébrales, ainsi que dans le développement de maladies hépatiques, de troubles cardiovasculaires et du cancer du sein. Ce constat met en lumière l'importance de *Malva Sylvestris L.* comme source potentielle de composés antioxydants bénéfiques pour la santé (Jardat & Abualhasan, 2015).

2-2- Activité anti inflammatoire

L'activité anti-inflammatoire de *Malva sylvestris L.* a été étudiée en comparaison avec celle de *Sida cordifolia* et *Pelargonium graveolens*, dans le cadre de l'inhibition des prostanoïdes. Il a été observé que les fractions chloroformiques et à l'acétate d'éthyle extraites de *M. sylvestris L.* présentaient une efficacité significative pour inhiber l'ensemble des prostanoïdes évalués. En revanche, la fraction aqueuse n'a pas montré d'effet inhibiteur sur la production de thromboxane. (Ben Mouhoub, 2019)

Ces résultats suggèrent une action inhibitrice ciblant une voie commune de la biosynthèse des prostanoïdes, vraisemblablement celle de la cyclooxygénase. Cette hypothèse est étayée par la présence de composés polaires dans les fractions actives (chloroforme et acétate d'éthyle). (Barros, Carvalho, & Ferreira, 2010)

Par ailleurs, plusieurs études suggèrent que l'activité anti-inflammatoire de *M. sylvestris L.* pourrait également être liée à la présence de métabolites hydrosolubles, tels que les flavonoïdes, anthocyanes, tanins et alcaloïdes (Conforti, Marrelli, Menichini, & Loggia, 2008) (Khalid, et al., 2011) (Gasparetto, Martins, & Pontarolo, 2012).

2-3- Activité antitussive traditionnelle et potentielle de *Malva Sylvestris L.*

Malva sylvestris L., connue pour ses usages médicaux ancestraux, est couramment employée dans plusieurs systèmes de médecine traditionnelle pour soulager la toux et les affections des voies respiratoires. Cette activité antitussive est principalement attribuée à sa richesse en mucilages, des polysaccharides végétaux hydrophiles capables de former un gel visqueux au contact de l'eau. Ces mucilages tapissent les muqueuses irritées des voies aériennes supérieures, exerçant ainsi un effet adoucissant, protecteur et calmant qui diminue le réflexe de la toux (Mahboubi & al., 2020, 2023). Outre cet effet mécanique, *Malva Sylvestris L.* contient également des flavonoïdes, des tanins et d'autres composés phénoliques connus pour leurs propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes, qui contribuent à réduire l'inflammation des tissus respiratoires et à apaiser les symptômes associés aux infections ou aux irritations pulmonaires (Prudente & Esmaeili at al, 2013, 2006). Bien que peu d'études cliniques aient été consacrées spécifiquement à son effet antitussif, plusieurs travaux pharmacologiques et ethnobotaniques confirment son usage populaire dans le traitement de la toux, des bronchites bénignes et des irritations pharyngées (Boukef & Pitt & Hocking, 1982, 2009). Ainsi, l'intégration de *Malva Sylvestris L.* dans un complément alimentaire à visée respiratoire est pleinement justifiée, tant du point de vue traditionnel que pharmacologique.

2-4- L'activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne est observée chez *M. sylvestris*, qui démontre des propriétés contre plusieurs espèces bactériennes et fongiques. La méthode de diffusion du disque a mis en évidence la capacité antimicrobienne des extraits de *M. sylvestris* face à diverses bactéries. Il a été également révélé que *M. sylvestris* présente une activité modérée contre certains micro-organismes liés aux antibiotiques courants **Source spécifiée non valide.** L'effet antimicrobien des extraits de parties aériennes de *M. sylvestris* a été exploré par De Souza et ses collaborateurs. (Coelho De Souza G, et al., 2004;)

L'effet antimicrobien des extraits de parties aériennes de *M. sylvestris* sur *C. albicans*, *S. aureus*, *M. luteus*, *Bacillus subtilis*, *S. epidermidis*, *E. coli* et *S. cerevisiae* a été exploré. (Cogo, et al., 2010).

Il a été révélé que les extraits d'éthanol de *M. sylvestris* étaient efficaces contre *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* et *E. coli*, tandis que les extraits de méthanol n'ont montré d'activité que contre *S. cerevisiae* (C.L. & Wang, 2006).

Les résultats ont montré que les extraits de *M. sylvestris* entravaient l'activité microbienne in vitro. D'autres recherches ont démontré que l'huile de grains empêchait la prolifération de tous les micro-organismes examinés, à l'exception de *Pseudomonas aeruginosa*, une bactérie Gram-négatif (Walter, et al., 2011) (Mousavi, et al., 2020).

2-5- Activité antifongique

Plusieurs études ont montré que *Malva Sylvestris L.* possède une activité antifongique modérée, en particulier contre certaines levures et moisissures pathogènes. Cette activité est généralement attribuée à la présence de flavonoïdes, de tanins et de composés phénoliques capables d'altérer la perméabilité des membranes fongiques ou d'inhiber des enzymes clés. Les extraits méthanoliques ou éthanoliques semblent plus efficaces que les extraits aqueux. Toutefois, les effets observés sont variables selon la souche fongique et la méthode d'extraction. Cette propriété, bien que secondaire par rapport aux autres activités de la plante, soutient l'intérêt de *Malva Sylvestris L.* dans la prévention des infections fongiques légères, notamment dans les affections respiratoires ou cutanées.

Tableau 10: Activité antifongique de *Malva Sylvestris L.* Selon les études

Champignon testé	Types d'extrait	Résultats observé	Références
<i>Candida albicans</i>	Méthanolique	Inhibition modérée	(Esmaeili & al, 2016)
<i>Aspergillus niger</i>	Aqueux	Faible inhibition	(Mahboubi & al., 2020 , 2023)
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	Hydroalcoolique	Inhibition modérée à forte	(Sadeghi-Aliabadi, 2011)
<i>Candida tropicalis</i>	Ethanolique	Inhibition modérée	(Mahboubi & al., 2020 , 2023)
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	Aqueux / méthanolique	Résultats négatifs ou très faibles	(Ghasemi, 2011)

2-6- Activité anti-biofilm

Concernant l'activité anti-biofilm, les propriétés antifongiques des extraits aqueux et éthanoliques de diverses parties des plantes *M. Sylvestris L.*, *Dorema aucheri* et *Ferulago angulata* ont été évaluées in vitro par le biais d'un test de diffusion sur disque et d'une méthode de micro-dilution en bouillon contre *C. albicans* et *C. krusei*, afin de déterminer l'extrait végétal le plus efficace contre la croissance des microorganismes. Les données recueillies montrent que l'extrait éthanolique de racine de *Malva Sylvestris L.* démontre une capacité anti-biofilm plus marquée par rapport aux autres extraits examinés, lui conférant le statut d'agent inhibiteur efficace dans la formation du biofilm de *C. albicans* (Alizadeh, F., Khodavandi, & Faraji, 2017) .

L'impact de l'extrait méthanolique de *M. Sylvestris L.*, sur la formation du biofilm a été examiné in vitro en utilisant le test du cristal violet. Les données recueillies ont démontré que l'extrait possède une action anti-biofilm contre les bactéries à Gram positif (*S. aureus* et *E. faecalis*) ainsi qu'à Gram négatif (*P. aeruginosa*, *E. coli*, *K. pneumoniae*), de manière dépendante à la dose appliquée. Selon (Fathi & Pishkar, 2021), la plus grande activité anti-biofilm observée a été notée pour *S. aureus*, *E. faecalis* et *K. pneumoniae*.

2-7- Activité cicatrisante des plaies

L'activité cicatrisante est observée lorsque l'extrait hydroalcoolique éthanolique de feuilles de mauve est appliqué sur la peau ; selon la dose, l'accélération de la contraction des ulcères cutanés est constatée, ainsi qu'une diminution du temps nécessaire à leur guérison chez le rat. De plus, il est noté que les plantes à fibres jouent un rôle dans la production et la sécrétion de collagène. Les collagènes protéiques, lorsqu'ils sont présents, forment une matrice extracellulaire essentielle, ce qui renforce la capacité d'union des bords de plaies entre eux (Seyyed Mojtaba Mousavi, et al., 2021).

2-7- Activité laxative

Selon (Elsagh, A, & R, 2015), l'extrait aqueux de fleurs de *Malva Sylvestris L.* s'avère efficace et sûr pour la prise en charge de la constipation fonctionnelle.

2-8- Activité Anticancéreuse

L'action anti tumorale a été associée au cancer, qui fait référence à un ensemble considérable de maladies pouvant affecter n'importe quelle partie du corps. Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), le cancer est l'une des principales causes de mortalité à l'échelle mondiale. Des études ont été menées indiquant que *Malva Sylvestris L.* possède des propriétés anticancéreuses. L'activité cytotoxique des extraits de feuilles de *Malva Sylvestris L.* a été démontrée par (Daniela A. & Canuti, 2007) sur des souris en utilisant un test MTT, ainsi que sur des lignées cellulaires cancéreuses humaines. Les résultats du test biologique ont montré que les extraits de *M. sylvestris L.*, réduisent de manière significative la viabilité cellulaire des cellules cancéreuses (Mazraedoost & Behbudi, G, 2021) (Daniela & Pichichero, 2007) (Abbaszadegan & Ghahramani, 2016) (Mazraedoost & Behbudi, 2021).

2-9- Activité anti-ostéoporose

En plus de ses effets antioxydants et anti-inflammatoires démontrés, *Malva Sylvestris L.* a récemment suscité l'intérêt pour son potentiel dans la prévention de l'ostéoporose, notamment dans des modèles expérimentaux simulant la ménopause. Les résultats de l'étude de (Alizadeh, Khodavandi, & Faraji, 2017) (Abdollahzadeh, et al., 2020) résument les effets bénéfiques de l'extrait sur divers paramètres osseux et biologiques liés à la déminéralisation. Le tableau ci-dessous présente les principaux résultats observés :

Tableau 11: Effet anti-ostéoporotiques de *Malva Sylvestris L.* Chez les rats ovariectomisés
Effet anti-ostéoporotiques de *Malva Sylvestris L.* Chez les rats ovariectomisés (Alizadeh, F., Khodavandi, A., & Faraji, F. S., 2017)

Paramètre évalué	Effet de <i>Malva Sylvestris L.</i>	Lien avec ses propriétés
------------------	-------------------------------------	--------------------------

Densité minérale osseuse (DMO)	Augmentation significative par rapport au groupe témoin ovariectomisé	Lié à l'effet protecteur antioxydant
Histomorphométrie osseuse (épaisseur trabéculaire)	Préservation de la structure osseuse	Action anti-inflammatoire sur l'os remodelage
Marqueurs biochimiques du métabolisme osseux	Réduction des taux de dégradation osseuse (CTX)	Action anti-inflammatoire sur l'os remodelage
Cytokines inflammatoires (TNF- α , IL-6)	Diminution significative	Effet modulateur sur le métabolisme osseux
Stress oxydatif (MDA, SOD)	MDA (peroxydation lipidique) ; SOD (défense)	Activité antioxydante confirmée

3- Action de protection exercée par les reins

Selon (Mohamadi Yarijani & Godini, 2019) protégeant également le foie contre les dommages causés par la néphrotoxicité.

3-1- Action de protection rénale

Il a été constaté que la décoction de *Malva Sylvestris L.* présente un effet protecteur contre la néphrotoxicité causée par le méta vanadate d'ammonium chez le rat (Marouane W. S., 2011)..

Sur 80 rats ayant été exposés au méta vanadate d'ammonium (0,24 mmol/kg de poids corporel en buvant l'eau) pendant une durée de 90 jours, on a noté une hausse significative de la production de radicaux libres et des activités enzymatiques antioxydantes. Par ailleurs, l'analyse histologique du rein a montré une dégradation des capsules corticales rénales et un rétrécissement de l'espace de Bowman.

3-2- Activité cytotoxique

Les extraits de méthanol de *M. Sylvestris L* démontrent une activité cytotoxique élevée

Vis-à-vis de la lignée cellulaire McCoy.

Soulignant sa possibilité d'agir comme un agent chimio préventif ou une substance chimio thérapeutique (Razavi & G., 2011) (Razavi, S. M. & Zarrini, G., 2014).

3-3- Processus de Guérison des Plaies et de l'Eczéma

Des analyses histologiques du tissu ont révélé que l'extrait de *Malva Sylvestris L.* Favorise un agencement bien structuré de fibres de collagène, une augmentation du nombre de fibroblastes et une réduction des cellules inflammatoires. Ces observations indiquent que la contraction des plaies est efficacement stimulée par l'extrait de *Malva Sylvestris L.* en comparaison avec le groupe témoin et les autres groupes, confirmant ainsi son usage traditionnel pour accélérer la guérison des plaies chez le rat. Dans une étude clinique randomisée impliquant des patients souffrant d'eczéma des mains, l'efficacité de la pommade à 4 % de *Malva Sylvestris L.* a été démontrée à 3 et 6 semaines par rapport au groupe placebo (Pirbalouti.AG & Azizi.A .G, 2010)

3-4- Effet préventif de *Malva Sylvestris L.* sur la toxicité urinaire par suite de la radiothérapie dans le traitement du cancer de la prostate

Malva Sylvestris L. joue un rôle préventif contre la toxicité urinaire à la suite d'une radiothérapie. Concernant le cancer de la prostate, en ce qui a trait à l'atténuation de la douleur associée à la radiothérapie externe (EBRT) induite par la toxicité urinaire. Les méthodes de radiothérapie les

plus modernes, telles que la radiothérapie conformationnelle en trois dimensions (3D-CRT) et la radiothérapie à intensité modulée (IMRT), sont capables de diminuer la toxicité génito-urinaire et gastro-intestinale provoquée par l'EBRT (Razavi & Zarini, 2010)).

4- La toxicité de *Malva Sylvestris L.*

La toxicité de la Mauve sylvestre D'après les sources consultées, il n'y a pas de preuve d'effets indésirables liés à la consommation humaine de *Malva Sylvestris L.* Cependant, certaines références soulignent des impacts négatifs sur le bétail dû au fait que cette plante, lorsqu'elle est cultivée sur des terres riches en azote, a tendance à accumuler une grande quantité de nitrates dans ses feuilles (Barros. L., 2010). Selon (Durafourd & Lapraz, 2002), certains auteurs recommandent d'éviter la mauve sylvestre aux femmes enceintes en raison de l'effet ocytotique potentiel des feuilles.

Toutefois, la toxicité aiguë d'extraits hydroalcooliques de *Malva sylvestris L.* a été évaluée par le biais du « test de toxicité aiguë Microtox », et la limite de toxicité définie dans ce test a dépassé les 20%. La plante contient des substances toxiques pour les cellules humaines, comme l'a démontré *Malva Sylvestris L.* qui a inhibé la bioluminescence de 17,32%. C'est raison pour laquelle son emploi dans l'alimentation doit être limité et ne doit pas s'étendre dans le temps. (Sosa.S & Marrelli.M.F, 2008)

5- Composants chimiques des huiles essentielles *Malva Sylvestris L.*

Les caractéristiques des huiles essentielles de *Malva Sylvestris L.* varient en fonction des parties de la plante.

Pour les graines, qui ont été extraites par solvant, les principaux composants identifiés sont :

- L'acide linoléique (49,06 %),
- L'acide palmitique (22,11 %)
- L'acide oléique (15,273 %).

Ces huiles sont reconnues pour leurs propriétés antimicrobiennes et proviennent de la région de Tlemcen en Algérie, comme le rapportent les auteurs. (Sabri, et al., 2012)

Quant aux feuilles et aux tiges, également extraites par solvant, des niveaux significatifs

- D'acide palmitique (43,07 %)
- D'acide oléique (22,11 %)
- D'acide linoléique (25,95 %)

Sont révélés par les analyses. Ces extraits sont réputés pour leurs propriétés antioxydantes et proviennent d'Ilam, Dehloran et Dezful en Iran, selon les travaux réalisés par (Tabaraki, et al., 2012)

Pour les fleurs, extraites par hydrodistillation, l'huile est composée de substances telles que

- l'hexadécane (20,11 %)
- l'eugénol (14,12 %).

Elle est également reconnue pour son activité antimicrobienne et provient d'Osaka, au Japon, selon les recherches (Usami, et al., 2013)

En ce qui concerne les racines, l'huile extraite par distillation à la vapeur révèle une composition en :

- L'eugénol (14,1 %)
- phytol (4,6 %)

Tout en présentant des propriétés antimicrobiennes, et elle est originaire d'Allemagne, selon les travaux de (Wink, et al., 2016)

L'hydrodistillation des feuilles de la mauve à Molise, en Italie, met en évidence la présence de :

- 4-Vinyl guaiacol (14,1 %)
- Limonène (25,6 %)

Elle est également reconnue pour son activité antifongique, selon les travaux réalisés par (Delfino, et al., 2017) .

CHAPITRE 3 : Complément Alimentaire

CHAPITRE 3 : Complément Alimentaire

1- Les compléments alimentaires

Conformément à la directive 2002/46/CE, le complément alimentaire est défini comme étant destiné à être utilisé pour compléter une alimentation normale par l'ajout de nutriments, de vitamines, de minéraux ou d'autres substances exerçant un effet nutritionnel ou physiologique. En raison de son potentiel à prévenir les carences et à améliorer le bien-être général, son utilisation est considérée comme importante, en particulier dans les pays développés. Toutefois, une utilisation inappropriée ou excessive de ce produit est susceptible d'entraîner des effets secondaires indésirables et des interactions médicamenteuses, ce qui met en évidence la nécessité d'une réglementation stricte et de la communication d'informations précises aux consommateurs. (Communautés européennes, 2002,) , (Kaczurkin, 2020,)

2- Classification des Compléments alimentaires

2-1- Vitamines et minéraux

Ce sont les compléments les plus courants, destinés à pallier les carences nutritionnelles. Exemples : vitamine C, vitamine D, calcium, fer, magnésium. (EFSA, (2018)) OMS, 2005)

2-2- Acides aminés et protéines

Utilisés notamment par les sportifs ou dans des cas de malnutrition. (Gropper, L, & Carr, 2016)

2-3- Acides gras essentiels

Comme les oméga-3, oméga-6 et oméga-9, souvent extraits d'huiles de poissons ou de graines. (Calder P. C., 2012)

2-4- Extraits de plantes (compléments phyto thérapeutiques)

Ils contiennent des extraits standardisés ou non, à base de plantes médicinales (feuilles, racines, graines, etc.). Exemples: Ginseng, curcuma, Malva sylvestris L., etc. (European Medicines Agency & Herbal Medicinal Products Committee , 2017)

2-5- Probiotiques et probiotiques

Micro-organismes vivants ou substances qui favorisent la flore intestinale. (Food and Agriculture Organization & World Health Organization (FAO/WHO), 2001)(FAO/WHO, 2001 ; (Hill, A. M., Ryan, A. S., & Francis, D. M., 2004)

2-6- Antioxydants naturels

Composés qui protègent l'organisme contre le stress oxydatif, comme les polyphénols, flavonoïdes, caroténoïdes. (Prior, Wu, & Francis, 2004) (Scalbert, Johnson, & Saltmarsh, 2005)

3- Classification selon leur origine

3-1- Compléments d'origine végétale

Issus de plantes médicinales ou aromatiques.

Ex : extraits de feuilles, racines, fleurs (ex : Malva Sylvestris L.). ((EMEA), 2008) ((WHO)., 2004)

3-2- Compléments d'origine animale

Comme les huiles de poisson (oméga-3), la gelée royale, ou le collagène. (Calder P. , 2012) (Knapik, 2016)

3-3- Compléments d'origine minérale :

Fer, magnésium, calcium, zinc, etc., souvent sous forme de sels minéraux. ((EFSA)., 2018)

4- Classification selon la fonction ou l'effet physiologique

4-1- Compléments pour le système immunitaire

Ex : Vitamine C, zinc, échinacée. (Gombart, Pierre, & Maggini, 2020)

4-2- Compléments antioxydants et anti-âge

Ex : polyphénols, coenzyme Q10, resvératrol. (Lobo V. , Patil, Phatak, & Chandra, 2010)

4-3- Compléments pour la digestion et le transit intestinal

Ex : fibres, probiotiques, fenouil, artichaut. (Roberfroid, 2007)

4-4- Compléments pour les articulations et les os

Ex : calcium, vitamine D, glucosamine. (National Institutes of Health)

4-5- Compléments pour la performance physique ou mentale

Ex : caféine, L-carnitine, ginseng, oméga-3. (al, 2018).

5- La différence entre un complément alimentaire et un médicament

La différence entre un complément alimentaire et un médicament à base de plantes est désormais reconnue, notamment avec la disponibilité des produits dérivés des plantes dans les pharmacies et sur internet. Ces produits se trouvent tant sur les marchés pharmaceutiques que sur ceux des suppléments alimentaires. Cependant, des différences notables sont observées entre ces deux marchés, et des ressemblances sur les plans thérapeutique et esthétique compliquent la distinction pour le consommateur.

Un médicament est défini par la directive 2001/83/CE, qui établit un cadre réglementaire pour les médicaments destinés à un usage humain. Cela englobe des substances ou formulations ayant des propriétés curatives ou préventives contre les maladies humaines ou animales, ainsi que des produits utilisés pour le diagnostic médical ou la restauration des fonctions physiologiques. En revanche, les compléments alimentaires ne sont pas soumis à des recommandations médicales. Ils sont élaborés à partir de plantes, d'animaux ou de minéraux, ainsi que de substances naturelles, de produits de transformation, de synthèse ou de biotechnologie, et sont destinés à fournir les apports journaliers recommandés pour compléter les régimes alimentaires habituels. Bien qu'aucune indication thérapeutique ne leur soit attribuée, les compléments alimentaires se conforment à des normes européennes en matière de sécurité alimentaire. (Hallouch, 2021).

Médicament à base de plante en Algérie : Entre l'expansion du marché et la réglementation.

6- Réglementation et sécurité des compléments alimentaires**6-1- Cadre réglementaire général**

Les compléments alimentaires sont encadrés par des réglementations spécifiques afin de garantir leur sécurité, leur qualité, et une information fiable pour le consommateur. Ils sont considérés comme des denrées alimentaires et non comme des médicaments, bien qu'ils puissent contenir des substances bioactives aux effets physiologiques marqués.

En Europe, la directive 2002/46/CE du Parlement européen et du Conseil constitue le texte de référence pour la mise sur le marché des compléments alimentaires. Elle définit les compléments alimentaires comme :

« Denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique, seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses (gélules, comprimés, ampoules, etc.)

Cette directive établit également :

- La liste des vitamines et minéraux autorisés ;
- Les formes chimiques admises (ex : citrate de zinc, sulfate de fer...) ;
- L'obligation d'étiquetage clair et non trompeur ;

La mention selon laquelle les compléments ne doivent pas se substituer à une alimentation variée. Chaque État membre peut aussi imposer des conditions supplémentaires. Par exemple, en France, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) joue un rôle central dans l'évaluation des risques liés aux compléments, notamment ceux à base de plantes. (européen., juin 2002)

Sources : Directive 2002/46/CE ; ANSES, 2022 ; EFSA, 2018

6-1-1- Substances autorisées et ingrédients à usage restreint

Outre les vitamines et minéraux, les compléments peuvent contenir :

Des plantes médicinales (soumis à des listes de plantes autorisées, comme l'annexe I de l'arrêté français du 24 juin 2014) ;

Des acides aminés, acides gras, enzymes, probiotiques ;

Des extraits végétaux, parfois soumis à restrictions si certains composés sont jugés toxiques à forte dose (ex : alcaloïdes, furocoumarines...).

Certains ingrédients sont interdits ou soumis à des teneurs maximales pour éviter tout risque toxique ou effet secondaire, notamment en cas de cumul avec d'autres produits (médicaments ou aliments enrichis).

Sources : Arrêté du 24 juin 2014 relatif aux plantes autorisées dans les compléments alimentaires (France) ; EFSA, Novel Food Regulation (2015/2283)

6-1-2- Sécurité d'usage et évaluation des risques

La sécurité des compléments alimentaires repose sur :

La qualité des matières premières ;

La maîtrise des procédés de fabrication (respect des Bonnes Pratiques de Fabrication – BPF) ;

La traçabilité de la chaîne de production ;

L'évaluation toxicologique des substances actives.

6-1-3- Les risques liés à la consommation de compléments sont multiples

Surdosage (hypervitaminose), interactions médicamenteuses, effets secondaires, contamination (métaux lourds, pesticides), ou encore allégations trompeuses. L'ANSES et l'EFSA (European Food Safety Authority) mènent régulièrement des évaluations et alertes de sécurité.

Par exemple, certaines plantes comme le millepertuis peuvent interagir avec des médicaments (effet inducteur enzymatique), tandis que d'autres peuvent provoquer des effets hépatotoxiques s'ils sont mal dosés. (ANSES (2022), 2004)

7- Réglementation internationale

7-1- Union européenne

réglementation harmonisée via la directive 2002/46/CE, mais avec certaines divergences nationales.

7-2- États-Unis

les compléments sont régis par le Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA, 1994). Ils ne nécessitent pas d'autorisation de mise sur le marché, mais la FDA peut intervenir a posteriori en cas de problème.

7-3- Canada

les compléments sont encadrés comme Produits de santé naturels (PSN), et doivent faire l'objet d'un enregistrement préalable (NPN – Natural Product Number).

8- Réglementation en Algérie

La réglementation algérienne encadrant les compléments alimentaires repose sur plusieurs textes officiels, dont voici les principales références et dispositions :

Définition et cadre légal Les compléments alimentaires sont régis par la législation sur les denrées alimentaires et non comme des médicaments.

Textes de référence : - Loi n° 09-03 du 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes.

Décret exécutif n° 12-03 du 4 janvier 2012 : fixant les règles générales d'hygiène et de sécurité des denrées alimentaires

Arrêté du 16 juillet 2014 (Ministère du Commerce) relatif aux conditions de commercialisation des compléments alimentaires (fraudes., 09-03 du 25 février 2009,)

8-1- Autorisation et commercialisation

Autorisation préalable obligatoire avant mise sur le marché

Notification ou enregistrement*auprès de l'***ANRP** (Agence Nationale de Réglementation Pharmaceutique) ou de la DGCCRF (Direction Générale du Commerce et de la Répression des Fraudes), selon la composition.

Importation soumise à une autorisation du Ministère du Commerce (Décret exécutif n° 05-467 28 décembre 2005). ((s.d.).)

8-2- Composition et étiquetage

Liste des ingrédients autorisés (vitamines, minéraux, plantes, etc.) définie par les normes algériennes.

8-3- Étiquetage obligatoire en arabe (français facultatif) avec

- Mention "Complément alimentaire".
- Dosage journalier recommandé.
- Avertissements ("Ne pas dépasser la dose conseillée", "Tenir hors de portée des enfants).
- Interdiction des allégations thérapeutiques (ex : "traite le diabète"). ((IANOR)., 1999)

8-4- Contrôles et sanctions

- Contrôles sanitaires par la DGCCRF*, l'ANRP et les services vétérinaires (Ministere du commerce & s.d, s.d.). -Sanctions* (Loi 09-03) :

- Amendes et saisie des produits non conformes.
- Fermeture administrative en cas de fraude grave.

Organismes compétents ANRP (Agence Nationale de Réglementation Pharmaceutique)

: Évalue les compléments à base de plantes ou substances actives.

DGCCRF (Direction Générale du Commerce) : Contrôle la conformité des produits commercialisés.

8-5- Ministère de la Santé

Valide les allégations sanitaires (Ministère de la Santé, Guidelines for vitamin and mineral food supplements. FAO/WHO)

9- Les compléments alimentaires à base de plantes

Il est considéré que ce complément représente une catégorie particulière de produits et qu'il est fréquemment désigné comme supplément phytothérapeutique. Les extraits de plantes tels que le ginseng, l'échinacée, le curcuma ou le millepertuis y sont utilisés pour bénéficier de leurs vertus stimulantes ainsi que de leurs qualités anti-inflammatoires et immunomodulatrices. Bien qu'il soit perçu comme plus « naturel », certains risques y sont néanmoins associés, tels que des interactions potentielles avec des médicaments sur ordonnance ou des variations dans les procédés d'extraction et de fabrication. C'est pourquoi il est recommandé par des organisations internationales, telles que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), que des réglementations strictes soient mises en œuvre afin que la qualité, l'efficacité et la sécurité soient garanties. (WHO., s.d.)

9-1- Historique et Origines des Compléments Alimentaires à base de plante

L'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques est reconnue comme remontant à des milliers d'années, et elle est considérée comme ayant constitué le fondement de la médecine traditionnelle dans de nombreuses cultures.

Depuis l'Antiquité, des remèdes à base de plantes ont été employés par des civilisations telles que les Égyptiens, les Grecs, les Chinois et les Indiens pour traiter diverses maladies et améliorer la santé. En Inde, l'Ayurveda est fondée sur une compréhension approfondie des vertus des plantes, tandis qu'en Chine, la médecine traditionnelle a toujours été pratiquée à l'aide d'extraits végétaux (Organization., 2007)

Au cours du Moyen Âge et de la Renaissance, ces connaissances ont été enrichies et diffusées dans toute l'Europe grâce aux échanges commerciaux et à la traduction de textes médicaux anciens. Ainsi, la redécouverte des remèdes à base de plantes a été rendue possible. Cette évolution a permis de renforcer la légitimité de ces produits en tant que sources de substances biologiquement actives. Toutefois, des préoccupations ont été soulevées quant à leur efficacité et leur sécurité, car leur industrialisation impose la mise en place de contrôles de qualité rigoureux (Izzo, A, A, & Ernst, & E, 2001).

Enfin, depuis le XX^e siècle jusqu'à aujourd'hui, l'essor des compléments alimentaires à base de plantes a été soutenu par une demande croissante en solutions de santé préventive et un regain d'intérêt pour les médecines naturelles. Leur développement est encouragé par des organisations telles que l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui recommande que des normes strictes soient établies afin de garantir la qualité et la sécurité de ces produits, tout en valorisant leur héritage traditionnel (WHO, 2013)

10- Justification de notre choix de plante

En somme, l'intégration de la *Malva Sylvestris L.* dans un complément alimentaire destiné au soutien de la fonction respiratoire est justifiée par ses propriétés émoullientes, anti-inflammatoires et expectorantes, ainsi que par la richesse de ses métabolites secondaires (ánchez-Moreno; C; al, 2017).. Une longue tradition d'utilisation lui est reconnue, et un profil de sécurité favorable a été confirmé par la littérature scientifique. (Houghton, P.J., & al, 2015) Grâce à ces caractéristiques, elle est considérée comme un candidat de choix pour offrir une réponse naturelle aux affections respiratoires courantes.

Grâce à ces caractéristiques, elle est considérée comme un candidat de choix pour offrir une réponse naturelle aux affections respiratoires courantes. (Organisation Mondiale de la Santé, 2013).



Partie II: Etude Expérimentale



Matériel & Méthodes

Matériel & Méthodes

La plante *Malva sylvestris* L., connue pour ses nombreuses propriétés médicinales, a été choisie dans le cadre de ce travail pour sa richesse en composés bioactifs tels que les polyphénols, flavonoïdes et mucilages. L'objectif principal de cette étude expérimentale est d'extraire ces constituants à partir de la matière végétale récoltée localement, d'en analyser la composition chimique par des méthodes phytochimiques et chromatographiques (UPLC), puis d'évaluer les activités biologiques associées (antioxydante, anti-microbienne). L'ensemble de ces étapes vise à valoriser *Malva sylvestris* L. à travers le développement d'un complément alimentaire à visée thérapeutique.

1- Objectif de notre travail

1-1- Lieu de stage :

Notre étude expérimentale est menée au niveau des laboratoires de l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale – Bouchaoui, entre mars et juin 2025.



Figure 9: l'Institut National de Criminalistique et Criminologie de la Gendarmerie Nationale – Bouchaoui

1-2- Objectif de notre travail

- ✓ Optimiser le procédé de l'extraction,
- ✓ Réaliser des analyses chromatographiques (GS-MS et LC-MS),
- ✓ Faire des tests Phytochimiques,
- ✓ Evaluer des activités biologiques (activité anti-microbienne, anti-oxydante, anti-inflammatoire),
- ✓ Mesurer le pH,
- ✓ Formuler un complément alimentaire.

Matériel végétal :

La récolte des échantillons de la plante locale *Malva Sylvestris L.* a été réalisée dans la région de Blida, au niveau de la localité de Soumaa, entre le 30 janvier 2025 et le 4 février 2025. L'échantillonnage a porté exclusivement sur des feuilles adultes présentant un développement complet et des caractéristiques morphologiques typiques de l'espèce, soigneusement sélectionnées

Choix de feuilles sans aucune altération pathologique, mécanique ou liée à l'environnement.

Exclusion systématique des zones proches des infrastructures routières.

Manutention des échantillons en portant des gants jetables en nitrile.

Emploi d'un sécateur préalablement nettoyé à l'eau distillée.

Emballage immédiat dans des sachets en carton stériles.

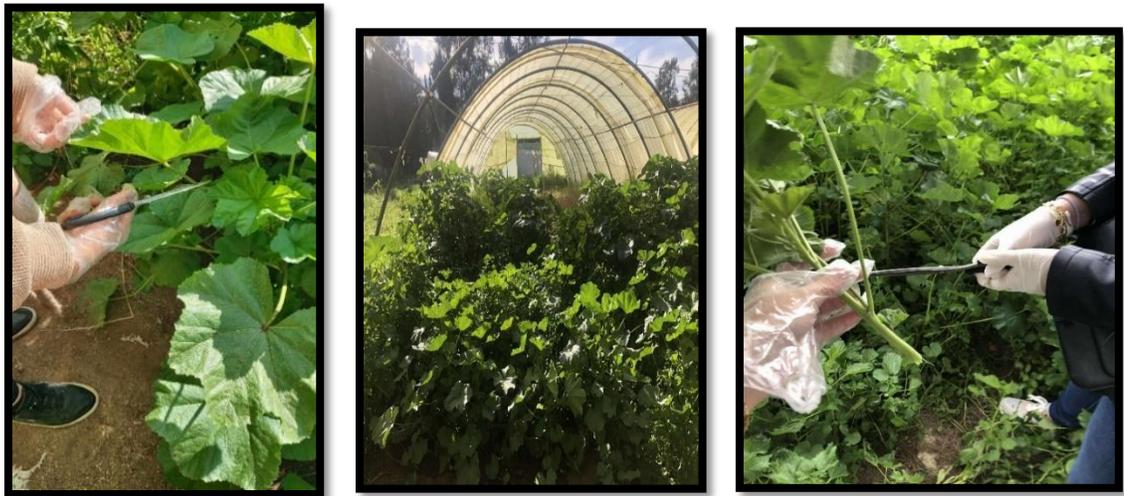


Figure 10: Cueillette de la mauve.

2- Identification de la plante

Dans le cadre de l'étude botanique, l'identification du spécimen a été minutieusement réalisée par Mme Moumen, dont l'expertise en taxonomie végétale a permis d'établir l'appartenance du spécimen étudié à une espèce précise. Une analyse comparative approfondie des caractéristiques morphologiques a été effectuée, mettant en évidence la présence de feuilles alternes, d'une structure florale typique et d'autres indices caractéristiques qui ont orienté la détermination vers une espèce bien définie. Par la suite, la confirmation de l'identité du végétal a été obtenue grâce à la consultation de références spécialisées, ce qui a conduit à l'affirmation que la plante examinée correspond bien à *Malva Sylvestris L.*.

3- La géographie de Blida



Figure 11: Localisation géographique de la zone de récolte (Google Maps)

3-1- Présentation de la région de Soumaâ– Wilaya de Blida

La région de Soumaâ (ou Soummam, parfois orthographié Soumaa) est une localité située dans la wilaya de Blida, en Algérie. Elle est surtout connue pour son site religieux emblématique, Sidi Soumya (ou Sidi Sahraoui), un lieu de pèlerinage important en Algérie.

Géographie et situation :

Localisation : Soumaâ se trouve à environ 15 km au nord-est de Blida, près de la commune de Oued El Alleug.

Relief : La région est située sur les contreforts de l'Atlas tellien, avec des collines et une vue sur la plaine de la Mitidja

Climat : Méditerranéen, avec des hivers doux et des étés chauds.

Économie et activités :

Agriculture : La région produit des fruits (agrumes, figues) et des légumes grâce aux terres fertiles de la Mitidja.

Proximité avec d'autres sites :

Blida (15 km) : Ville des roses, parc national de Chréa.

Alger (environ 40 km) : Facilement accessible par la RN8 ou l'autoroute.

Soumaâ est une région à la fois spirituelle et naturelle, offrant un mélange de tourisme religieux, de paysages verdoyants et de traditions ancestrales. Son mausolée en fait un lieu de recueillement important, tandis que sa proximité avec Blida et Alger en fait une destination facile d'accès pour les visiteurs.

4- Préparation des Extraits Végétaux

4-1- Séchage

Après la récolte, la plante a été soumise à un processus de nettoyage pour éliminer toutes les impuretés et les contaminants. Les feuilles ont ensuite été séchées à température ambiante, pendant

quelques jours, afin de préserver l'intégrité et la qualité des feuilles. Le produit sec obtenu est de haute qualité, exempt de toute altération ou dégradation.



Figure 12: Etapes de séchage de notre plante (photos originales)

4-2- Broyage et tamisage

Après le séchage de la plante, celle-ci a été broyée à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à obtenir une poudre fine, puis tamisée. La poudre obtenue est ensuite stockée dans des récipients hermétiquement fermés jusqu'à utilisation.



Figure 13: Broyage et tamisage de notre plantes (photos originales)

4-3- Préparation des Extraits

Dans le cadre de notre étude, deux techniques d'extraction ont été mises en œuvre afin d'évaluer leur rendement, dans le but d'identifier la méthode la plus performante.

4-4- Extraction par Ultra –Sons

Cette méthode d'extraction est basée sur l'utilisation d'ondes acoustiques à haute fréquence (généralement supérieures à 20 kHz), lesquelles sont employées pour provoquer des phénomènes de cavitation dans le solvant (Chemat, Zill., & Huma, 2011). Ces phénomènes, résultant du développement et de l'implantation de micro-bulles, sont à l'origine de la production d'ondes de

choc capables de rompre les parois cellulaires. Par conséquent, la libération des composés actifs présents dans la plante ou dans une autre matrice est facilitée. De surcroît, cette méthode est reconnue pour sa rapidité, son efficacité et pour la réduction de la quantité de solvant utilisée, tout en assurant la préservation de la stabilité des molécules thermosensibles. (Vilkhu & Bates, 2008).

4-5- Extraction par Macération

Le matériau est d'abord immergé dans un solvant approprié, à température ambiante ou modérée, pendant une période prolongée afin que la diffusion et la dissolution progressive des composés ciblés soient assurées (Azmir, Zaidul, & Rahman, 2013). Néanmoins, ce procédé est considéré comme un choix privilégié dans les contextes où la préservation de l'intégrité des molécules thermosensibles est jugée primordiale. Malgré la simplicité d'utilisation et les faibles coûts de mise en œuvre qui lui sont associés, des temps d'extraction plus longs sont requis et une extraction moins efficace des composés fortement liés à la structure du matériau initial peut être observée dans certaines circonstances (Chemat & Abert-Vian, 2012).

5- Mode Opératoire

5-1- Extraction par Ultra-Sons

Tableau 12: Processus de l'extraction par Ultra-Sons

Tubes	Quantité de plante	Solvant utilisé	Proportions %	Volume total
Tube 1	100 mg	Méthanol	100% Méthanol	100 ml
Tube 2	100 mg	Eau pure	100% Eau pure	100 ml
Tube 3	100 mg	Méthanol + Eau pure	50% Méthanol+50% Eau pure	100 ml
Tube 4	100 mg	Méthanol + Eau pure	70% Méthanol + 30% Eau pure	100 ml
Tube 5	100 mg	Eau pure + Méthanol	70%Eau pure + 30% Méthanol	100 ml

Après pesée, chaque tube a ensuite été soumis à une agitation rapide à l'aide d'un vortex pour assurer une homogénéisation initiale. Les échantillons ont ensuite été placés sur un agitateur orbital pendant 20 minutes afin d'améliorer la dispersion des composés dans le solvant. Par la suite, les tubes ont été transférés dans un bain à ultrasons pour effectuer l'extraction par sonication. Une fois cette étape terminée, les extraits ont été centrifugés afin de séparer les phases solides et liquides.

Enfin, le surnageant obtenu a été filtré à l'aide d'un filtre à seringue stérile, et les extraits filtrés ont été conservés au froid.

5-2- Extraction par Macération

Tableau 13: Processus de l'extraction par macération

Echantillon	Plante Utilisée	Solvant	Volume	Durée	Condition
Echantillon 1	20 mg	Ethanol	280 ml	24 H	A l'abri de la lumière
Echantillon 2	20 mg	Eau pure	400 ml	24 H	A l'abri de la lumière

Après 24H le macéra obtenu a été filtré sur papier Wattman, puis filtré à l'aide d'un filtre à seringue stérile et les extraits ont été conservés au froid.

6- Analyse par L'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC)

L'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) repose sur l'élution d'analytes entre une phase mobile sous haute pression (1 000–1 400 bar) et une phase stationnaire constituée de particules de sorbant très fines ($\leq 2 \mu\text{m}$), ce qui permet d'obtenir une résolution et une sensibilité supérieures à la HPLC classique, avec des temps de séparation 2 à 5 fois plus courts et une consommation de solvant réduite. (Novákov, Solich, & Nešpůrek, 2006) Les systèmes UPLC utilisent des colonnes courtes (50–100 mm, $\varnothing \leq 2,1 \text{ mm}$), un débit faible (0,2–0,5 mL/min) et des gradients de solvants optimisés (eau, acétonitrile/méthanol et tampons), le tout à température contrôlée (30–60 °C). Couplée à des détecteurs UV-Vis, DAD, fluorescence ou spectrométrie de masse, cette technique excelle en pharmaceutique (contrôle qualité, dosage de principes actifs), en bioanalyse (peptides, biomarqueurs) en agroalimentaire (profilage de polyphénols) et en environnement (traçage de polluants, contrôle qualité, dosage de principes actifs) (Swartz, 2005) (Gilar, Fountain, & Budman, 2006)

6-1- Tests phytochimiques

Dans le cadre de l'identification des composés bioactifs d'origine végétale, les tests photochimiques par réactions de coloration constituent une approche simple et rapide pour détecter les principales classes de métabolites secondaires. Ces tests reposent sur l'utilisation de réactifs spécifiques induisant des changements de couleur caractéristiques, permettant une identification préliminaire des groupes fonctionnels présents (Trease, E, & Evans, 2009) (Harborne J. , 1998).

6-1-1- Dosage des Polyphénols Totaux (PPT)

La teneur en polyphénols totaux de notre extrait a été déterminée par spectrophotométrie en utilisant la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu, développée par Singleton et Rossi en 1965."

- Réactifs : Réactif de Folin-Ciocalteu.

- Etalon : Acide Gallique

- Procédure : Dans un tube à essai, 0,5 mL de l'extrait a été mélangé avec 2,5 mL du réactif de Folin-Ciocalteu préalablement dilué au dixième avec de l'eau distillée. Après un temps de repos de 5 minutes à température ambiante, 2 mL d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 % (m/v) ont été ajoutés. Le mélange a ensuite été agité puis incubé à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante afin de permettre le développement de la coloration bleue caractéristique.

L'absorbance a été mesurée à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Une courbe d'étalonnage a été établie à partir de solutions standards d'acide gallique à différentes concentrations (de 0 à 100 mg/L).

6-1-2- Test des flavonoïdes : (Trease & Evans, 2002)

- Réactifs : Acide chlorhydrique dilué
- Procédure :
- Dans un tube à essai, ajouter 1 ml d'extrait et 2 ml d'acide chlorhydrique dilué.
- Observer une coloration rouge qui indique la présence de flavonoïdes.

6-1-3- Test des glycosides: ((Harborne, 1998)

- Réactifs : Acide hydrochlorique dilué
- Procédure :
- Ajouter 1 ml d'extrait dans un tube à essai.
- Ajouter 2 ml d'HCl dilué et chauffer légèrement.
- Une coloration rose, violetes ou bleues indique la présence de glycosides.

6-1-4- Test des tanins: (Trease & Evans, 2002)

- Réactifs : Chlorure de fer(III) (FeCl_3)
- Procédure :
- Dans un tube à essai, mélanger 1 ml d'extrait avec 2-3 gouttes de chlorure de fer(III).
- Une coloration bleu-noir indique la présence de tanins.

6-1-5- Test des saponines : (Sofowora, 1993)

Réactifs : NaOH et sulfate de cuivre (CuSO_4)

- Procédure :
- Diluer 1 ml d'extrait dans 1 ml d'eau.
- Ajouter 0,5 ml de NaOH et chauffer légèrement.
- Ajouter 0,5 ml de sulfate de cuivre. Une mousse stable indique la présence de saponines.

6-1-6- Test des alcaloïdes : (Harborne, 1998)

- Réactifs : Réactif de Dragendorff
- Procédure : - Dans un tube à essai, ajouter 1 ml d'extrait.
- Ajouter 2-3 gouttes de réactif de Dragendorff.

Une coloration orange indique la présence d'alcaloïdes.

6-1-7- Test des acides aminés : (Moore & Stein, 1948)

Réactifs : Ninhydrine

- Procédure :
- Dans un tube à essai, ajouter 1 ml d'extrait et une goutte de réactif de ninhydrine.
- Chauffer légèrement au bain-marie.

La formation d'une coloration bleue indique la présence d'acides aminés.

6-1-8- Teste de Mucilages : (GE & WC, 2009):

- Mélanger 1 ml d'extrait et 5 ml d'alcool absolu. Un test positif est révélé par l'apparition d'un précipité floconneux

7- Activité biologique

L'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait végétal a été réalisée par une méthode de diffusion sur disque, une technique standardisée couramment utilisée pour tester l'effet inhibiteur

des substances sur différentes souches microbiennes. Le principe repose sur la diffusion de l'extrait à partir de disques imprégnés dans une gélose contenant la bactérie cible. Si l'extrait possède une activité antibactérienne, il inhibe la croissance bactérienne autour du disque, formant une zone claire appelée zone d'inhibition. La taille de cette zone est proportionnelle à l'activité bactériostatique de l'extrait contre la souche testée.

7-1- Activité anti microbienne

7-1-1- Matériel microbiologique

Souches bactériennes de référence :

- *E. coli* ATCC 25922, S.
- *Songiques Aspergillus Brasiliensis* ATCC 16404
- *Staphylococcus aureus* ATCC 25932)

Milieu de culture (Mueller-Hinton agar)

Boîtes Pétri stériles

Disques de papier stériles (6 mm de diamètre)

96 puits de micro-titration

Spectrophotomètre (pour ajuster l'inoculum à 0,5 McFarland)

7-1-2- Contrôles

Antibiotique de référence (OXYTERACYCLINE CT 0041 B et CHLORAMPHENICOL CT0013B, CIPROFLOXACIN 5µg)

Solvant seul (pour contrôle négatif)

Préparation de l'Inoculum Bactérien :

- Récupérez une colonie isolée de chaque souche et ensemencez dans du bouillon nutritif.
- Incuber à 37 °C pendant 18–24 heures.
- Ajustez la turbidité du bouillon à l'aide d'un spectrophotomètre pour obtenir une suspension équivalente à 0,5 McFarland (environ $1-2 \times 10^8$ UFC/mL).

7-1-3- Méthode de Diffusion sur Disque

1. Préparation de la boîte pétri : Versez du Mueller-Hinton agar dans des plaques de Pétri et laissez solidifier.

2. Ensemencement : Ensemencez uniformément la surface de la plaque avec la suspension bactérienne à l'aide d'un écouvillon stérile.

3. Application de l'Extrait : Imprégnez des disques de papier avec un volume défini (ex. 10 µL) d'extrait (concentration connue, par exemple 100 mg/mL). Déposez délicatement les disques sur la surface de l'agar. Placez des disques contenant l'antibiotique de référence et le solvant seul en tant que contrôle.

4. Incubation : Incubez les plaques à 37 °C pendant 24 heures.

5. Lecture des Résultats : Mesurez le diamètre des zones d'inhibition (en mm) autour des disques.

Tableau 14: caractéristiques des souches microbiennes de références testées

Souche	Type	Classification	Caractéristiques Principales	Intérêt dans le test	Référence

<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Bactérie Gram-Négatif	Entérobactérie	Bacille mobile, paroi mince, non sporulé Habitant du microbiote intestinal	Évalue l'efficacité contre les bactéries Gram-, souvent plus résistantes aux antibiotiques	(Jorgensen, et al., 2015)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Bactérie Gram+ Positif	Cocci en amas	Cocci immobile, paroi riche en peptidoglycane. Impliqué dans de nombreuses infections humaines	Sert de modèle pour les bactéries Gram+ responsables d'infections cutanées et respiratoires	(Institute., 2020.) (Chambers, et al., 2009)
<i>Aspergillus brasiliensis</i> ATCC 16404	Champignon filamenteux	Moisissure (Ascomycète)	Sporulant noir, croissance rapide, résistance naturelle à	Permet d'évaluer un éventuel pouvoir antifongique de l'extrait testé.	(Pitt, et al., 2009)

7-2- Activité antioxydants

7-2-1- Activité Anti-oxydante par la méthode de DPPH

7-2-1-1- Définition du radical DPPH :

Le DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) est un radical libre stable, largement utilisé pour évaluer l'activité anti-oxydante des extraits naturels. Chimiquement : c'est une molécule qui possède un électron non apparié (radical libre), ce qui lui donne une couleur violette intense en solution. Lorsqu'un antioxydant est présent, il donne un électron ou un atome d'hydrogène au radical DPPH, ce qui réduit le DPPH en une forme non radicalaire (DPPH-H) de couleur jaune pâle (Brand-Williams, et al., 1995).

7-2-1-2- Caractéristiques du DPPH

- Formule chimique : $C_{18}H_{12}N_5O_6$
- Couleur : Violet foncé en solution (pic d'absorbance à 517 nm)
- Solubilité : Bonne dans le méthanol, l'éthanol
- Avantages : Stable, simple à utiliser, ne nécessite pas d'étapes enzymatiques Matériels nécessaires :
 - o DPPH
 - o Méthanol pur
 - o Extrait de la plante
 - o Acide ascorbique (utilisé comme anti oxydant standard)
 - o Tubes à essai, Micropipette
 - o Spectrophotomètre UV-Vis (longueur d'onde 517 nm)

7-2-1-3- Préparation des Solutions

Solution du DPPH (0,1Mm) :

Dissoudre 2mg de dpph dans 50 ml de méthanol
Conserver à l'abri de la lumière (dans de l'aluminium)

Solution de l'Extrait :

Préparer différentes concentrations (10,50, 71,4 %)

Solution de référence (contrôle positif) :

Préparer 10 mg de l'acide ascorbique dans 10 ml de méthanol

Préparer différentes concentrations à (10, 25, 50, 75, 100) en diluant la solution mère dans du méthanol.

7-2-1-4- Protocole expérimental

Dans un tube, mélanger :

- 1 mL de solution de DPPH (0,1 mM)
- 1 mL de l'extrait (à différentes concentrations)
- 1 ml de l'acide ascorbique (à différentes concentrations)

Pour le contrôle négatif (blanc) :

- Mélanger 1 mL de DPPH + 1 mL de méthanol pur.

Bien agiter, puis incuber 30 minutes à température ambiante dans le noir.

Mesurer l'absorbance à 517 nm contre le blanc (méthanol seul).

Calcul du pourcentage d'inhibition

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}} \times 100$$

A témoin = Absorbance du DPPH seul

A échantillon = Absorbance du mélange DPPH + extrait

Détermination de l'IC₅₀ : Calculez la concentration d'extrait inhibant 50 % des radicaux DPPH.

Définition de L'IC₅₀ : Définition de l'IC₅₀ : L'IC₅₀ (Inhibitory Concentration 50) est la concentration d'un extrait ou d'un composé nécessaire pour inhiber 50 % de l'activité d'un radical libre, d'une enzyme ou d'une molécule cible. Elle est couramment utilisée pour évaluer l'efficacité antioxydante ou pharmacologique d'une substance (Mosmann, 1983).

7-3- Mesure du pH

Déterminer le pH d'un extrait de plante, qui peut influencer la stabilité, l'activité biologique et la formulation finale de notre complément alimentaire.

7-3-1- Matériels nécessaires

- pH-mètre électronique calibré
- Bêchers
- Extrait aqueux & méthanoliques
- Eau distillée

7-3-2- Etapes de mesure du pH (Pavia, et al., 2015) (Skoog, et al., 2014)

1. Étalonner le pH-mètre
2. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée entre chaque étalonnage.
3. Verser l'extrait dans un bécher propre (50 ml)
4. Plonger l'électrode dans l'extrait.
5. Attendre que la lecture soit stable (généralement quelques secondes).

6. Noter la valeur du pH.

8- Formulation du sirop à base de *Malva Sylvestris L.*

La formulation du complément alimentaire a été élaborée sous forme liquide (sirop), en se basant sur une composition équilibrée entre principes actifs, agents de conservation et excipients destinés à améliorer la stabilité, les qualités organoleptiques et la présentation du produit. (Asghar & al, 2020) (Mali & al, 2019)

8-1- Définition de sirop

Les sirops sont des préparations aqueuses reconnues pour leur goût sucré et leur texture visqueuse. Ils peuvent contenir du saccharose à une concentration d'au moins 45 % m/m. De plus, les sirops peuvent être fabriqués à partir de polyols sucrés (comme le glycérol, le sorbitol ou le xylitol). Ils sont destinés à une administration par voie orale. À une concentration d'environ 65 % en masse (avec une densité d'environ 1,32 à 20°C), le saccharose offre, dans certaines conditions, une protection antimicrobienne. La densité des sirops varie entre 1,26 et 1,32. (Asghar & al, 2020) (Mali & al, 2019)

Les sirops peuvent inclure un ou plusieurs principes actifs, avec ou sans substances auxiliaires (comme des colorants, des aromatisants, ou des conservateurs), ce qui permet de distinguer différents types de sirops (Druckerei C., et al., 2009) (Dr.sudha, et al., 2016).

8-2- Avantage

Par rapport aux autres formes pharmaceutiques, les sirops offrent les bénéfices suivants :

- Masquer le goût désagréable de certains principes actifs.
- Présenter un aspect attrayant pour les enfants.
- Faciliter l'administration du principe actif chez les jeunes enfants.
- Avoir un effet apaisant sur les tissus irrités de la gorge.
- Garantir une meilleure biodisponibilité avec un délai d'action plus court par rapport aux formes sèches. (Lépine, 2008)

-

Tableau 15: Ingrédients et rôles fonctionnels (pour 1 L de sirop final)

Ingrédient	Rôle fonctionnel	Quantité indicative
Extrait aqueux de <i>Malva sylvestris L.</i>	Substance active principale (propriétés apaisantes et antioxydantes)	100 ml
Eau purifiée	Solvant principal	Quantité suffisante pour 1 L
Sirop de glucose	Agent sucrant et conservateur osmotique	600 g
Acide citrique	Correcteur de pH et conservateur antimicrobien	2 g
Glycérine	Agent humectant, adoucissant et épaississant	10 à 30 ml
Arome naturel (citron)	Masqueur l'amertume, amélioration de la palatabilité	Quantité suffisante

Colorant naturel	Amélioration de l'aspect visuel du sirop	selon l'intensité désirée
------------------	--	---------------------------

Préparation du sirop à base de *Malva sylvestris* L. :

La formulation du sirop a été réalisée à partir de l'extrait présentant les meilleurs résultats phytochimiques et biologiques. Après filtration et concentration de l'extrait végétal, une solution sucrée a été préparée en dissolvant le saccharose dans de l'eau purifiée chauffée à environ 70 °C. L'extrait de *Malva sylvestris* L. a ensuite été incorporé progressivement à cette base sucrée, suivi de l'ajout d'agents correcteurs tels que l'acide citrique (comme acidifiant naturel), la glycérine (comme agent humectant et conservateur doux), ainsi que des arômes naturels et des colorants végétaux pour améliorer l'aspect organoleptique du produit final. Le mélange a été homogénéisé puis conditionné dans des flacons stériles en verre ambré pour assurer la stabilité et la conservation du produit. Cette forme galénique liquide a été choisie pour faciliter l'administration orale et garantir une bonne biodisponibilité des composés actifs.

Résultats et Discussion

Résultats et Discussion

1- Résultats des analyses par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC)

Ultra-Sons Echantillon 1 :

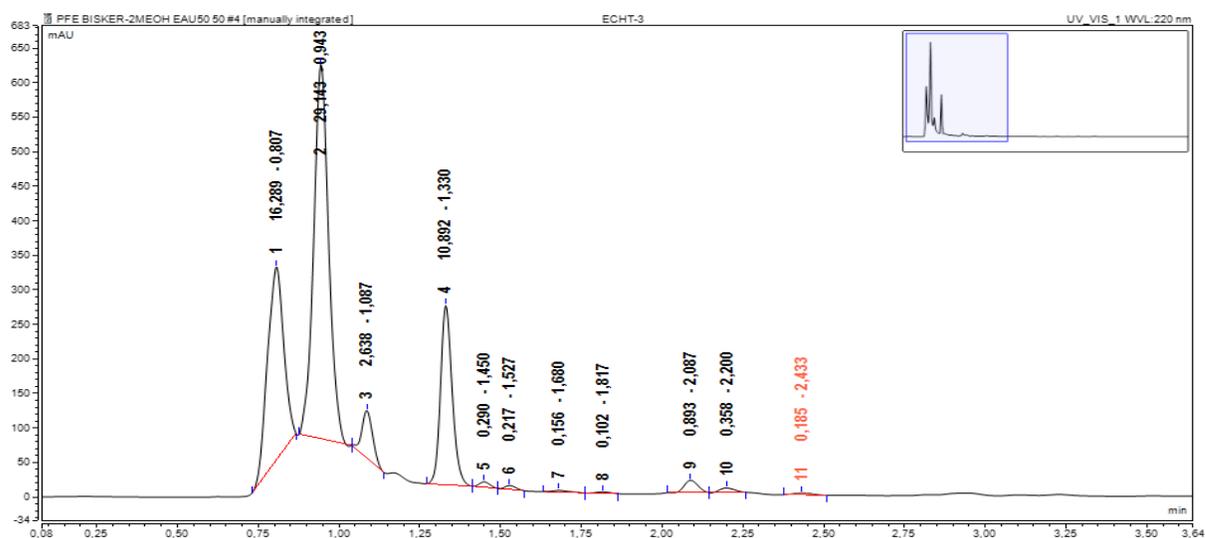


Figure 14: Résultats des analyses analysé par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) échantillon 1.

Echantillon 2 :

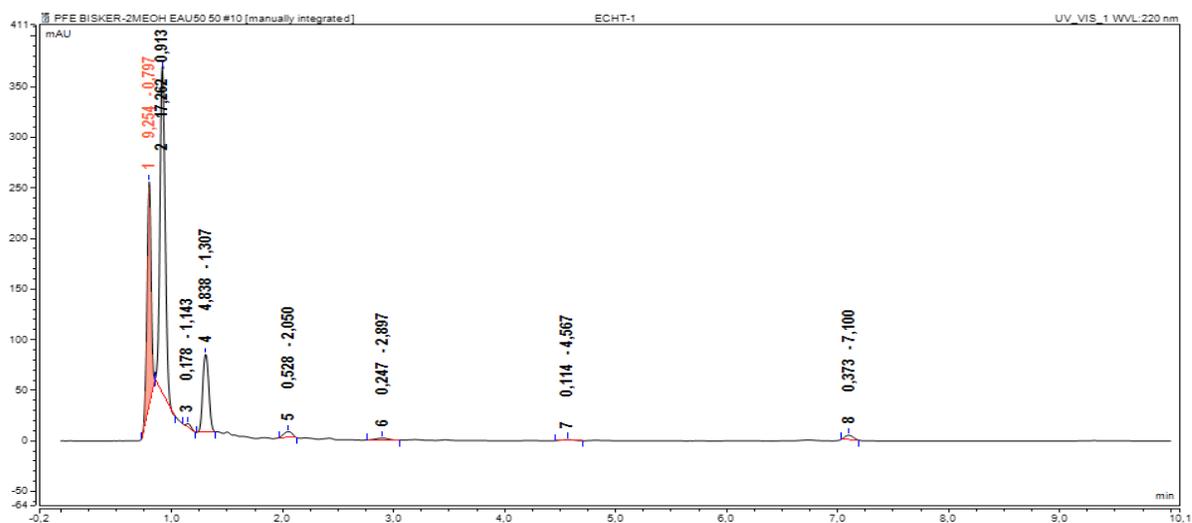


Figure 15: Résultats des analyses analysé par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) échantillon 2.

Echantillon 3 :

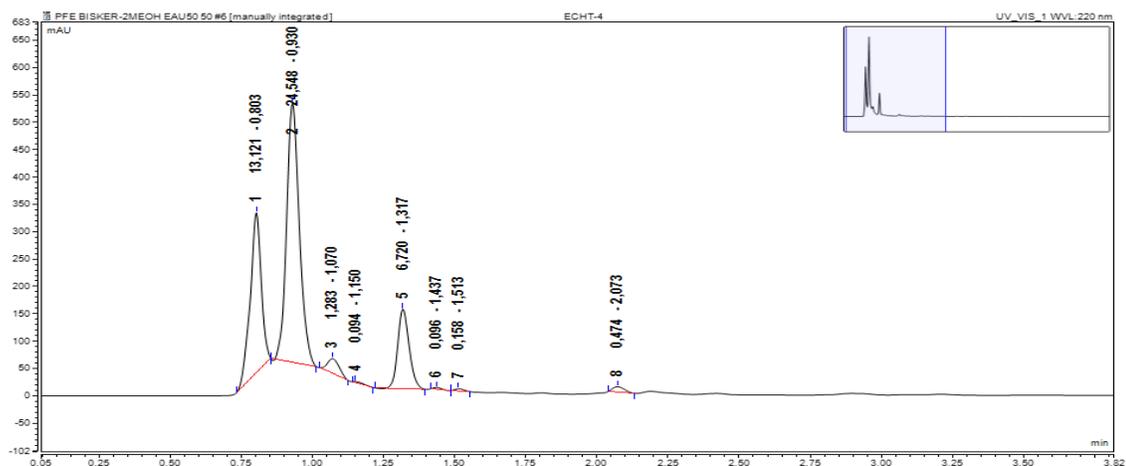


Figure 16: Résultats des analyses (UPLC) de échantillon 3

Echantillon 4 :

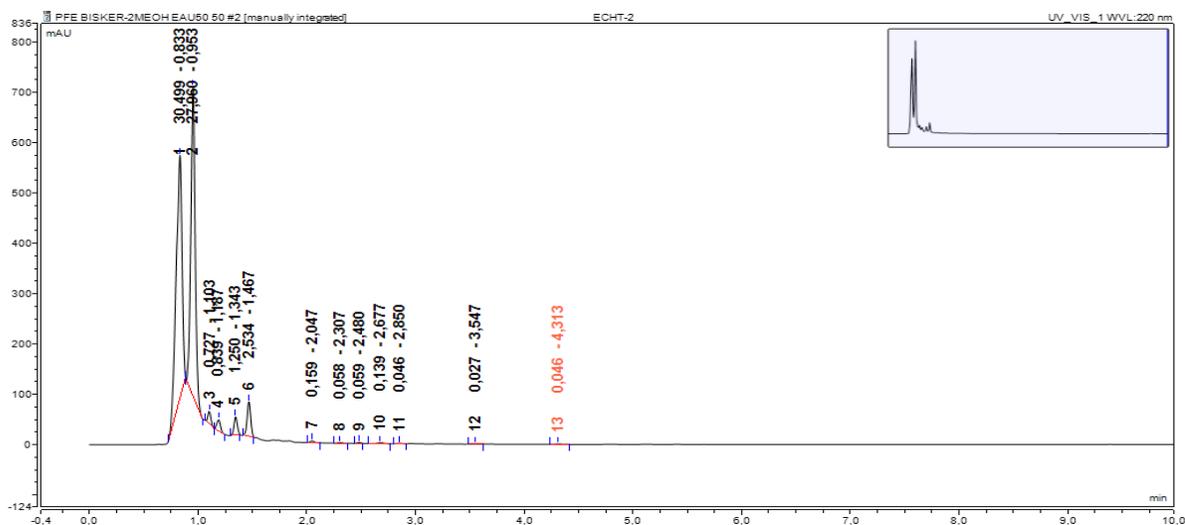


Figure 17: Résultats des analyses (UPLC) de échantillon 3

Echantillon 5 :

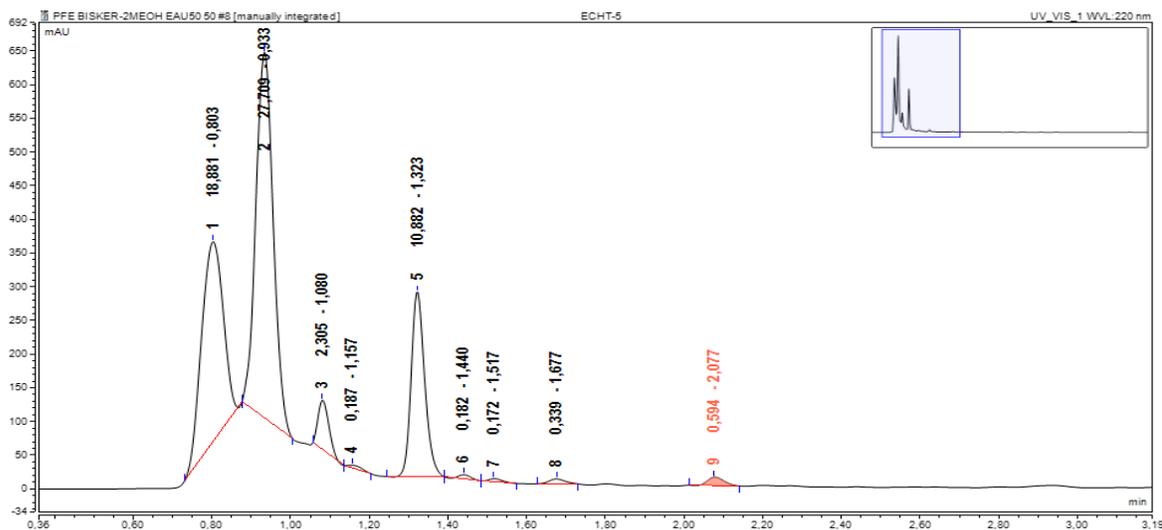


Figure 18: Résultats des analyses (UPLC) de échantillon 5

Macération

Extrait éthanolique :

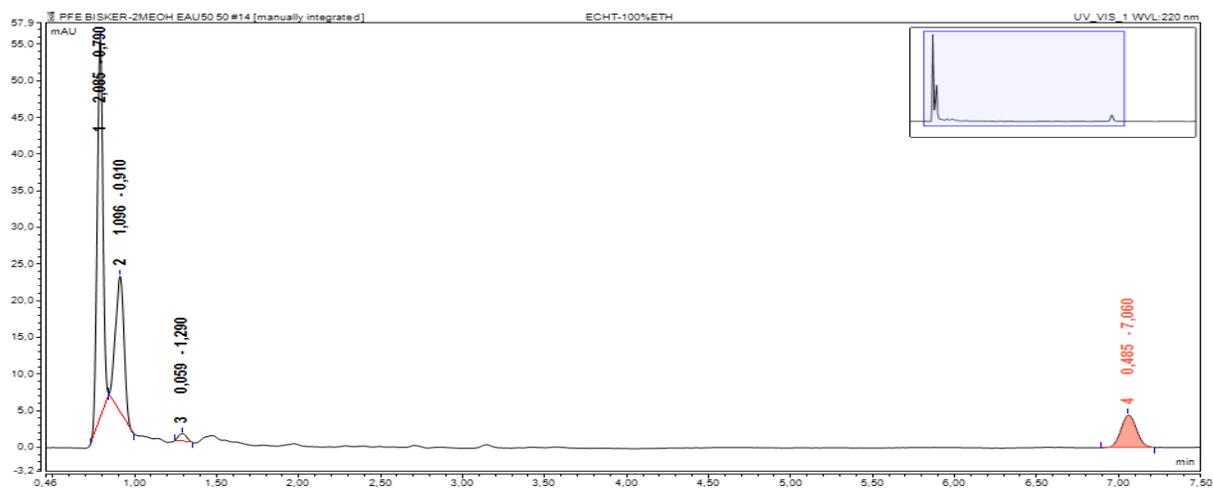


Figure19: Résultats des analyses (UPLC) de extrait éthanolique

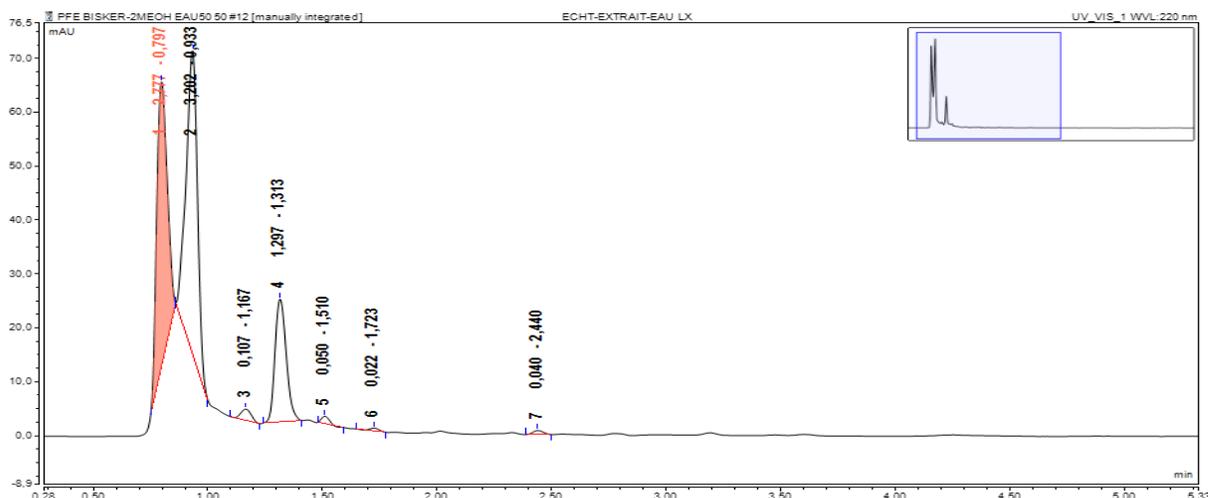
Extrait aqueux :


Figure 20: Résultats des analyses par l'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) l'extrait aqueux

1-1- Résultats de l'échantillon 1 :

Tableau 16: Résultats de l'échantillon 1

PIC	Temps de rétention (min)	Aire	Composé probable
1	0.114	4.567	Acide gallique
2	0.178	1.143	Catéchine ou dérivé phénolique
3	0.247	2.897	Épigallocatechine ou flavonoïde
4	0.373	7.100	Rutoside (rutine)
5	0.528	2.050	Acide caféique
6	4.838	1.307	Quercétine
7	9.254	0.797	Kaempférol ou dérivé flavonique
8	17.262	0.913	Acide rosmarinique / acide férulique

1-2-1- Résultats

L'analyse UPLC de l'extrait a révélé la présence de huit pics majeurs, correspondant à divers composés phénoliques et flavonoïdiques. Le pic le plus abondant (aire : 7.100) a été détecté à un temps de rétention de 0.373 min, et peut être attribué à la rutine, un flavonoïde fréquemment identifié dans *Malva sylvestris* L. D'autres composés tels que l'acide gallique (TR = 0.114 min),

l'acide caféique, la catéchine, l'épigallocatechine, la quercétine et le kaempférol ont également été détectés. Ces composés sont connus pour leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes.

1-2-2- Discussion

1-2-2-1- Profil phénolique riche et diversifié

La coexistence de composés à bas poids moléculaire (acides phénoliques et catéchines) et de flavonoïdes glycosylés (rutine, quercétine) confirme la richesse phyto-constituante de l'extrait de *M. sylvestris* L. Cette diversité est cohérente avec les données bibliographiques montrant un spectre large de polyphénols, reconnus pour leur puissant effet antioxydant (Lobo et al., 2010).

1-2-2-2- Rôle des flavonoïdes glycosylés

La rutine, majoritaire ici, exerce des propriétés anti-inflammatoires et vasoprotectrices (Pietta, 2000). Sa prédominance suggère un potentiel intéressant pour la santé respiratoire, via la modulation des médiateurs inflammatoires et la protection des parois vasculaires des bronches.

1-2-2-3- Acides phénoliques et catéchines

Les pics attribués aux acides gallique et caféique, ainsi qu'aux catéchines, apportent une activité antimicrobienne complémentaire (Rice-Evans et al., 1997). Ces molécules peuvent renforcer l'action du complément alimentaire en inhibant le développement de pathogènes respiratoires.

1-2-2-4- Comparaison avec l'échantillon 1

Les profils chromatographiques de l'échantillon 1 et de l'échantillon 2 sont très similaires, indiquant une reproductibilité de l'extraction et une stabilité du profil phyto-constituant. Les variations mineures d'air peuvent refléter des différences de concentration initiale ou de préparation.

1-3- Résultats de l'échantillon 2

Tableau 17: Résultats de l'échantillon 2

PIC	Temps de rétention(min)	Aire	Composé probable
1	30,499	0.833	Dicaffeoylquinic acid (isomère)
2	27,060	0.953	Acide rosmarinique
3	0,727	1.103	Acide protocatéchuïque
4	0.839	1.187	Acide chlorogénique
5	1.250	1.343	Acide gallique
6	2.534	1.467	Acide caféique
7	0.159	2.047	Éluant / front du solvant
8	0.058	2.307	Éluant / front du solvant
9	0.059	2.480	Éluant / front du solvant
10	0.139	2.677	Éluant / front du solvant

11	0.046	2.850	Éluant / front du solvant
12	0.027	3.547	Éluant / front du solvant
13	0.046	4.313	Éluant / front du solvant

1-3-1- Résultats

L'analyse UPLC de l'échantillon 2 a mis en évidence treize pics, parmi lesquels six pics majeurs ont été attribués à des composés phénoliques et flavonoïdiques connus de *Malva Sylvestris L.* Les composés identifiés sont :

Acide protocatéchuïque (TR \approx 0,727 min ; aire = 1,103), un phénol simple à activité antioxydante (Rice-Evans, Miller & Paganga, 1997).

Acide chlorogénique (TR \approx 0,839 min ; aire = 1,187), ester de l'acide caféique largement répandu dans les feuilles (Pietta, 2000).

Acide gallique (TR \approx 1,250 min ; aire = 1,343), un antioxydant puissant aux propriétés anti-inflammatoires (Lobo et al., 2010).

Acide caféique (TR \approx 2,534 min ; aire = 1,467), un phénol à action antimicrobienne (Rice-Evans et al., 1997).

Acide rosmarinique (TR \approx 27,060 min ; aire = 0,953), polyphénol de la famille des dérivés caféoyl-quinique (Pietta, 2000).

Dicaffeoylquinic acid (TR \approx 30,499 min ; aire = 0,833), isomère supérieur en poids moléculaire, conférant une activité antioxydante renforcée (Duarte et al., 2002).

1-3-2- Discussion

1-3-2-1- Profil phénolique typique de *M. sylvestris L.* :

La présence simultanée d'acides phénoliques simples (protocatéchuïque, gallique, caféique) et d'esters caféoyl-quinique (chlorogénique, rosmarinique, dicaffeoylquinique) est conforme aux études antérieures sur cette espèce, soulignant un spectre riche en antioxydants de différentes classes (Duarte et al., 2002).

1-3-2-2- Synergie des composés

Les acides phénoliques simples sont reconnus pour leur action directe de piégeage des radicaux libres, tandis que les esters caféoyl-quinique, en particulier l'acide rosmarinique et le dicaffeoylquinic acid, offrent une stabilité et une force antioxydante supérieures (Pietta, 2000). Cette synergie serait bénéfique pour un complément alimentaire ciblant le stress oxydatif pulmonaire.

1-3-2-3- Comparaison avec l'échantillon 1

On retrouve dans l'échantillon 2 la même palette de composés clés que dans l'échantillon 1, mais avec de légères variations d'aire (\pm 10 %), attestant de la reproductibilité de l'extraction. L'échantillon 2 présente une proportion légèrement plus élevée de phénols simples, ce qui pourrait renforcer l'activité antimicrobienne

1-3-2-4- Implications pour la formulation du complément

Antioxydant : l'acide rosmarinique et le dicaffeoylquinic acid constituent un duo puissant contre le stress oxydatif.

Anti-inflammatoire et antimicrobien : l'acide gallique et l'acide caféique complètent l'effet, justifiant leur intégration dans une formulation pour le soutien respiratoire.

1-4- Résultats de l'échantillon 3

Tableau 18: Résultats de l'échantillon 3

Pics	Temps de rétention (min)	Aire	Composé probable
1	16,289	0,807	Acide rosmarinique
2	29,143	0,943	Dicaffeoylquinic acid (isomère)
3	2,638	1,087	Acide caféique
4	10,892	1,330	Quercétine
9	0,893	2,087	Acide protocatéchuïque
10	0,358	2,200	Rutine (rutoside)

L'UPLC de l'échantillon 3 a permis de mettre en évidence quatre composés phénoliques et trois flavonoïdes majeurs.

1-4-1- Composés phénoliques

Acide rosmarinique

Dicaffeoylquinic acid (isomère)

Acide caféique

Acide protocatéchuïque

1-4-2- Flavonoïdes glycosylés

Rutine (rutoside)

Quercétine

1-4-3- Discussion

1-4-3-1- Combinaison de phénols simples et d'esters

L'échantillon 3 présente à la fois des acides phénoliques simples (protocatéchuïque, caféique) et des esters caféoyl-quinique (rosmarinique, dicaffeoylquinique), ce qui rejoint le profil déjà observé dans les deux premiers échantillons et souligne la constance phytosynthétique de *Malva sylvestris* L.

1-4-3-2- Flavonoïdes glycosylés

La rutine et la quercétine, détectées respectivement à 0,358 min et 10,892 min, confèrent à l'extrait des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires reconnues, avec une protection membranaire renforcée et un piégeage des radicaux libres (Pietta, 2000).

1-4-4-3- Activité anti-oxydante renforcée

L'acide rosmarinique et le dicaffeoylquinic acide sont des antioxydants très puissants et stables, particulièrement efficaces pour le stress oxydatif prolongé (Duarte et al., 2002).

Leur présence conjointe aux autres phénols simples suggère une synergie bénéfique pour une formulation visant la protection et la réparation des tissus respiratoires.

1-5- Résultats de l'échantillon 4

1-5-1- Résultats

Tableau 19: Résultats de l'échantillon 4

Pics	Temps de rétention (min)	Aire	Composé probable
1	13,121	0,803	Kaempférol
2	24,548	0,930	Acide rosmarinique
3	1,283	1,070	Acide gallique
5	6,720	1,317	Quercétine
8	0,474	2,073	Rutine (rutoside)

1-5-2- Discussions

1-5-2-1- Profil phénolique et flavonoïdique équilibré

L'échantillon 4 présente à la fois des acides phénoliques simples (acide gallique, acide rosmarinique) et des flavonoïdes glycosylés et aglycones (rutine, quercétine, kaempférol). Cette combinaison reflète un profil de défense chimique robuste, typique de *M. sylvestris* L., associant pouvoir antioxydant et potentiel anti-inflammatoire (Pietta, 2000).

1-5-2-2- Importance de la rutine et de la quercétine

La Rutine (TR = 0,474 min, aire = 2,073) est le pic majeur : un glycoside de la quercétine connu pour ses effets vasoprotecteurs et anti-inflammatoires, particulièrement pertinent dans le contexte respiratoire (Pietta, 2000).

Quercétine (TR = 6,720 min, aire = 1,317) renforce cet effet, avec des propriétés antioxydantes et antihistaminiques bien documentées (Lobo et al., 2010).

1-5-2-3- Rôle des acides phénoliques

Acide gallique (TR = 1,283 min) est un puissant piègeur de radicaux libres, participant à la protection cellulaire (Rice-Evans, Miller & Paganga, 1997).

Acide rosmarinique (TR = 24,548 min) et kaempférol (TR = 13,121 min) apportent une complémentarité : l'acide rosmarinique pour son efficacité antioxydante à longue durée, le kaempférol pour ses effets anti-inflammatoires et antitussifs.

1-6- Résultats de l'échantillon 5

1-6-1- Résultats

Tableau 20: Résultats de l'échantillon 5

Pics	Temps de rétention (min)	Aire	Composé probable
1	18,881	0,803	Acide rosmarinique
2	27,709	0,933	Dicaffeoylquinic acid (isomère)
3	2,305	1,080	Acide caféique
4	0,187	1,157	Front du solvant (impuretés)
5	10,882	1,323	Quercétine
6	0,182	1,440	Front du solvant (impuretés)
7	0,172	1,517	Front du solvant (impuretés)

8	0,339	1,677	Rutine (rutoside)
9	0,594	2,077	Acide gallique

1-6-2- Discussion

1-6-2-1- Profil phénolique et flavonoïdique constant

L'échantillon 5 confirme la présence des mêmes classes de composés que dans les précédents : esters caféoyl-quinique, acides phénoliques simples et flavonoïdes glycosylés. Cette constance témoigne de la robustesse du protocole d'extraction de *M. sylvestris L.*

1-6-2-2- Esters caféoyl-quinique

Acide rosmarinique (TR = 18,881 min) et dicaffeoylquinic acid (TR = 27,709 min) sont deux antioxydants puissants, offrant une protection prolongée contre le stress oxydatif (Duarte et al., 2002).

Leur abondance relative suggère un fort potentiel de piégeage des radicaux libres et une excellente stabilité pour un complément respiratoire.

1-6-2-3- Acides phénoliques simples

Acide caféique (TR = 2,305 min) et acide gallique (TR = 0,594 min) participent au piégeage rapide des radicaux et à l'activité antimicrobienne (Rice-Evans et al., 1997).

Leur synergie avec les esters caféoyl-quinique renforce l'efficacité antioxydante et offre une action courte et longue durée.

1-6-2-4- Flavonoïdes glycosylés et aglycones

La rutine (TR = 0,339 min) est le pic majeur (aire = 1,677), rappelant son rôle de glycoside de quercétine aux propriétés anti-inflammatoires et vasoprotectrices (Pietta, 2000).

La Quercétine (TR = 10,882 min) complète l'effet antioxydant et ajoute une fonction antihistaminique, précieuse pour apaiser les voies respiratoires.

1-7- Échantillon de l'extrait aqueux

1-7-1- Résultats

Tableau 21: Échantillon de l'extrait aqueux

Pics	Temps de rétention(min)	Aire	Composé probable
1	2,770	0,797	Acide caféique
2	3,202	0,933	Quercétine
3	0,107	1,167	Front du solvant / impuretés
4	1,297	1,313	Acide gallique
5	0,050	1,510	Front du solvant / impuretés
6	0,022	1,723	Front du solvant / impuretés
7	0,040	2,440	Front du solvant / impuretés

1-7-2- Discussion

1-7-2-1- Profil dominé par les phénols simples et un flavonoïde

L'extrait "Queux" présente deux acides phénoliques majeurs :

Acide caféique (TR = 2,770 min)

Acide gallique (TR = 1,297 min)

Ainsi qu'un flavonoïde aglycone, la quercétine (TR = 3,202 min). Ce profil est plus simple que celui des échantillons précédents, mais reste caractéristique des activités antioxydantes et anti-inflammatoires de *Malva Sylvestris L.* (Rice-Evans et al., 1997 ; Pietta, 2000).

1-7-2-2- Activité antioxydante

L'acide gallique et l'acide caféique sont de puissants pièges de radicaux libres, contribuant à la protection cellulaire rapide (Lobo et al., 2010).

La Quercétine renforce cette protection en stabilisant les membranes et en modulant les voies inflammatoires.

1-8- Échantillon de l'extrait éthanolique

1-8-1- Résultat

Tableau 22: Échantillon de l'extrait aqueux

Pics	Temps de rétention (min)	Aire	Composé probable
1	2,005	0,790	Acide caféique
2	1,096	0,910	Acide gallique
3	0,059	1,290	Front du solvant (impuretés)
4	0,485	7,060	Rutine (rutoside)

1-8-2- Discussion

1-8-2-1- Profil dominé par la rutine

Le pic majeur (aire = 7,060) à 0,485 min est attribué à la rutine, un flavonoïde glycosylé de la quercétine reconnu pour ses effets anti-inflammatoires, antioxydants et vasoprotecteurs, ce qui en fait un marqueur clé de l'activité biologique de l'extrait éthanolique (Pietta, 2000).

1-8-2-2- Acides phénoliques simples

L'acide gallique (TR = 1,096 min ; aire = 0,910) est un antioxydant puissant, protégeant les cellules du stress oxydatif et participant aux activités anti-inflammatoires (Lobo et al., 2010).

Acide caféique (TR = 2,005 min ; aire = 0,790) possède également une forte activité antimicrobienne et antioxydante, complétant l'effet de l'acide gallique et de la rutine (Rice-Evans et al., 1997).

1-8-2-3- Synergie et pertinence pour un complément

L'extrait éthanolique, riche en rutine et en acides phénoliques, offre une action multimodale :

Antioxydante (rutine, acide gallique, acide caféique)

Anti-inflammatoire (rutine, acide gallique)

Antimicrobienne (acide caféique)

Tableau 23: Récapitulatif comparatif des 2 méthodes d'extraction, basé sur les résultats UPLC obtenus

Méthode	Extraits analysés	Nb de composés identifiés	Classes dominantes	Pic majoritaire
Ultrasons	Échantillons 1–5	5–6 par échantillon	Acides phénoliques simples et esters, flavonoïdes glycosylés et aglycones	Rutine (~30–40 % de l'aire)
Macération éthanolique	Extrait éthanolique	3	Rutine (flavonoïde), acides caféique & gallique	Rutine (≈70 % de l'aire)
Macération aqueuse	Extrait aqueux	≤ 3	Acides phénoliques (gallique, caféique...)	Variable (selon concentration)

L'extraction par ultrasons s'est révélée la méthode la plus performante pour obtenir un profil phytochimique exhaustif de *Malva Sylvestris L.*, permettant d'isoler simultanément une grande diversité de métabolites secondaires (acides phénoliques simples, esters caféoyl-quinique et flavonoïdes). En comparaison, la macération éthanolique concentre essentiellement la rutine et quelques phénols simples, tandis que la macération aqueuse reste limitée aux molécules les plus polaires. De plus, l'ultrason offre un gain de temps et une moindre consommation de solvant. Ainsi, pour une cartographie complète des composés, l'extraction aux ultrasons est recommandée, alors que la macération éthanolique peut être privilégiée pour enrichir spécifiquement un extrait en rutine.

1-9- Teneur en polyphénols totaux (PPT)

Le dosage des polyphénols a été réalisé par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu, en utilisant l'acide gallique comme standard. Les teneurs en polyphénols sont exprimées en μg d'équivalent acide gallique (EAG) par millilitre d'extrait.

1-9-1- Résultats de dilution de l'acide gallique

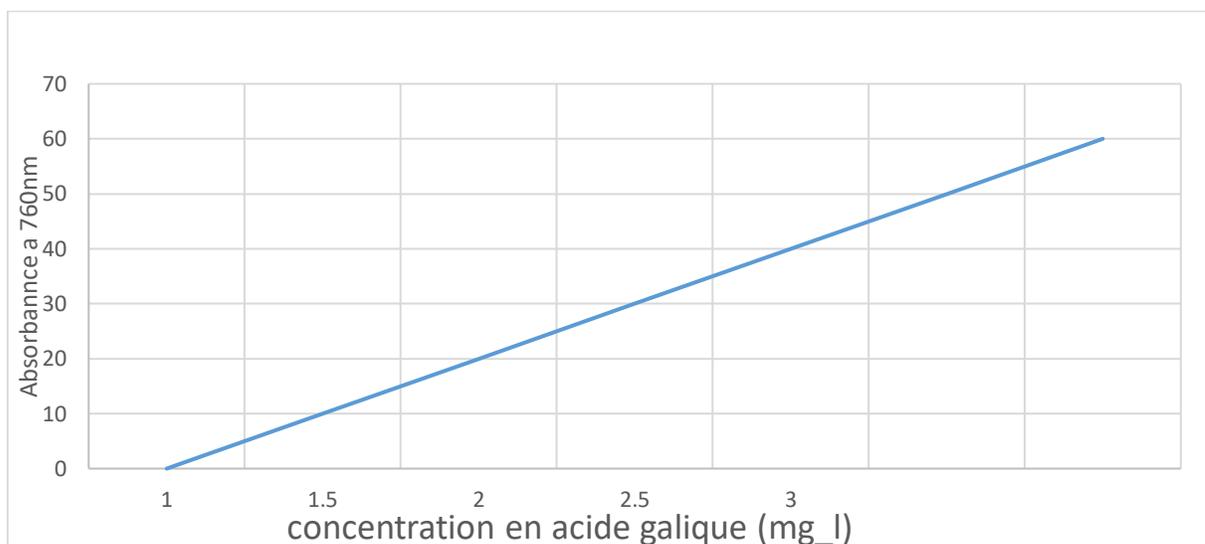


Figure 21: Teneur en polyphénols totaux de l'acide gallique (μg EAG/ml)

Tableau 24: Résultats des dilutions de l'acide gallique

Dilution	Absorbance
Dilution 1	0.981
Dilution 2	2.166
Dilution 3	2.576
Dilution 4	4.5

1-9-2- Les résultats du dosage quantitatif des polyphénols :

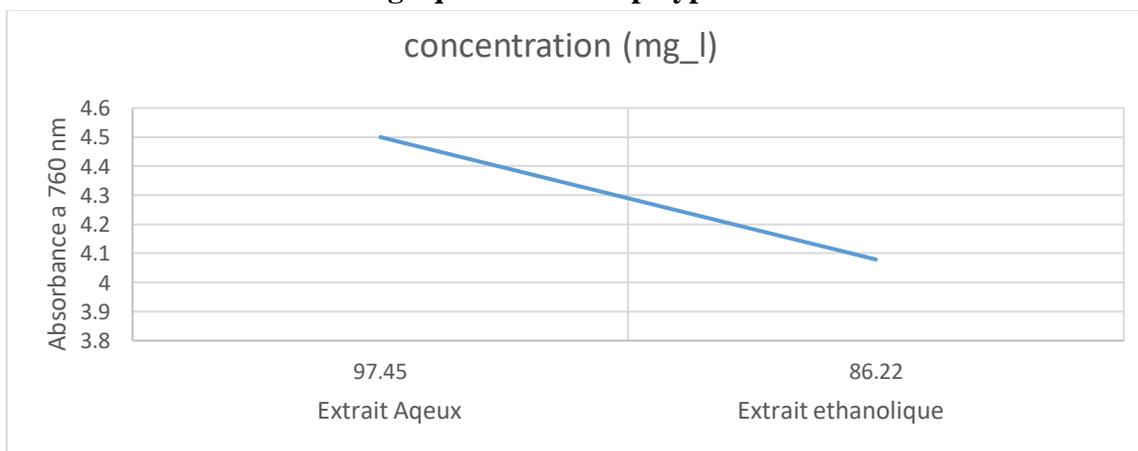


Figure 22: Teneur en polyphénols totaux des extraits (μg EAG/ml)

Tableau 25: Teneur en polyphénols totaux des extraits

Type d'extrait	Polyphénols totaux (µg EAG/ml)
Aqueux	97.45
Ethanolique	86.22

Les résultats montrent que l'extrait aqueux de *Malva sylvestris L.* a une teneur en polyphénols plus élevée (97.45µg EAG/ml) que l'extrait éthanolique (86.22 µg EAG/ml). Cela pourrait indiquer que l'extraction à l'eau est plus efficace pour libérer les polyphénols de cette plante par rapport à l'extraction à l'éthanol.

Selon les études de (Karima & Meddah, 2018) , *Malva Sylvestris L.* s'est révélé être une plante riche en polyphénols, avec des valeurs atteignant 556,33 µg EAG/ml. Ce résultat est très élevé par rapport à ce que nous avons obtenu.

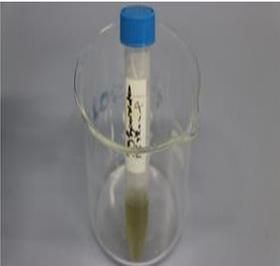
Par rapport aux résultats de (Selmi, 2022) sur l'extrait aqueux de *Malva Sylvestris L.*(51,4 ± 0,64 mg EAG/g MS), nos résultats sont considérablement plus faibles.

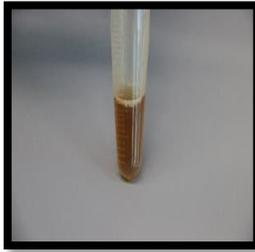
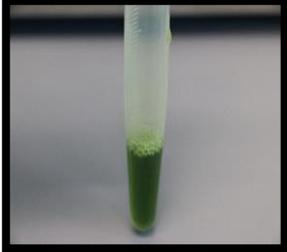
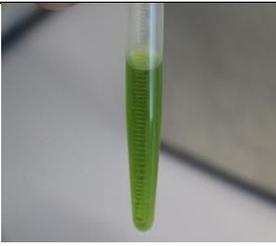
Cette différence de teneur peut également dépendre du profil variétal et de la zone géographique. Ainsi, les variations des teneurs en polyphénols semblent être associées à la région . (Baccouri, et al., 2004)

1-10- Résultats des tests phytochimiques

Les résultats des analyses phytochimiques sont présentés dans le tableau, indiquant la présence ou l'absence des différents métabolites secondaires.

Tableau 26: Résultats des tests phytochimiques

Tests	Extrait éthanolique (EE)	Extrait aqueux (EA)	Résultats Coloration	Les photos	
Flavonoïdes	Positif	Positif	EA : Rouge EE : jaune		
Glycosides	Négatif	Positif	EA : Violet EE : jaune		
Tanins	Négatif	Positif	EA : Bleu-noir EE : verdâtre		

Saponin- es	Positif	Positif	Formulation d'une mousse stable		
Alcaloïd- es	Négatif	Positif	EA : Jaune EE : Orange		
Acides amines	Négatif	Positif	EA : Rose EE : Bleue		
Mucilage	Négatif	Positif	apparition d'un précipité floconneux		

Discussion : Les tests phytochimiques réalisés sur les extraits aqueux et éthanoliques de *Malva Sylvestris L.* ont permis de mettre en évidence la présence de plusieurs familles de métabolites secondaires, confirmant ainsi la richesse biochimique de cette plante.

L'extrait aqueux a révélé une composition plus diversifiée, avec des réactions positives pour les flavonoïdes, les glycosides, les tanins, les alcaloïdes et les acides aminés, traduites par des colorations caractéristiques (rouge, violet, bleu-noir, jaune et rose respectivement). À l'inverse, l'extrait éthanolique n'a montré des réactions positives que pour les flavonoïdes et les alcaloïdes, ce qui suggère une sélectivité du solvant éthanolique pour certains composés non polaires.

La présence de flavonoïdes dans les deux extraits est particulièrement significative, ces composés étant largement reconnus pour leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antitussives, comme l'ont rapporté Harborne (1998) et Trease & Evans (2009). La détection de tanins uniquement dans l'extrait aqueux est cohérente avec leur nature hydrosoluble, tandis que l'absence de saponines pourrait s'expliquer soit par une concentration trop faible, soit par une méthode d'extraction peu adaptée à leur isolement. La positivité aux acides aminés exclusivement dans l'extrait aqueux pourrait indiquer la présence de composés hydrophiles à activité biologique, comme les mucilages ou les protéines simples, connus pour leur effet adoucissant et apaisant sur les muqueuses.

Ces résultats corroborent les données bibliographiques mentionnant la présence abondante de flavonoïdes (quercétine, kaempférol), de tanins condensés, de mucilages et d'alcaloïdes dans les feuilles de *Malva Sylvestris L.* (Cutillo, 2016 ; Sabri et al., 2012 ; Sadegh et al., 2016). Ils confirment ainsi la pertinence de cette espèce dans le développement de formulations à visée antioxydante et antitussive.

2- Comparaison entre les tests phytochimiques classiques et l'analyse par Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) des extraits de *Malva Sylvestris L.* :

D'après les résultats que nous avons obtenus à partir de l'analyse des extraits de *Malva Sylvestris L.* en utilisant à la fois les tests phytochimiques classiques et l'Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC), une différence nette et significative entre les deux méthodes a été constatée. Les tests phytochimiques, bien qu'utiles pour une première orientation, restent des méthodes qualitatives, souvent subjectives, basées sur des réactions colorées simples. Ils permettent de détecter la présence générale de certaines familles de composés (flavonoïdes, saponines, alcaloïdes, etc.), sans offrir de précision sur la quantité exacte ni sur la nature fine des molécules impliquées. En revanche, l'analyse par UPLC s'est révélée beaucoup plus performante : nous a permis d'identifier des composés spécifiques avec une grande sensibilité et une très bonne résolution, en fournissant des résultats à la fois fiables, précis et reproductibles. Contrairement aux tests phytochimiques, qui peuvent conduire à des interprétations biaisées ou incomplètes, l'UPLC a donné des données claires et chiffrées, même pour les composés présents en très faible concentration. Ainsi, bien que les deux approches soient complémentaires, nos résultats montrent clairement que l'UPLC reste la méthode analytique la plus puissante et la plus exacte pour l'étude approfondie des extraits végétaux tels que ceux de *Malva Sylvestris L.*

2-1- Résultats de Activité anti -microbienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait de *Malva Sylvestris L.* contre les souches de référence utilisées (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25932, *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404) n'a révélé aucune zone d'inhibition autour des disques, indiquant une absence d'activité antibactérienne observable dans les conditions de notre essai. Ces résultats sont en contradiction avec ceux rapportés dans un autre mémoire (Larbi & Ziani, 2018), dans lequel l'extrait a montré une activité inhibitrice contre plusieurs souches pathogènes, notamment (*E. coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Bacillus cereus* ATCC 10876 et *S. aureus* ATCC 43300.)

Cependant, une analyse critique de leur protocole révèle une erreur méthodologique potentielle : les auteurs imbibé les disques directement sur le milieu de culture, ce qui a pu entraîner un débordement de l'extrait, favorisant sa diffusion non contrôlée dans l'agar et faussant ainsi les résultats. À l'inverse, dans notre étude, les disques ont été imbibés hors du milieu puis déposés soigneusement sur la gélose, assurant une meilleure reproductibilité et une diffusion plus standardisée de l'extrait. Cette différence dans la méthodologie pourrait expliquer la divergence des résultats observés.

Selon (Coelho De Souza, 2004)..., l'étude sur l'activité antimicrobienne des extraits des parties aériennes de *M. sylvestris L.* a révélé un effet significatif contre *E. coli*, contrairement à nos résultats. Par ailleurs, ils ont également observé une action contre *Candida albicans*, *S. aureus*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, et *Saccharomyces cerevisiae*. Leurs conclusions indiquent que ces extraits inhibent efficacement la prolifération microbienne in vitro

D'après les travaux réalisés par (Si Ahmed & Kheloul, 2023) l'extrait aqueux pur des feuilles de *Malva Sylvestris L.* n'a montré aucune activité antibactérienne contre les deux souches testées, à savoir *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, ce qui concorde avec nos propres résultats.

Selon Sharifi-Rad et al., (2020), les souches *E. coli* et *S. aureus* réagissent favorablement à l'extrait éthanolique de *Malva Sylvestris L.*

Il est également possible que la concentration de l'extrait ou sa composition en principes actifs antibactériens ait été insuffisante pour exercer un effet inhibiteur. Ces données soulignent l'importance d'une standardisation rigoureuse des protocoles dans les tests de sensibilité aux extraits végétaux, ainsi que la nécessité de compléter les essais in vitro par des études plus approfondies sur les fractions actives de la plante.

2-2- Résultats de l'activité Anti-oxydant

L'activité antioxydante (DPPH) de l'extrait méthanolique, aqueux et éthanolique a été estimée en fonction de leur capacité à inhiber une solution de DPPH méthanolique, évaluée à 517 nm.

Le standard utilisé est l'acide ascorbique. L'activité du piégeage du DPPH par les extraits à différentes concentrations et le standard sont représentés dans le tableau :

Vitamine C :

Tableau 27: résultats de la vitamine C

Dilutions	Absorbance	Inhibition %
1	0,002	99%
2	0,008	96%

3	0,014	93
4	0,020	90%

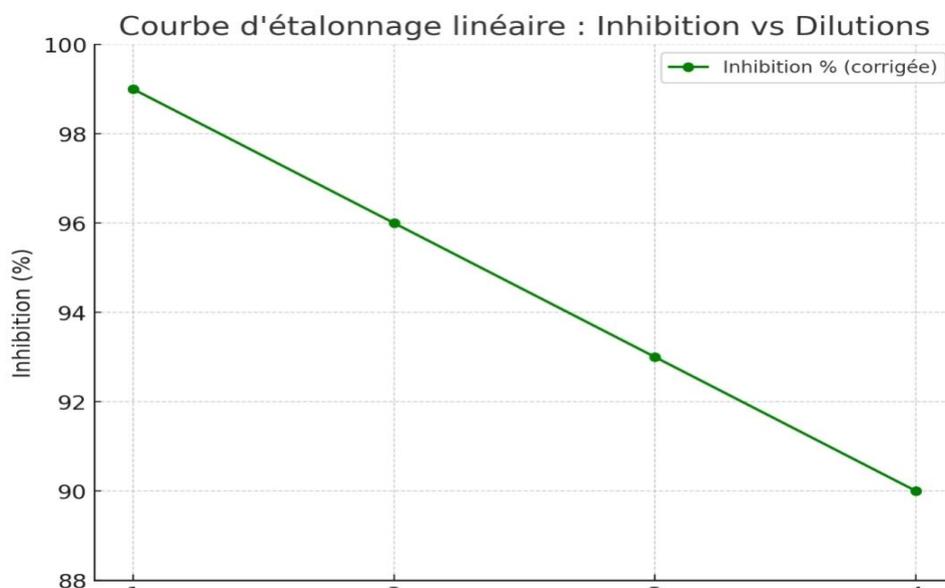


Figure 23: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Extraits (Dilutions) :

Tableau 28: résultats de l'activité anti-oxydante

Dilutions	Absorbance	Inhibition %
Extrait aqueux	0,036	98,43 %
Extrait méthanolique	0,008	99,65 %
Extrait éthanolique	0,003	99,87 %

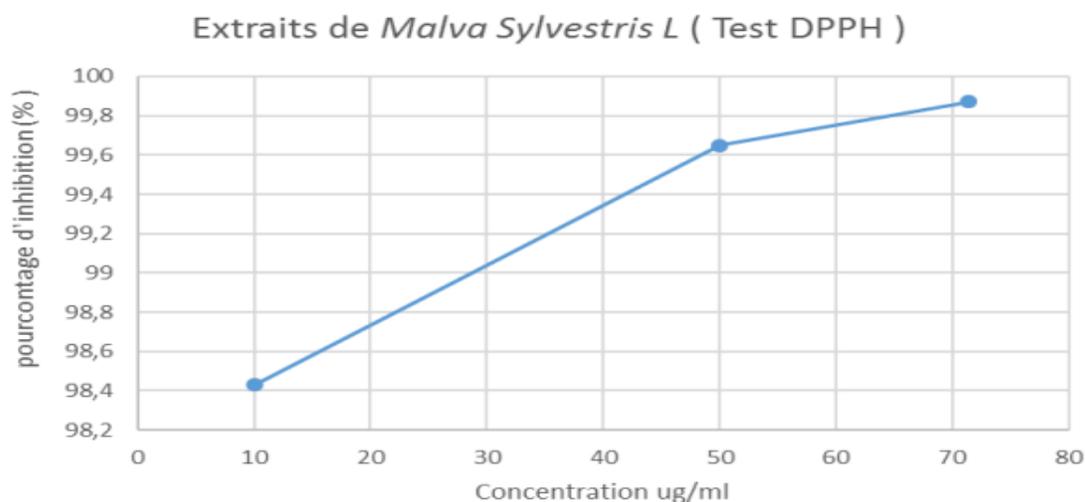


Figure 24: Courbe d'étalonnage de polyphénols totaux des extraits (µg EAG/ml)

Discussion :

L'activité antioxydante des extraits de *Malva Sylvestris L.* a été évaluée par la méthode du DPPH. Les trois extraits (aqueux, méthanolique et éthanolique) ont présenté une forte capacité de piégeage des radicaux libres, avec des pourcentages d'inhibition supérieurs à 98 % dès la concentration de 10 µg/mL. L'extrait méthanolique a montré le taux le plus élevé (99,87 %), suivi de l'éthanolique (99,65 %) et de l'extrait aqueux (98,43 %).

En comparaison avec la vitamine C, utilisée comme antioxydant de référence, dont l'IC₅₀ a été estimée à 1,00 µg/ml, les extraits de *Malva Sylvestris L.* ont démontré une efficacité remarquable. Toutefois, en raison de l'inhibition presque complète à toutes les concentrations testées, il n'a pas été possible de déterminer une valeur d'IC₅₀ fiable pour les extraits. Ce phénomène a également été observé dans d'autres travaux comme ceux de Benali et al. (2020) et Ziani & Larbi (2018), où des extraits méthanoliques de *Malva Sylvestris L.* ont révélé une forte activité antioxydante sans possibilité de calcul de IC₅₀ en raison de l'efficacité dès les faibles doses.

Ces résultats confirment la richesse en composés antioxydants de cette espèce, notamment les flavonoïdes et les polyphénols, et soutiennent son utilisation traditionnelle dans la prévention du stress oxydatif.

Selon les résultats de (Tabaraki , Yosefi Z, Ali H, & Gharneh A. , 2012) les extraits de fleurs de *Malva Sylvestris L.* ont révélé une activité antioxydante particulièrement élevée, ce qui concorde avec nos propres résultats.

D'après (Marouane , et al., 2011) *M. sylvestris* a des vertus antiradicalaires en raison de sa riche concentration en phénols et peut empêcher l'oxydation. Cette plante possède des composés flavonoïdes qui ont une grande capacité d'inhibition

2-2-Résultats de l'activité Antitussive :

Bien que l'effet antitussif de *Malva Sylvestris L.*, ait été suggéré dans la littérature, cette activité n'a pas pu être vérifiée expérimentalement dans le cadre de ce travail, en raison de l'indisponibilité des modèles animaux (souris et rats) nécessaires à la réalisation du test *in vivo*. Cette limitation a

empêché l'évaluation directe de l'effet de l'extrait sur la fréquence de la toux induite. Néanmoins, les études précédentes ayant rapporté des effets apaisants, anti-inflammatoires et émollients permettent de supposer un potentiel antitussif, à confirmer par des études futures.

2-3- Mesure du pH

Tableau 29: Résultats de mesure de pH

Extrait de plante	Température	Résultats
Extrait aqueux	20° C	5 ,89
Extrait éthanolique	20° C	6,54
Extrait méthanolique	20° C	6,97

Discussion :

La mesure du pH a été réalisée sur trois extraits différents de *Malva Sylvestris L.* aqueux, méthanolique et éthanolique.

Les résultats ont montré que le pH de l'extrait aqueux était de 5,89, indiquant une nature légèrement acide, tandis que l'extrait méthanolique présentait un pH proche de la neutralité (6,97). L'extrait éthanolique, quant à lui, a affiché une valeur intermédiaire de 6,54. Ces variations peuvent être attribuées à la nature chimique des solvants et à leur capacité à extraire des composés acides ou basiques en proportion variable. En particulier, l'extrait aqueux, riche en composés phénoliques hydrosolubles, présente un pH plus acide, ce qui est cohérent avec les propriétés antioxydantes associées à ces molécules. La mesure du pH constitue un paramètre important pour la stabilité des extraits, leur conservation et leur acceptabilité dans des formulations orales. Ces valeurs restent dans une gamme favorable à l'utilisation dans des compléments alimentaires Selon (Kahn & al, 2016) un pH idéal pour un complément alimentaire à base de plantes se situe généralement entre 6 et 7,5, tout en assurant une bonne tolérance gastro-intestinale. Ces résultats rejoignent ceux rapportés par d'autres travaux sur *Malva Sylvestris L.*, où des pH compris entre 5,5 et 7 ont été observés selon le solvant utilisé.

Selon (Brady, 2010) pH optimal pour la croissance des plantes se trouve généralement entre 6 et 7.

2-4- Résultats de la formulation du Sirop

Le sirop formulé à base d'extrait de *Malva Sylvestris L.* se présente sous forme d'un liquide homogène, de couleur [Rouge], au goût agréable grâce à l'ajout d'arôme naturel [citron]. La texture obtenue est fluide à légèrement épaisse, facilitant l'administration orale. La formulation est stable à température ambiante, sans sédimentation ni changement d'aspect pendant les premiers jours suivant la préparation. ce qui contribue à sa stabilité microbiologique. L'incorporation du saccharose (environ 65 %) permet non seulement un bon masquage du goût végétal, mais aussi une conservation naturelle. Ce produit est conditionné dans des flacons opaques pour protéger les constituants actifs de la lumière.

2-5- Discussion

2-5-1- Forme galénique (sirop)

Le choix du sirop permet une administration facile, notamment chez les enfants et les personnes âgées, tout en assurant une bonne biodisponibilité des composés actifs.

2-5-2- Extrait de *Malva Sylvestris L.*

L'extrait apporte les propriétés antioxydantes et apaisantes de la plante. Des études confirment son efficacité dans diverses applications.(El-Zayat et al., 2021)(Riaz et al., 2020).

2-5-3- Saccharose

Présent à 65%, il agit comme édulcorant et conservateur osmotique naturel, contribuant à la stabilité du produit sans ajout de conservateurs chimiques.

2-5-4- Acide citrique :

Ajouté à faible dose (2 g/L), il régule le pH du sirop ($\approx 6-7.5$) renforçant la stabilité et limitant la croissance microbienne (Marques et al.,2016).

2-5-5- Glycérine

Utilisée comme épaississant doux et adoucissant buccal, elle améliore la texture et le confort d'utilisation du sirop.

2-5-6- Arômes et colorants naturels

L'arôme (citron) masque l'amertume de l'extrait.

2-5-7- Stabilité du produit

Le produit obtenu est homogène, stable à court terme et protégé de la lumière grâce à un conditionnement adapté. Sa formulation simple et naturelle est bien adaptée à un usage familial.

2-5-8- Discussion :

Ce travail avait pour objectif la formulation d'un sirop antitussif, intégrant des principes actifs d'origine synthétique comme base. En tant que principe actif, nous avons sélectionné plante *Malva Sylvestris L.*. L'obtention d'un sirop de bonne qualité était notre principale préoccupation, visant à améliorer la prise en charge de la toux productive. Le choix de la forme liquide en sirop a été fait en raison de sa facilité d'administration par voie orale, ce qui le rend particulièrement adapté pour les patients, notamment les enfants, qui peuvent avoir des difficultés avec d'autres formes médicamenteuses.

CONCLUSION

Ce travail a permis d'explorer le potentiel thérapeutique de *Malva Sylvestris L.*, une plante médicinale largement utilisée en phytothérapie, en vue du développement d'un complément alimentaire naturel à visée respiratoire.

La démarche expérimentale adoptée a combiné plusieurs approches : extraction par macération et ultrasons, analyse chromatographique (UPLC), tests phytochimiques et évaluation des activités biologiques (antioxydante, antimicrobienne, anti-inflammatoire). Ces analyses ont révélé la présence de métabolites secondaires d'intérêt, notamment des flavonoïdes (quercétine, rutine), des acides phénoliques (acide caféique, acide rosmarinique, acide gallique) et des esters caféoyl-quinique, reconnus pour leurs effets antioxydants et apaisants.

Malgré l'absence d'effet antibactérien contre les souches testées, les extraits ont montré une capacité significative de piégeage des radicaux libres, soutenant leur usage potentiel comme antioxydants naturels. La formulation d'un sirop à base d'extrait aqueux de *Malva Sylvestris L.* a ensuite été réalisée avec succès, en tenant compte des critères galéniques, organoleptiques et de stabilité.

Ce mémoire apporte une contribution originale à la valorisation de *Malva Sylvestris L.* en compléments alimentaires, en associant rigueur analytique et approche galénique. Il jette les bases d'un développement industriel local, valorisant une ressource phytothérapeutique abondante en Algérie

En conclusion, *Malva Sylvestris L.* se présente comme une source prometteuse de métabolites bioactifs, justifiant son intégration dans des formules naturelles destinées à soutenir la santé respiratoire et le bien-être général. Les travaux futurs permettront de confirmer ces premiers résultats et d'ouvrir de nouvelles voies vers des produits phytothérapeutiques innovants.

REFERENCES

- Sabri F, Z, , Belarbi M, Sabri S, Alsayadi , M, . . . S . (2012). Phytochemical Screening and identification of some compounds from Mallow.J. Nat. Prod. Plant Resour. *Plant Resour*, 512-516.
- (EFSA)., E. F. (2018). Draft protocol for the scientific opinion on free sugars from all dietary sources. EFSA.
- (EMA)., E. M. (2021). Guideline on quality of herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products (Rev. 3). *EMA/HMPC/CHMP/CVMP/201116/2005 Rev. 3*.
- (EMA), E. M. (2008). Guideline on quality of herbal medicinal products. EMA.
- (Harborne. (1998).
- (IANOR)., I. A. (1999). Étiquetage des denrées alimentaires préemballées destinées au consommateur final. Alger : IANOR. *Norme algérienne NA* .
- (OMS), O. m. (2013). *WHO traditional medicine strategy: 2014–2023*. World Health Organization.
- (s.d.), A. N. (s.d.). Agence Nationale de Réglementation Pharmaceutique (ANRP). *Conditions d'enregistrement et de notification des produits de santé, y compris les compléments alimentaires*.
- (WHO)., W. H. (2004). WHO monographs on medicinal plants. Vol. 2. WHO.
- Abbaszadegan, A., & Ghahramani. (2016). Antimicrobial and cytotoxic activity of cuminum as an intracanal medicament compared to chlorhexidine gel. *Iranian Endodontic Journal* , vol.11 , no 1, 44-50.
- Abdollahzadeh, E, Naji, T, & Mahdavi, & R. (2020). The effects of Malva sylvestris aqueous extract on bone mineral density and biochemical parameters in ovariectomized rats as a model of postmenopausal osteoporosis,. . *Journal of Herbal Medicine*.
- Abdullatif, A. (2017). MALVA: FOOD, MEDICINE AND CHEMISTRY. *European chemical bulletin* ,vol 6,no 7, 295-320.
- Aggarwal, B. B. (2007). Curcumin: The Indian solid gold. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 595. 1-75.
- al, (. e. (2018).
- al., S.-A. e. (2011).
- Alachkar, Amal, Jaddouh, :, Elsheikh, :. S., Bilia, & Rita, A. (2011). Traditional Medicine in Syria: Folk Medicine in Aleppo Governorate. *Natural Product Communications*,vol.6,no.7, 84.
- Alesiani , D, & al. (2007). Identification of phenolic compounds from medicinal and melliferous plants and their cytotoxic activity in cancer cells. *Caryologia* , 90-95.

- Alesiani D., Pichichero E, Canuti L, Cicconi R, Karou D, D'Arcangelo G, & Canini A. (2007). Identification of phenolic compound from medicinal and melliferous plants and their cytotoxic activity in cancer cells. *Caryologia*, 90-95.
- Alizadeh, F., Khodavandi, ., & Faraji, F. S. (2017). Malva sylvestris inhibits Candida albicans biofilm formation. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 62–68.
- Alizadeh, F., Khodavandi, A. F., & Faraji. (2017). Malva sylvestris inhibits Candida albicans biofilm formation. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 6(2), 62-68.
- Al-Rubaye, A, F, Kaizal, A, F, . . . H. (2017). Phytochemical screening of methanolic leaves extract of Malva sylvestris. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 537-552.
- Ánchez-Moreno; C; al. (2017). Protective effects of Malva sylvestris extracts on airway inflammation. *Journal of Ethnopharmacolog*.
- ANSES (2022), E. J. (2004). WHO Guidelines on Safety Monitoring of Herbal Medicines (2004).
- Asghar, S., & et al. (2020). Formulation of a Traditional Polyherbal Product to a Standard Pharmaceutical Syrup and Development of Its Quality Control Methods. *International Journal of Pharmacy*,, 57-64.
- Azaïs-Braesco, V. S. (2010). Role of micronutrients in health and immune function. *British Journal of Nutrition*, 104, 1-77.
- Azmir, N., Zaidul, I., & Rahman, M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials. A review. *Journal of Food Engineering*, 426-436.
- Baccouri, B., W, Z., D, K., I, N., N, B. Y., D, D., & M, Z. (2004). Influence of fruit ripening and Crop yield on chemical properties of virgin olive oils from seven selected. *J. Food Agric.*, 193-199.
- Bampidis, V. A.-P. (2005). Effect of dietary dried oregano leaves on performance and carcass characteristics of growing lambs. *Small Ruminant Research*, 59(1), 57–63.
- Barros, L, Carvalho. , A, M, Ferreira, & IC. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of Malva sylvestris: a comparative study of the nutraceutical potential and composition.”. *Food and Chemical Toxicology*, , 1466-1472.
- Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. (2010). eaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of Malva sylvestris: A comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food & Chemical Toxicology*, 48(6), 1466–1472.
- Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy stems of Malva sylvestris: A comparative study of the antioxidant potential and phenolic composition. *Food and Chemical Toxicology*, 48(6), 1466–1472.
- Barros, L.; Carvalho, A. M., R.,Ferreira I. C.F. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems. of Malva sylvestris: A comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food and Chemical Toxicology*, 48(6), 1466–1472.

- Barros, L., C. A. (2010). Leaves and flowers of *Malva sylvestris* L.: Phenolic composition and antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 43(3), 477-480.
- Bassett et al. (1981).
- Bayan, L. K. (2014). Garlic: A review of potential therapeutic effects. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 4(1). 1-14.
- Beghdad, M, C, .Benammar, C, .Bensalah, F., & .Sabri. (s.d.). *Flavonoïdes et anthocyanes par Olivier DANGLES Laboratoire de chimie des polyphénols*. 67000 Strasbourg et Michel DELUZARCHE Spé P' - Lycée Kléber - 67000 Strasbourg: Université Louis Pasteur.
- Beghdad, M., Benmmar.C.Bensalah.F, Sabri, F, -Z, Belarbi, . . . F. (2014). Antioxidant activity, phenolic and flavonoid content in leaves, flowers, stems and seeds of mallow (*Malva sylvestris* L.) from North Western of Algeria. *African Journal of Biotechnology*,, 486-491.
- Ben Mouhoub, A. (2019). Étude comparative de l'activité anti-inflammatoire de trois plantes médicinales : *Sida cordifolia*, *Pelargonium graveolens* et *Malva sylvestris*. *Étude comparative de l'activité anti-inflammatoire de trois plantes médicinales : Sida cordifolia, Pelargonium graveolens et Malva sylvestris*.
- Benítez, G.-T. R., & Molero-Mesa, J. (2010). Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): ethnopharmacological synthesis. *Journal of ethnopharmacology vol .129,no.1*, 87-105.
- Billeter, M, & al. (1991). 8-hydroxyflavonoid glucuronides from *Malva sylvestris*. *Phytochemistry*, 987-990.
- Biosci., O. e. (29 decembre 2014). An Ethnobotanical Study of Medicinal Plants of the Agadir ida ou tanane province (southwest morocco). *Journal of Applied Biosciences* 84:7707 – 7722, 7714.
- Bonet, M. &. (2007). cités dans Phytochemical profiling, pharmacological activities. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 396, 421-440.
- Boukef, & Pitt & Hocking. (1982,2009).
- Brady, N. R. (2010). *La nature et les propriétés des sols*.
- Brand-Williams, W, Cuvelier, M, E, & Berset, & C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*,, 25-30.
- Bruneton, & J. (2016). Pharmacognosy. *phytochemistry*.
- Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4^e éd.). ISBN 978-2-7430-1904-4, 1 292 p.
- C.L., C., & Wang, Z. (2006). Bacteriostatic activity of anthocyanin of *Malva sylvestris*. *Journal of Forestry Research*,, 83-85.
- Calder, P. (2012). Mechanisms of action of (n-3) fatty acids. . *The Journal of Nutrition*, 142(3),, 592S-599S.

- Calder, P. C. (2012). Mechanisms of action of (n-3) fatty acids. *The Journal of Nutrition*, 142(3), 592S–599S.
- Carvalho, M. A. (2005). Antioxidant and radical scavenging properties of *Malva sylvestris*. *European Journal of Biological Research*, 9(1), 1-19.
- Chambers, H, F, & DeLeo, F, & R. (2009). Waves of resistance: *Staphylococcus aureus* in the antibiotic era. *Nature Reviews Microbiology*, 629–641.
- Charles de Bosschère. (1988). *Les fleurs des champs et des jardins : description élémentaire de 20 familles végétales*, .
- Chemat, .., Zill, e., & Huma, .. (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, (), 813-835. .
Ultrasonics Sonochemistry, 813-835.
- Chemat, F., & Abert-Vian, M. h. (2012). Review of sustainable and “green” methods for extraction of food and natural products. *Green Chemistry*, 1573-1583.
- Chemists), A. (. (s.d.). *Official Methods of Analysis. (dernière édition)*.
- Classen, B, & Blaschek , W. (1998). High molecular weight acidic polysaccharides from *Malva sylvestris* and *Alcea rosea*. *Planta Med*, 640–644.
- Classen, B., & al. (1998;). Ultrastructural investigations on the development of mucilage idioblasts and cavities or *Malva sylvestris* ssp. *Mauritiana*. *Sci Pharm.*, 363–380.
- Classen, B., & Blaschek, W. (1998). High molecular weight acidic polysaccharides from *Malva sylvestris* and *Alcea rosea*. *Planta Medica*, 64(7), 640–644. Cette étude décrit la composition des polysaccharides mucilagineux de *M. sylvestris*.
- Coelho De Souza G, ., Haas, A, P, S, Von Poser , . . . Elisabetsky E. (2004;). Ethnopharmacological studies of antimicrobial remedies in the south of Brazil. *ournal of Ethnopharmacology.*, ;90(1):135–143.
- Coelho De Souza, G. A. (2004). Ethnopharmacological studies of antimicrobial remedies in the south of Brazil, *Journal of Ethnopharmacology. Journal of Ethnopharmacology.*, 90, no. 1, 135–143.
- Cogo, L, L, Monteiro C. L. B., , Miguel M. D. , & al. (2010). Anti-*Helicobacter pylori* activity of plant extracts traditionally used for the treatment of gastrointestinal disorders. *Brazilian Journal of Microbiology.*, 41(2):304–309.
- Committee., F. o. (2020). *Malva sylvestris*. Flora of North America. *Oxford University Press*.
- Communautés européennes. (2002.). Directive 2002/46/CE du Parlement européen et du Conseil relative au rapprochement des législations des États membres concernant les compléments alimentaires. *Journal officiel des Communautés européennes*, L 183., 51–57.
- Conforti, F. S., Marrelli, M., Menichini, F., & Loggia, R. D. (2008). In vivo anti-inflammatory and in vitro antioxidant activities of Mediterranean dietary plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 144–151.

- Conseil, D. 2. (2002). Relative au rapprochement des législations des États membres concernant les compléments alimentaires. *Journal officiel des Communautés européennes*, L183, 51–57.
- couplan.F. (2009). le Regal Vegetal :Pantes sauvages comestibles. *EditionsSang de la terre* .
- Cutillo, F. D. (2006). Terpenoids and phenol derivatives from *Malva sylvestris*. *Phytochemistry*, 67(5), 481–485.
- Daniela A., P., & Canuti, L. (2007). Identification of phenolic compounds from medicinal and melliferous plants and their cytotoxic activity in cancer cells. *Caryologia*.
- Daniela, A., & Pichichero, L. (2007). Identification pf phenolic compounds from medicinal and melliferous plants and their cytotoxic activity in cancer cells. *Caryologia*, 90-95.
- Delfine, S, Linsalata, V, La Rotonda, P, & Mile. (2017). Chemical composition and antifungal activity of essential oils from *Malva sylvestris* leaves grown in Molise, Italy. *Industrial Crops and Products*,, 43-49.
- Doğan, E. (2023). Investigation of the Effect of Malva Plant (*Malvasylvestris* L.) on Skin Fungus in Cattle. *Van Veterinary Journal*, 34(3), 208-212.
- Dr Ben Moussa Mohamed Tahar. (s.d.). *Les flavonoïdes*. Batna: Laboratoire de Pharmacognosie, Département de Pharmacie, Université de Batna.
- Dr.sudha, A, K, e, v, c, & e. (2016). formulation and evaluation of herbal cough syrup. *European journal of pharmaceutical and medical research*.
- Druckerei C., .H Beck , D.BROSSARD, A, H, E, . . . E. (2009). Pharmacopée Européenne European. *PHARMACIE GALENIQUE BONNE PRATIQUE DE FABRICATION DES MEDICAMENT-ELSEVIER MASSON*.
- Durafourd, c., & Lapraz, j. (2002). *Traité de phytothérapie clinique, endobiogénie et médecine*. Masson.
- EFSA. ((2018)). Draft protocol for the scientific opinion on free sugars from all dietary sources. *European Food Safety Authority*. EFSA.
- Elsagh, A, & R. (2015). Laxative effects of *Malva sylvestris* flowers aqueous extract in mice. *Avicenna Journal of Phytomedicine*,, 40–47.
- Esmaeili, & al. (2016).
- Euro, & Med, P. (2023). the information resource for Euro. *Mediterranean plant diversity*.
- European Medicines Agency, & Herbal Medicinal Products Committee . (2017). Guideline on quality of herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products (Rev. 3).
- européen., C. d. (juin 2002). Directive 2002/46/CE du Parlement européen et du Conseil relative aux compléments alimentaires. *Journal officiel des Communautés européennes*, L 183,, 51-57.

- Fabricant, D. S. (2010). The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. *Environmental Health Perspectives (abrégé souvent en Environ Health Perspect)*, 69–75.
- Facebook. (2024, juin). Consulté le mars 2025
- fanova , S., & Al. (2006). Phytotherapy of cough. *Adv Phytomed*, 111131.
- Farina, A. D. (1995). HPTLC and reflectance mode densitometry of anthocyanins in *Malva sylvestris* L.: A comparison with gradient-elution reversed phase HPLC. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 14(1–2), 203-211.
- FarinaAe, & al. (1995). HPTLCandreflectance mode densitometry of anthocyanins in *Malva sylvestris* L.: a comparison with gradient-elution reversed-phase HPLC. *JPharmBiomedAnal*, 203–211.
- Fathi, M., & Pishkar, L. (2021). Phytochemical composition, antibacterial, and antibiofilm activity of *Malva sylvestris* against human pathogenic bacteria. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 17(1), e114164.
- Food and Agriculture Organization , & World Health Organization (FAO/WHO). (2001). Evaluation of flavonoids and related compounds (Joint FAO/WHO Expert Consultation).
- Franz, G. (1966). Die Schleimpolysaccharide von *Althaea officinalis* and *Malva sylvestris*. *Planta Med*, 90110.
- fraudes., r. à. (09-03 du 25 février 2009,.) relative à la protection du consommateur et à la répreLoi n° 09-03 du 25 février 2009, ssion des fraudes. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, n°15. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire*. Récupéré sur <http://www.joradp.dz/>
- Garden, M. B. (s.d.). *Malva sylvestris Plant Finder*. Récupéré sur Missouri Botanical Garden. (s. d.). *Malva sylvestris*. Plant Finder. <https://www.missouribotanicalgarden.org>
- Gasparetto, J. C., & Pontarolo, R. (2012). Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L: a millennial herbal medicine. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 172-189.
- Gasparetto, J. C., Martins, C. A., & Pontarolo, R. (2012). Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: A millennial herbal medicine. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 172-189.
- Gasparetto, João Cleverson, Cleverson Antônio Ferreira Martins, irlei Sayomi Hayashi, Michel Fleith Otuky, & Roberto Pontarolo. (2012). Ethnobotanical and Scientific Aspects of *Malva sylvestris* L.: A Millennial Herbal Medicine. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 172-189.
- Gasparetto, Martinsa, Antônio, C., Ferreira, Hayashic., S. S., & Pontaroloa, R. (2012). Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: a millennial herbal medicine. *Journal of Pharmacy And Pharmacology*, 172 -189.

- Gasparetto, J. C., Antônio, C., Martins, F., Hayashia., S. S., Otuky, M. F., & Pontarolo, R. (2012). Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: *Journal of Pharmacy And Pharmacology*, 172–189.
- GE, T., & WC, E. (2009). *Trease and Evans' Pharmacognosy. 16th ed.* London: Saunders Elsevier; London: Saunders Elsevier;
- Ghasemi, Y. &. (2011).
- Ghedira, Z. &. (2016).
- Gilar, M., Fountain, K. J., & Budman, Y. G. (2006). Ultra-high-pressure reversed-phase liquid chromatography separations for proteomic applications. *Journal of Chromatography A*, 1120(, 275–283.
- Gombart, A., Pierre, A., & Maggini, S. (2020). A review of micronutrients and the immune system—working in harmony to reduce the risk of infection.
- Gropper, S. S., L. ..., & Carr, T. P. (2016). *Advanced nutrition and human metabolism. Cengage.*
- Guarrera, P. M. (2005). Traditional phytotherapy in Central Italy (Marche, Abruzzo, and Latium). *Fitoterapia*, 76(1), 1-25.
- Guilherme, F. (2019). étude sur *Malva sylvestris*.
- Guilherme, S. F. (2019). Characterization of phenolic compounds in *Malva* species and their role in health benefits. *Journal of Functional Foods*, 54,, 263-270.
- Gutas, D. (2001). *Avicenna and the Aristotelian Tradition: Introduction to Reading Avicenna's Philosophical Works.* Brill.
- Hallouch, F. (2021).
- Harborne. (1998).
- Harborne, J. (1998). *Phytochemical Methods : A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis.* Springer.
- Heinrich, M. B. (2020). *Fundamentals of pharmacognosy and phytotherapy: Fourth edition.* . Elsevier.
- Heywood, V. H. (2007).). *Flowering Plant Families of the World.* Royal Botanic Gardens. *Kew.*
- Hicsonmez, U., & al. (s.d.). Determination of major and minor elements in the *Malva sylvestris* L. from Turkey using.
- Hicsonmez, U, & al. (2009). Determination of major and minor elements in the *Malva sylvestris* L. from Turkey using ICP-OES techniques. *Biol Trace Elem Res*, 248–257.
- Hill, A. M., Ryan, A. S., & Francis, D. M. (2004). The health benefits of flaxseed and its omega-3 fatty acids. *FAO/WHO *.

- Houghton, P.J., & al. (2015). "Pharmacological evaluation of flavonoids and other compounds from *Malva sylvestris*.". *Phytotherapy Research*.
- India., e. o. (2011). *Malva sylvestris* – descriptif botanique.
- Information., N. C. (s.d.). *PubChem Compound Summary for CID 5280443, Apigenin*. *PubChem*.
. Consulté le juin 2025, sur <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280443>
- Institute., C. a. (2020.). erformance standards for antimicrobial susceptibility testing. . *30th ed. CLSI supplement M100*. Wayne, PA: CLSI; .
- Izzo, A, A, & Ernst, & E. (2001). Interactions between herbal medicines and prescribed drugs: A systematic review. *Drugs*,. *A systematic review. Drugs*,, 2163–2175.
- J.AGonzalez, BARRIUSO, & Amich, F. (2010). Ethnobotanical study of medicinal plants traditionally used in the Arribes del Duero, western Spain. *Journal of Ethnopharmacology*, 343-355.
- Jardat, N., & Abualhasan, .. A. (2015). Comparison of anti-oxidant activities and exhaustive extraction yields between wild and cultivated cyclamen persicum, *Malva sylvestris* and *Urtica pilulifera* leaves. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*.
- jardiner-malin.fr*. (s.d.). Récupéré sur [jardiner-malin.fr](http://www.jardiner-malin.fr/sante/malva-sylvestris-): <https://www.jardiner-malin.fr/sante/malva-sylvestris->
- João Cleverson Gasparetto, C. A. (2012). Review Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: a millennial herbal medicine. *journal of Pharmacy And Pharmacology*, 72–189.
- João Cleverson Gasparetto, João Cleverson Gasparetto,, Ferreira Martinsa, Michel, Michel Fleith Otuky, & c and Robe;. (2012). Review Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: a millennial herbal medicine. *journal of Pharmacy And Pharmacology*, 72-198.
- Jorgensen, J, H, & Turnidge, J, & D. (2015). Susceptibility test methods: Dilution and disk diffusion methods. In J. H. Jorgensen, M. A. Pfaller, K. C. Carroll, G. Funke, M. L. Landry, S. S. Richter, & D. W. Warnock (Eds.),. *Manual of Clinical Microbiology*, 253–1273.
- K, T., & al. (1989). Malonated anthocyanins in Malvaceae. *Malonylmalvin from Malva sylvestris*.*phytochemistry*, 499–500.
- Kaczurkin, A. N. (2020,). Advances in mapping the startle eye-blink response onto neural circuits. *Biological Psychiatry*,.
- Kahn, S., & al. (2016). Extraction phytochimique et stabilité des nutraceutiques. *Journal of Nutraceuticals*.
- KarawyaMS, & al. (1971). Investigation of the carbohydrate contents of certain mucilaginous plants. *Planta Med*, 14–23.

- KarawyaMS, U., & al. (1971). Investigation of the carbohydrate contents of certain mucilaginous plants. *Planta Med*, 14–23.
- Karima, O. A., & Meddah, B. (2018). Phytochemical Study and Antioxidant Activity of Some Anti-Diabetic Plants in the Wilaya of Mascara. *Journal of Antimicrobial Agents*, 2-5.
- KatapodisP, & al. (2002). Production of acidic xylo-oligosaccharides by a family 10 endoxylanase from *Thermoascus aurantiacus* and use as plant growth regulators. *Biotech Lett*, 413–1416.
- Khalid, S., Khalid, S., Ahmad, M., Zafar, M., Sultana, S., Khan, M. A., & Sheeraz, M. (2011). Pharmacognostic studies and antioxidant activity of *Malva sylvestris* L. from Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(12), 2485–2488.
- Knapik, J. e. (2016).
- Kulakivska, A., & Roksolana:Konechna. (2023). *Malva sylvestris* L revue analytique de la distribution, de la composition chimique, de l'activité biologique et des applications médicales. *Phytothérapie*, 146-155.
- LAM, Barros; al. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: a comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food Chem Toxicol*, 1466–1472.
- LAM, Barros; al. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: a comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food Chem Toxicol*, 466–1472.
- Landi, M., Ceccanti, .. C., Guidi, .. L., Pardossi, .., & .Incrocci, .. (2022). Seasonal Fluctuations of Crop Yield, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity in Fresh or Cooked Borage (*Borago officinalis* L.), Mallow (*Malva sylvestris* L.) and Buck's-Horn Plantain (*Plantago coronopus* L.) Leaves.
- Lépine, P.-B. (2008). Forme galinique liquide . *Pharmacie galinique: formes pharmaceutiques et études de cas* , 155-180. Récupéré sur Paris: <https://www.sirops.fr/histoire>
- Lim, T, & K. (2014). Edible medicinal and non-medicinal plants. *Springer*, 409-421.
- Lim, T. K. (2014). Edible medicinal and non-medicinal plants. *Springer*, 409-421.
- Lisa, L. (2017). *les plantes médicinales pyrénéennes et leurs utilisations thérapeutiques dans les pathologies bénignes*. Diplôme D'état de Docteur en pharmacie, France: Université de Bordeaux.
- 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.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 118–126.
- Mahboubi, & al., P. e. (2020 , 2023).

- Mali, P., & et al. (2019). Formulation and Evaluation of Herbal Syrup. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 8(6), 1063-1072.
- malin. (s.d.). *jardiner*. Récupéré sur sante/malva-sylvestris-mauve: <https://www.jardiner-malin.fr/sante/malva-sylvestris-mauve>.
- Manganelli, G. e. (2001). cités dans Phytochemical profiling, pharmacological activities, and safety of *Malva sylvestris*: A review. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 396,, 421–440.
- Mariotto, A. E. (2016).). "Protective effects of *Malva sylvestris* on inflammation and oxidative stress in LPS-induced acute lung injury. *Journal of Ethnopharmacology*, 566-575.
- Mariotto, S. e. (2016).
- Marouane , W., Soussi A, Murat , J., ...-C., Bezzine S, & a. (2011). The protective effect of *Malva sylvestris* on rat kidney damaged by vanadium, *Lipids in Health and Disease*. , <https://doi.org/10.1186/1476-511x-10-65>, 2-s2.0-79955007127.
- Marouane, W. S. (2011). The protective effect of *Malva sylvestris* on rat kidney damaged by vanadium. *Lipids in Health and Disease*, 10-65.
- Marouane, W. Soussi, A., Murat, J.C., Bezzine, & S.E. (2011). The protective effect of *Malva sylvestris* on rat kidney damaged by vanadium. *Lipids in Health and Disease*.
- mayer, Maria, Vogl, christian, R., Amorena, M., Hamburger, M., & Walkenhorst, M. (2014). Treatment of Organic Livestock with Medicinal Plants:A Systematic Review of European Ethnoveterinary. 375-386.
- Mazraedoost, ..., & Behbudi.G. (2021). Nano materials-based devices by photodynamic. *Advances in Applied NanoBio-Technologies*,vol .2,no.3, 9-21.
- Mazraedoost, s., & Behbudi, G. (2021). Basic nano magnetic particles and essential oils : biological applications. *Journal of Environmental Treatment Techniques* , vol.9 , no,3, 609-620.
- Medica, M. (s.d.). Ouvrage de référence en pharmacologie de le Renaissance , mentionnant les propriétés adoucissantes de la mauve .
- Medicines., W. G. (s.d.).
- Menale, B., & MUOIO, R. (2014). Use of medicinal plants in the South-Eastern area of the Partenio Regional Park (Campania, Southern Italy). *Journal of Ethnopharmacology vol 153 ,no.1, 297-307*.
- Ministere du commerce, & s.d. (s.d.). *Direction Générale du Commerce et de la Répression des Fraudes (DGCCRF)*. Récupéré sur <http://www.commerce.gov.dz>
- Ministère de la Santé, d. I. (Guidelines for vitamin and mineral food supplements. FAO/WHO). Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière (Algérie). (2021). Instruction relative à l'encadrement des compléments alimentaires. *Codex Alimentarius Commission*, 2005.

- Moghbeli, M. R. (2021). Journal of HerbMed Pharmacology, 10(4). *Phytochemical composition and biological activity of Malva sylvestris L.: A comprehensive review.*, 478-488.
- Mohamadi Yarijani, Z., & Godini, A. M. (2019). Amelioration of renal and hepatic function, oxidative stress, inflammation, and histopathologic damages by Malva sylvestris extract in gentamicin-induced renal toxicity. <https://chatgpt.com/c/68518166-7f04-800c-89e1-a67b3928119d#:~:text=Biomedicine%20%26%20Pharmacotherapy%2C%20112>, p. Article 108635.
- Moore & Stein. (1948).
- Mousavi , S, M, Hashemi, S. A., , Zarei , & al. (2020). Recent progress in chemical composition, production, and pharmaceutical effects of kombucha beverage: a complementary and alternative medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Mousavi, Seyyed Mojtaba, Seyyed Alireza Hashemi, Gity Behbudi, Sargol Mazraedoost, Navid Omidifar, . . . Nelson Pynadathu Rumjit. (2021). Review on Health Benefits of Malva sylvestris L. Nutritional Compounds for Metabolites, Antioxidants, and Anti-Inflammatory, Anticancéreux, and Antimicrobial Applications » (Médecine complémentaire et alternative fondée sur des preuves. 4.
- Moussavi, S.M., Hashemi, S, A, Behbudi, , . . . A., & Rumjit, N.P. (2021). A Review on Health Benefits of Malva sylvestris L. Nutritional Compounds for Metabolites, Antioxidants, and Anti-Inflammatory, Anticancer, and Antimicrobial Applications. . *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 1-13.
- Nasr, S. H. (2007).). Science and Civilization in Islam. Harvard University Press.
- National Institutes of Health, O. o. (s.d.).
- NawwarMAM; al. (1977). Twonewsulfated f flavonol glucosides from leaves of Malva sylvestris. *Phytochemistry*, 45–146.
- NawwarMAM; BuddrusJ. (1981). Agossypetin glucuronidesulfatefromtheleaves of Malva sylvestris. *Phytochemistry*, 2446–2448.
- NIST., S, & D. (s.d.). *NIST Chemistry WebBook*. Récupéré sur Linalool (C₁₀H₁₈O; CAS 78-70-6).
- Novákov, L., Solich, P., & Nešpůrek, S. (2006). Simultaneous determination of non-steroidal anti-inflammatory drugs in human plasma by ultra-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B*, 830(1), 11-18.
- Nozohour, Y. &. (2021). Antibacterial Activities of Ethanolic Extract of Malva sylvestris L. Against Salmonella enterica and Escherichia coli Isolated from Diarrheic Lambs. *Iranian Journal of Medical Microbiology*, 15(1),, 121–129. .
- Oliveira, H. S. (2021). Effect of Artemisia absinthium and Malva sylvestris on Antioxidant Parameters and Abomasal Histopathology in Lambs Experimentally Infected with Haemonchus contortus. *Animals*, 10(2), , 219.
- Organisation Mondiale de la Santé. (2013). *WHO Traditional Medicine Strategy*, 2014–202.

- Organization., W. H. (2007). *WHO guidelines on good manufacturing practices (GMP) for herbal medicines*. Geneva: World Health Organization. Récupéré sur <https://www.who.int/publications/i/item/9241547161>
- parada, Carrio, E., & Vall, J. (2011). Ethnobotany of food plants in the Alt emporda region (catalonia iberian peninsula). *journal of applied botany and food quality vol 84,no.1*, 11-25.
- Pavia, D, L, L, Lampman, G, . . . R. (2015). *Introduction to Organic Laboratory Techniques*. 5th ed. Cengage Learning.
- Petkova, N, Popova, A, & Alexieva, & I. (2019). Antioxidant properties and some phytochemical components of the edible medicinal *Malva sylvestris* L. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 96-99.
- Petrova, A. V. (2016). Traditional uses and pharmacological potential of *Malva sylvestris* L. and related species—A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(40),, 755–765.
- Pirbalouti.AG, & Azizi.A .G, K. H. (2010). Wound healing activity of *Malva sylvestris* and *Punica granatum* in alloxan-. *induced diabetic rats.*, 511-516.
- Pitt, I, I, & Hocking, A, & D. (2009). *Fungi and Food Spoilage (3rd ed.)*. New York: Springer.: New York: Springer.
- Pourrat, H, & al. (1990). Identification and assay of anthocyanin pigments in *Malva sylvestris* L. 3–96, 93–96.
- Prior, R., Wu, X., & Francis, D. M. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. *Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements.*, 4290–4302.
- Prudente, & Esmaeili at al. (2013 , 2006).
- Radulović, .. S., Stojanović, N. M., & Palić, R. M. (2014). Chemical composition and biological activity of essential oils from *Malva sylvestris* L. *Journal of Essential Oil Research*, 26(2), 103-110.
- Radulović, N. S. (2014).
- Radulović, N. S., M., S. N., & Palić, R. M. (2014). Chemical composition and biological activity of essential oils from *Malva sylvestris* L. *Journal of Essential Oil Research*, 26(2), 103-110.
- Razavi, s. ..., & Zarini, G. (2010). ioactivity of aviprin and aviprin-3 "-O-glucoside, two linear furanocoumarins from Apiaceae," Russian. *Journal of Bioorganic Chemistry*, vol. 36, no. 3, pp. 359–362,.
- Razavi, S. M., & Zarrini, G. (2014). *Malva sylvestris*. In T. K. Lim (Ed.), *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 8, Flowers* . *Springer Science+Business Media Dordrecht.*, 395-410.

- Razavi, S. Z., & G., G. (2011). Bioactivity of *Malva sylvestris* L., a medicinal plant from Iran. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 14(6), 574–579.
- Redžić, S.N., Hodžić, & Tuka, M. (2005). Pigments végétaux (antioxydants) des plantes médicinales *Malva sylvestris* L. et *Malva moschata* L. (Malvaceae). *Revue bosniaque des sciences médicales fondamentales*, 53–58.
- Rivera, ..., & Obón, C. (2012). The ethnopharmacology of the Malvaceae. *Journal of Ethnopharmacology*, 1, 1-10.
- Rivera, D, Obón, C, nocencio, C., Heinrich M, & Fajardo J. (2005). The ethnobotanical study of local Mediterranean food plants as medicinal resources. *Journal of Physiology and Pharmacology*, ., 56(Suppl 1), 97–114.
- Rivera, D. &. (2012). The ethnopharmacology of the Malvaceae. *Journal of Ethnopharmacology*, 144(1), 1-10.
- Roberfroid, M. (2007). Prebiotics: The concept revisited. *Journal of Nutrition*, 137(3 suppl 2),, 830S–837S.
- S, & d. (s.d.). *PubChem Berberine (CID: 2353)*. National Center for Biotechnology Information. Consulté le juin 2025, sur <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2353>
- s, & d. (s.d.). *Scopoletin – 7-Hydroxy-6-methoxycoumarin (C₁₀H₈O₄)*. ChemSpider. Récupéré sur <https://www.chemspider.com/Chemical->
- Sabri, F., Z, Belarbi, M., Sabri, S., M, M, & S. (2012). Phytochemical Screening and identification of some compounds from Mallow. *J. Nat. Prod. Plant Resour* 2 (4), 512-516.
- Sabri, F, Z, Belkadi, A, & Bouziane, & A. (2012). Étude physico-chimique et évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles extraites des graines de *Malva sylvestris* L. récoltées dans la région de Tlemcen (Algérie). *Phytothérapie*, 228–234.
- Sadegh, M., Rosna, M. B., & Mino, M. (2016). Phytochemical constituents and radical scavenging properties of *Borago officinalis* and *Malva sylvestris*. *Industrial Crops and Products*, 673–681.
- Sarker, S. D. (2012). Natural medicine: The genus *Malva*. *Dans Natural Products Chemistry*, 543–568.
- Scalbert, A., Johnson, I. T., & Saltmarsh, M. (2005). Polyphenols: antioxidants and beyond. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
- Schulz, R. M. (2003).
- Selmi, H. R. (2022). Activités biologiques et potentiel nutritionnel de *Rubia Peregrina* et *Malva sylvestris* chez les ovins et les caprins. *Revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires*.
- Seyyed Mojtaba Mousavi, Seyyed Alireza Hashemi, Gity Behbudi, Sargol Mazraedoost, Navid Omidifar, Ahmad Gholami, . . . Nelson Pynadathu Rumjit. (2021). A Review on Health

- Benefits of *Malva sylvestris* L. Nutritional Compounds for Metabolites, Antioxidants, and Anti-Inflammatory, Anticancer, and Antimicrobial Applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Shadid, Khalid A., Ashok K. Shakya, Rajashri R. Naik, Nidal Jaradat, Husni S. Farah, . . . Oriquat. (2021). Teneur phénolique et activités antioxydantes et antimicrobiennes de *Malva sylvestris* L., *Malva oxyloba* Boiss., *Malva parviflora* L. et *Malva aegyptia* L. Leaves Extract.
- Si Ahmed, S., & Kheloul, M. (2023). ctivité antibactérienne et antibiofilm de l'extrait aqueux de feuilles de *Malva sylvestris* L.
- Sikorska, M, & al. (2004). 8-Hydroxyflavonoid glucuronides of *Malope trifida*. *Acta Physiol Plant*, 291–297.
- Skoog, D, A., West, D, M, . . . R. (2014). *Fundamentals of Analytical Chemistry. 9th ed. Brooks/Cole*.
- Sofowora. (1993).
- Sosa,S, C. ..., & Marrelli.M.F. (2008). In vivo anti-inflammatory and in vitro antioxidant activities of Mediterranean dietary plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1), 144–151.
- Stanimirovic, Z. e. (2019). Correlation Analysis of Heavy Metals Contents of *Malva sylvestris* L. plant and Its Extracts from Polluted and Non-polluted Locations in Niš, Republic of Serbia. *Water, Air, & Soil Pollution*, 230, 98.
- Stearn, W. T. (2004). Botanical Latin. *Timber Press*.
- Swartz, M. E. (2005). Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC): An introduction and perspective. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 28(7–8), 1253–1263.
- T.k.Lim. (2014). *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants volume 8 ,flowers* .
- Tabaraki , R., Yosefi Z, Ali H, & Gharneh A. . (2012). Chemical Composition and Antioxidant Properties of *Malva sylvestris* L. *Journal of Research in Agricultural Science*, 59-68.
- Tabaraki, R, Yousfi, F, & Gharneh, H, & A. (2012). Chemical composition and antioxidant properties of *Malva sylvestris* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 1539–1543.
- Tomoda , M., & al. (1989). Plant mucilages 42. An anti-complementary mucilage from the leaves of *Malva sylvestris* var *mauritiana*. *Chem Pharm Bull*, 3029–3032.
- Tomoda, ..., Gonda, .. R., & Shimizu, .. (1998). Plant Mucilages. XLII.Une mucilage anti-complémentaire provenant des feuilles de *Malva sylvestris* var. *mauritiana*. *Chem. Pharm. Bull.*, 3029-3032.
- Tosi, B, & al. (1995). Presence of scopoletin in *Malva sylvestris*. *Int J Pharmacog 1995*; 33, 353–355.

- Toxicol, B. L. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: a comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food Chem Toxicol* , 1466–1472.
- Trease & Evans. (2002).
- Trease & Evans. (2002).
- Trease, E. G., & Evans, W. (2009). *Trease and Evans Pharmacognosy*. saunders Elsevier: 16h ed.
- Troesch, B. H. (2012). Dietary surveys indicate vitamin intakes below recommendations are common in the European Union. *British Journal of Nutrition*, 108(4), 692–698.
- Ullmann, M. (1978). *Islamic Medicine*. Harvard University Press.
- Usami, A, Tanaka, T, Matsuo, Y, . . . I. (2013). Volatile compounds from the flowers of *Malva sylvestris* L. and their antimicrobial activity. *Natural Product Communications*, 193-196.
- Veshkurova, O, Golubenko Z, Pshenichnov E, Arzanova I, & Uzbeko. (2006). Malvone A, A phytoalexin found in *Malva sylvestris* (family Malvaceae). *Phytochemistry*. *Phytochemistry*, 2376–2379.
- Vilkhu, K. L., & Bates, D. (2008). review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 161-169.
- villani, v., Di Marco, g., Lacovelli, F., Pietrucci , D., Canini, A., & Gismondi , A. (s.d.). Profile and potential bioactivity of the miRNome and metabolome expressed in *Malva sylvestris* L. Leaf and flowers.
- Walter, C., , Shinwari Z. K., , Afzal I, ., Malik , R, & N. (2011). Antibacterial activity in herbal products used in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 155–162.
- (2014–2023.). *WHO traditional medicine strategy*. Organisation mondiale de la Santé.
- WHO, W. H. (2013). WHO Traditional Medicine Strategy:. Geneva: World Health Organization.2014–2023.
- WHO., O. m.–O. (s.d.). WHO., *Organisation mondiale de la Santé (OMS)*. (s.d.). *Nutrition and food safety – Overview*. Récupéré sur <https://www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety/overview>
- Wink, M., Schmeller, T, & Latz-Brüning, & B. (2016). Essential oil composition and biological activities of *Malva sylvestris* roots. *Pharmaceutical Biology*, 1632–1637.

ANNEXES

Annexe 1: matériels de laboratoire

Appareillages	Verreries et autres matériels	réactifs
Vortex Agitateur magnétique Bain à ultrasons Centrifugeuse Filtre à seringue stérile l'Ultra-Performance Liquid Chromatography Spectrophotomètre Agitateur Bain-marie Plaque chauffante Incubateur Balance Balance de précision (0.0001) Autoclave Broyeur électrique Hottes PH -mètres	Spatules Passoire Tubes à essai Seringues de 1ml et 2.5ml Micropipette papier Wattman bécher Boîtes de pétries Micropipette de Disques de papier stériles (6 mm de diamètre) Écouvillons stériles Erlenmeyer Fiole jaugée Cristallisoir Pipettes pasteur	Eau distillé Eau purifiée Ethanol Méthanol Folin-Ciocalteu Acide gallique carbonate de sodium à Acide chlorhydrique Chlorure de fer(III) NaOH Sulfate de cuivre (CuSO ₄) Dragendorff Ninhydrine thorium Acide ascorbique DPPH (2,2-diphényl-1- picrylhydrazyle) Acide citrique Arôme naturel Colorant naturel Glycérine

Annexe 1 : Préparation de l'extrait par ultrason .



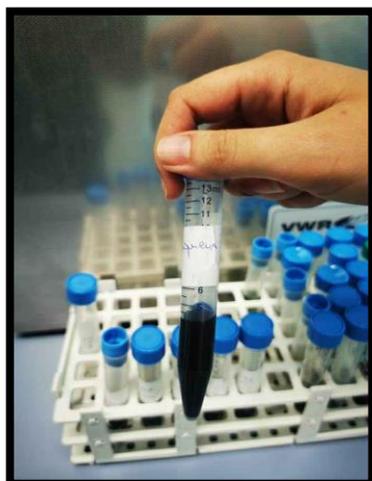
Annexe 2: Extraction par macération



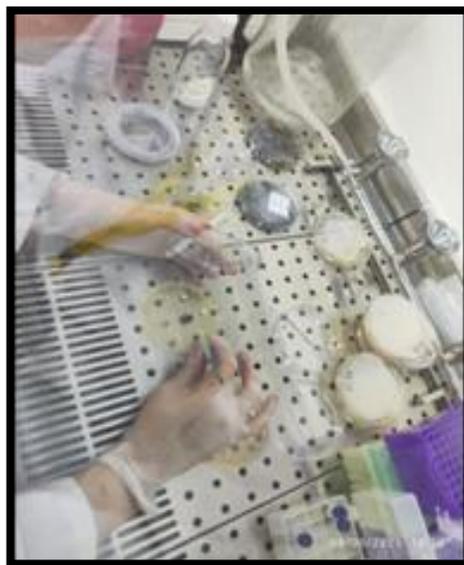
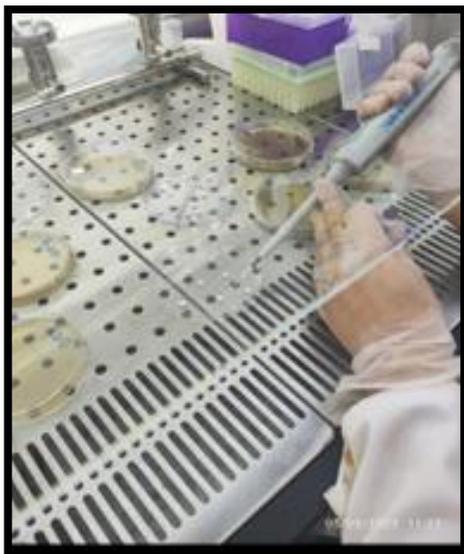
Annexe 3 : UPLC

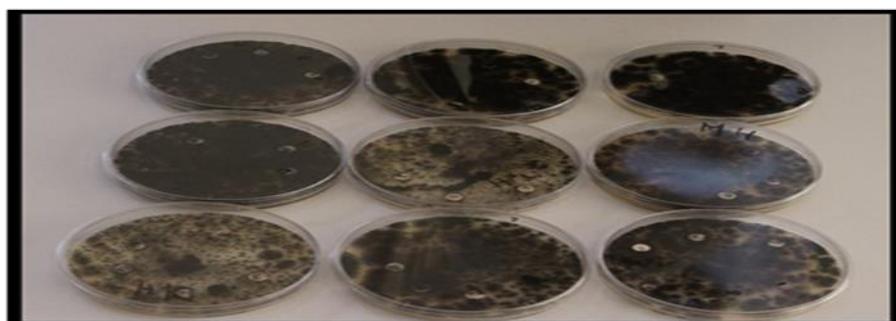


Annexe : 4 : Dosage des polyphénols

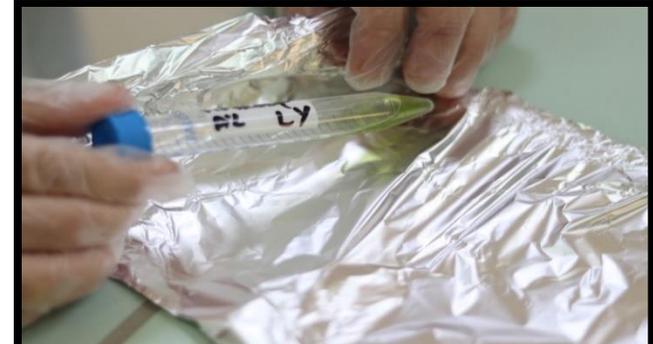
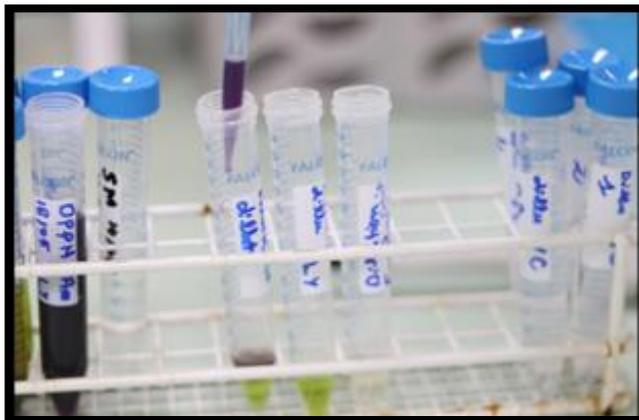
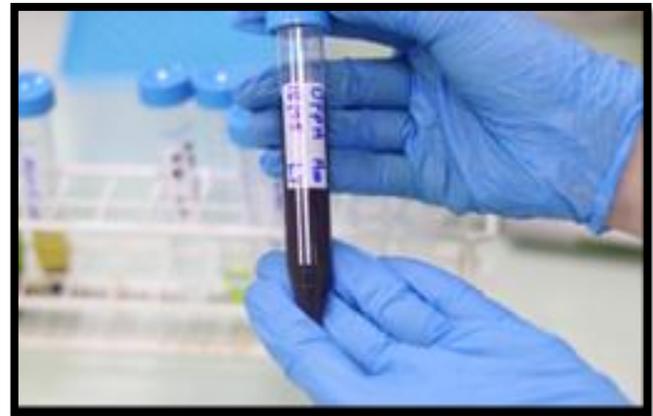
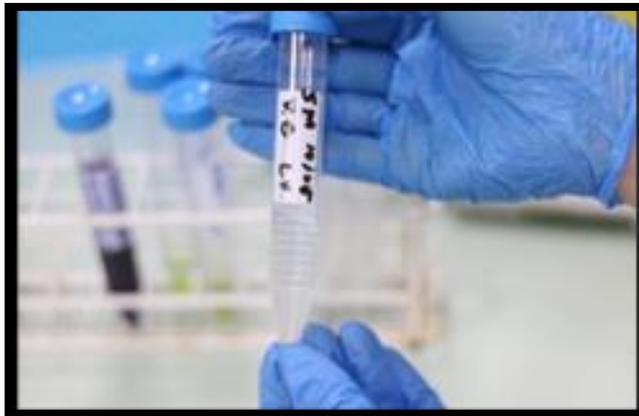
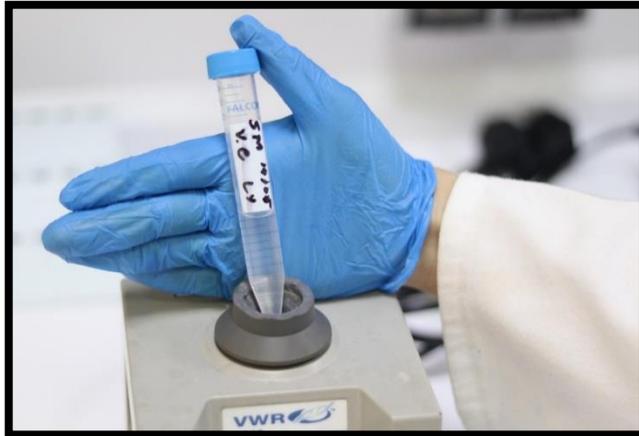


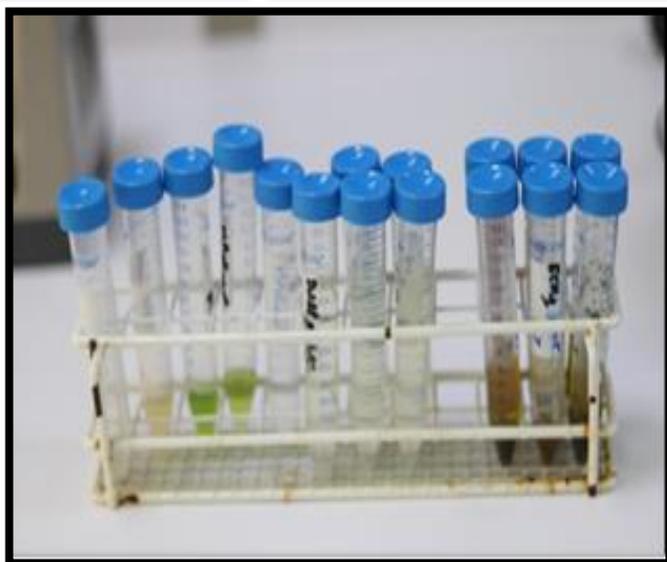
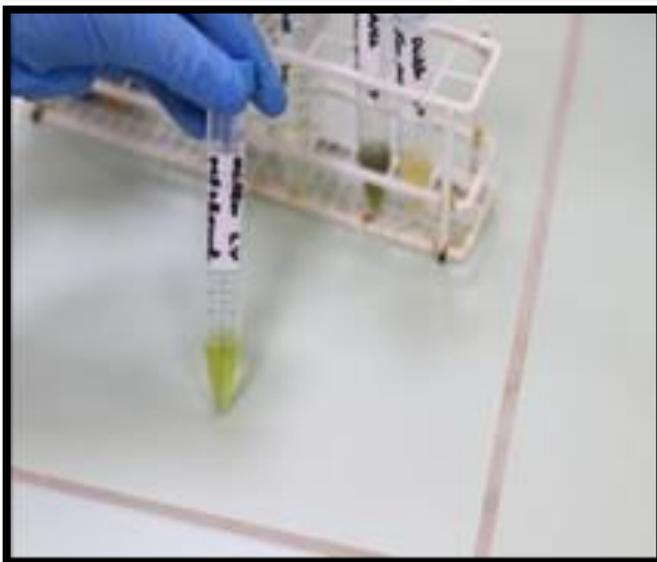
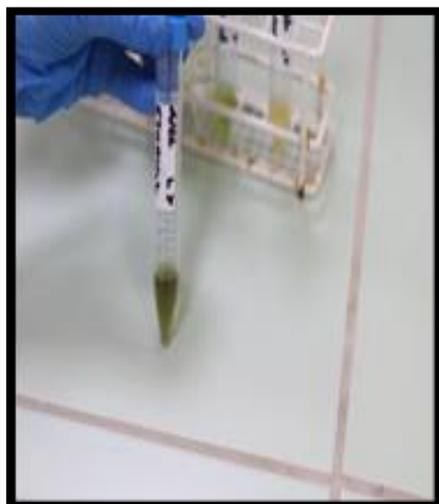
Annexe 4: Activité anti microbienne



Annexe 5 : Résultats de l'activité anti microbienne.**1. *Escherichia coli* :****2. *Staphylococcus aureus******Aspergillus brasiliensis* :**

Annexe 6: Activité Anti-oxydante.





Annexe 7 : Mesure du pH.



Annexe 7 : Notice d'utilisation du Sirop à base de *Malva Sylvestris L.* :

Nom commercial suggéré : PulmoMalva

Indications : Ce complément alimentaire est formulé à base d'un extrait naturel de *Malva Sylvestris L.*, plante traditionnellement utilisée pour ses propriétés :

- Adoucissantes des voies respiratoires,
- Calmantes en cas de toux sèche ou irritative,
- antioxydantes et protectrices des muqueuses.

Il peut être utilisé en prévention ou en soutien lors de gênes respiratoires légères (irritations de la gorge, toux passagère)

Composition pour 5 ml :

- Extrait de *Malva sylvestris L.* (fleurs/feuilles) : 0,5 à 1 g équivalent plante fraîche
- Saccharose : env. 3,5 g
- Acide citrique
- Glycérine
- Arôme (citron)
- Colorant
- Eau purifiée

Sans alcool – Sans conservateur chimique

Mode d'emploi :

- Adultes : 1 cuillère à soupe (\approx 10 mL), 2 à 3 fois par jour
- Enfants de +6 ans : 1 cuillère à café (\approx 5 mL), 2 fois par jour

À prendre de préférence entre les repas, pur ou dilué dans un verre d'eau tiède. Agiter avant emploi

Précautions d'emploi :

- Ne pas dépasser la dose journalière recommandée.
- Déconseillé aux enfants de moins de 6 ans sans avis médical.
- En cas de grossesse, d'allaitement ou de traitement médical, demander conseil à un professionnel de santé.
- Les compléments alimentaires ne se substituent pas à une alimentation variée, équilibrée et à un mode de vie sain.

Conservation :

- Conserver à l'abri de la lumière, dans un endroit sec et frais (15–25 °C).
- Après ouverture, à consommer de préférence dans les 30 jours.
- Tenir hors de portée des enfants.

Présentation :

Flacon de 125 mL / 250 mL en verre ambré avec bouchon doseur.



République Algérienne Démocratique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère De L'enseignement Supérieure Et De La Recherche

جامعة سعد دحلب البليدة 1

Université Saad Dahleb Blida- 1 -

Faculté : Sciences De La Nature De La Vie

Département : Biotechnologie Et Agroécologie

Option : Biotechnologie Et Valorisation Des Plantes

Mémoire De Fin D'étude En Vue D'obtenir Un Diplôme De Master Académique

**Thème : Evaluation des activités biologiques de la plante
Malva sylvestris L. en vue de la formulation d'un
complément alimentaire**

Présenté Par :

Mlle Benhamiche Louisa

Mlle Terki Yasmine

Encadreur :

Dr Bisker Chawki

Soutenu publiquement le : 09/07/2025

Membre du jurys	Grade	
Dr Ayachi N.	MCA	Présidente
Dr Merzougui H.	MAA	Examinatrice
Dr Bisker C.	Expert	Dr. Encadreur
Dr Semmar I.	MAA	Co-encadreur
Mr Fatit S.	Expert	Invité

Dr. Encadreur
Co-encadreur
Invité
Hydrologie
Matologie

DR. MERZOUGUI

{ Année Universitaire : 2024/ 2025 }