

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. M. OULHADJ - Bouira
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés
Laboratoire de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté par

RAMDANI LEILA
ZAOUANI SARRA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie de l'environnement

**Evaluation des activités biologiques des extraits
des plantes médicinales locales : *Inula viscosa L*
et *Carthamus caeruleus L***

A présenter le 06 /07/ 2022

Devant le jury composé de :

Mr BOUCELKHA A.	MCB	UAMO, Bouira	Président
Mme GHEBRID N.	MCB	UAMO, Bouira	Examinatrice
Mr AOUDJIT F.	MCB	UAMO, Bouira	Examinateur
Mme HADIOUCHE D.	MCO	UAMO, Bouira	Encadrant



Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu, le tout Puissant de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, également nous remercions infiniment nos parents, qui nous ont encouragés et aidés pour arriver à ce stade de notre formation.

*À notre promotrice **Madame HADIOUCHE D**, vous nous avez fait le grand honneur de nous confier ce travail et d'accepter de le diriger. Ceci est le fruit de vos efforts. Vos encouragements inlassables, votre amabilité, votre disponibilité et votre gentillesse méritent toute admiration.*

Nous saisissons cette occasion pour vous exprimer notre profonde gratitude tout en vous témoignant notre respect.

Au monsieur BOUCELKHA A, président du jury

Nous vous remercions d'avoir accepté de présider ce jury et d'apporter votre regard critique à ce travail. Par ce message, nous vous adressons notre profond respect.

Au monsieur AOUDJIT F, à madame GHEBRID N, examinateurs

Pour votre expérience et conseils précieux dont nous avons pu bénéficier, nous sommes ravies que vous ayez accepté d'intégrer ce jury. Nous vous adressons nos chaleureux remerciements. Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.



Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches.

*Nos plus sincères remerciements s'adressent à tous les membres de notre Laboratoire de Génie des Procédés de l'Université Bouira : **Mme Bouras F, Mme Khellal I, Mme Si Larbi K, et Mme Marzouk D et Mme Midat N** pour leurs présences et leurs aides au quotidien.*

*Nous tenons à remercier également **Mme Taibi H** pour ses efforts, sur son service et sa disponibilité durant toutes ces années scolaires.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Ms Hannachi** qui a été toujours disponibles et d'une aide efficace.*

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.





DÉDICACE

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*À l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **ALI**.*

*À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **FAROUDJA**.*

*À mes frères : **FERHAT** et sa femme **CHAHRA, TOUFIK** qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études. Mes nièces **TAQWA ET TASNEEM**, mon neveu **LOKMANE**.*

*À mes grands – mères **AICHA, TASSADIT, BAKHI (PAIX A SON AME)**, mes oncles surtout **DADA HAMID**, son fils **KHALED** et sa femme **AICHA** et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie. A tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant. Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*Sans oublier mon binôme **LEILA RAMDANI** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Sarra ☺





DÉDICACE

Je dédie ce mémoire :

Aux êtres les plus chers : Mes parents,

À mon père,

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils.

J'espère que ce mémoire sera à la hauteur de tes attentes et qu'elle soit l'accomplissement de tous tes efforts.

À ma mère,

La femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse,

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.

Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous

MES CHERS PARENTS que je le dois, que Dieu vous garde.

À mes chers sœurs et frères,

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès.

Que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

*À mon binôme **Sarra Zaouani** qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail et pour les années d'étude passées ensemble à rire ,se stresser , et dédicace à son famille.*

À ma grande famille, mes amis et collègues et tous ceux et toutes celles que j'ai involontairement omis de citer et qui n'en demeurent pas moins chers.

Leila 😊



SOMMAIRE

Remercîment

Dédicace

Liste d'abréviation

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Les plantes médicinales

<i>I. Généralités sur les plantes médicinales</i>	4
<i>I.1. Historique</i>	4
<i>I.2. Les plantes médicinales en Algérie</i>	4
<i>I.3. Définition</i>	5
<i>I.4. Composition chimique des plantes médicinale</i>	6
<i>I.4.1. Les huiles essentielles</i>	7
<i>I.4.2. La composés organiques non volatiles</i>	7
<i>a. Les composés phénoliques</i>	7
<i>b. Les flavonoïdes</i>	7
<i>c. Les hétérosides cardiotoniques</i>	7
<i>d. Les saponosides</i>	7
<i>e. Les alcaloïdes</i>	7
<i>f. Les tanins</i>	7
<i>g. Les stéroïdes</i>	7
<i>I. 5. Activités biologiques des plantes médicinales</i>	8
<i>I. 5.1. Activité anti-oxydante</i>	8
<i>I. 5.1.1. Définition des radicaux libres</i>	8
<i>I. 5.1.2. Radicaux libres actifs (radicaux non stables)</i>	9
<i>I. 5.1.3. Radicaux libres stables</i>	9
<i>I. 5.2. Cinétique des radicaux libres</i>	9
<i>I. 5.3. Réactions auto oxydantes</i>	9
<i>II. Étude des plantes</i>	10
<i>II.1. " Inula viscosa L "</i>	10
<i>II.1.2. Description botanique de la famille des composés</i>	10
<i>II.1.3. Le genre et les types" d' Inula viscosa L "</i>	10

II.1.4. Répartition géographique.....	11
II.1.5. Usages traditionnels.....	11
II.1.6. Présentation de la plantes « <i>Inula viscosa L</i> ».....	11
II.1.7. Étymologie.....	12
II.1.8. Description botanique de la plantes.....	12
II.1.9. Description géographique de la plante.....	13
II.1.10. Utilisation traditionnelles de la plante.....	13
II.2. " <i>Carthamus caeruleus L</i> ".....	14
II.2.1. Présentation de la plante.....	14
II.2.2. Etymologie.....	14
II.2.3. Description botanique de la plante.....	14
II.2.4. Distribution géographique.....	15
II.2.5. Utilisation traditionnelles.....	15

Chapitre II : Les huiles essentielles

II.1. Définition.....	17
II.2. Localisation et le stockage des huiles essentielles dans la plante.....	17
II.3. Rôle des huiles essentielles.....	19
II.4. Critères des huiles essentielles.....	19
II.5. Toxicité des huiles essentielles.....	20
II.6. Conservation des huiles essentielles.....	20
II.7. Propriétés biologique et physico-chimiques des huiles essentielles.....	21
II.7.1. Propriétés biologique.....	21
II.7.2. Propriétés physico-chimiques.....	23
II.8. Utilisation des huiles essentielles.....	24
II.8.1. En parfumerie et cosmétologie.....	24
II.8.2. En industrie alimentaire.....	24
II.8.3. En thérapeutique.....	25
II.8.4. En dentisterie.....	25
II.9. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	25
II.9.1. Hydro-distillation.....	26
II.9.2. Alambic.....	27
II.9.3. Entraînement à la vapeur d'eau.....	28
II.9.4. Turbo hydro-distillation.....	28
II.9.5. Expression.....	29

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1. But de travail	30
III.2. Matériels.....	31
III.2.1. Matériels technique.....	31
III.2.1.1. Matériels biologique	31
III.3. Méthodes.....	31
III.3.1. La récolte de la matière végétale	31
III.4. Traitement de l'échantillon.....	33
III.4.1. Nettoyage et séchage.....	33
III.4.2. Conservation de la plante	34
III.5. Techniques d'extraction de l'huile essentielle	34
III.5.1. Hydro-distillation.....	34
III.5.2. Entraînement de la vapeur	35
III.6. Relargage de l'huile essentielle.....	35
III.7. Décantation de l'huile essentielle	35
III.8. Conservation de l'huile essentielle	36
III.9. Analyses physico-chimiques de l'huile essentielle	36
III.9.1. Analyses physiques.....	36
III.9.1.1. Rendement.....	36
III.9.1.2. Taux d'humidité.....	37
III.9.1.3. La perte à la dessiccation	37
III.9.1.4. Indice de gonflement	37
III.9.1.5. Dosage des cendres totales	38
III.9.1.6. Indice de réfraction (IR)	39
III.9.1.7. Densité	39
III.9.1.8. Mesure de pH.....	40
III.9.2. Analyses chimiques	40
III.9.2.1. Indice d'acide (IA).....	40
III.9.2.2. Indice d'ester (IE).....	41
III.9.2.3. Indice de saponification (IS).....	42
III.9.2.4. Indice d'iode (II)	42
III.10. Étude phyto-chimique des plantes (screening chimique)	43
III.11. Analyses biologiques	45
III.11.1. Activité antioxydante.....	45
III.11.2. Activité antibactérienne	46
III.11.3. Activité cicatrisante	47

<i>a) Formulation de pommade fraiche</i>	48
<i>b) Formulation de pommade cuite</i>	48
<i>c) Conservation des pommades cuites</i>	48

Chapitre IV : Résultats et Discussion

<i>IV.1. Analyses physico-chimiques de l'huile essentielle.....</i>	50
<i>IV.1.1. Analyses physiques.....</i>	50
<i>IV.1.1.1. Rendement</i>	50
<i>IV.1.1.2. Taux d'humidité.....</i>	51
<i>IV.1.1.3. La perte à la dessiccation</i>	52
<i>IV.1.1.4. Indice de gonflement</i>	52
<i>IV.1.1.5. Dosage des cendres totales</i>	53
<i>IV.1.1.6. Indice de réfraction (IR).....</i>	54
<i>IV.1.1.7. Densité.....</i>	55
<i>IV.1.1. 8. Mesure de pH.....</i>	55
<i>IV.1.2. Analyses chimiques</i>	56
<i>IV.1.2.1. Indice d'acide (IA).....</i>	56
<i>IV.1.2.2. Indice d'ester (IE)</i>	57
<i>IV.1.2.3. Indice de saponification (IS).....</i>	57
<i>IV.1.2.4. Indice d'iode (II).....</i>	58
<i>IV.2. Le phyto-chimique des plantes (screening chimique).....</i>	58
<i>IV.3. Analyses biologiques.....</i>	60
<i>IV.3.1. Activité antioxydante.....</i>	60
<i>IV.3.2. Activité antibactérienne</i>	63
<i>IV.3.3. Activité cicatrisante.....</i>	67
<i>IV.3.1.1. Analyse macroscopique.....</i>	67
<i>Conclusion générale.....</i>	70
<i>Références bibliographiques</i>	
<i>Annexes</i>	
<i>Résumé</i>	

LISTE D'ABRÉVIATION

- **A.F.N.O.R** *Association française de Normalisation Norme Française*
- **OMS** *Organisation Mondiale de la Santé*
- **°C** *dégréé Celsius*
- **DR** *densité relative*
- **µg** *Microgramme*
- **h** *heure*
- **He** *Huile essentielle*
- **TH** *Taux d'humidité*
- **mg/ml** *Milligramme par millilitre*
- **RHE** *Rendement en huile essentielle*
- **CT** *Cendres totales*
- **IR** *Indice de réfraction*
- **IA** *Indice d'acide*
- **IE** *Indice d'ester*
- **II** *Indice d'iode*
- **IS** *Indice de saponification*
- **IR** *Indice de réfraction*
- **Kg** *Kilogramme*
- **µl** *microlitre*
- **M** *mol/l*
- **M-H** *Mueller Hinton*
- **M_s** *quantité de la matière végétale sèche*
- **M₀** *masse de l'échantillon avant étuvage*
- **M₁** *masse de l'échantillon après étuvage*
- **P** *Pression*
- **pH** *Potentiel d'Hydrogène*
- **DPPH** *2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl*
- **AA** *Activité Antioxydante*
- **ABS** *Absorbance*

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
Chapitre I		
Figure I.1	<i>Les feuilles et les fleurs de la plante « Inula viscosa L ».</i>	12
Figure I.2	<i>Les feuilles et les fleurs de la plante « Carthamus caeruleus L».</i>	14
Chapitre II		
Figure II.1	<i>Exemples d'huiles essentielles issues de différentes parties des plantes</i>	18
Figure II.2	<i>Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles.</i>	18
Figure II.3	<i>Modes d'extraction des huiles essentielles.</i>	26
Figure II.4	<i>Montage d'hydro-distillation (type de Clevenger).</i>	27
Figure II.5	<i>Procédé d'extraction des HEs par entraînement à la vapeur d'eau.</i>	28
Figure II.6	<i>Extraction par turbo hydro-distillation.</i>	29
Chapitre III		
Figure III.1	<i>Schémas de plan de travail.</i>	30
Figure III.2	<i>Carte de localisation des stations de récoltes.</i>	32
Figure III.3	<i>Les photos de la disposition de la plante pour le séchage des feuilles et des racines d' Inula viscosa L et du Carthamus caeruleus L.</i>	34
Figure III.4	<i>Montage d'Hydro-distillation (Clevenger).</i>	35
Figure III.5	<i>La décantation.</i>	36
Figure III.6	<i>Les huiles essentielles.</i>	36
Figure III.7	<i>Le dessiccateur.</i>	37
Figure III.8	<i>Indice de gonflement.</i>	38
Figure III.9	<i>Le réfractomètre.</i>	39
Figure III.10	<i>Le densimètre.</i>	40
Figure III.11	<i>Le pH-mètre.</i>	40
Figure III.12	<i>Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).</i>	45
Figure III.13	<i>Préparation de l'inoculum bactérien.</i>	47
Figure III.14	<i>La pommade fraîche de Carthamus caeruleus L</i>	48
Figure III.15	<i>Temps de conservation de la pommade cuite dans le frigo.</i>	49

Figure III.16	<i>Temps de conservation de la pommade cuite à labri de lumière.</i>	49
----------------------	--	-----------

Chapitre IV

Figure IV.1	<i>Rendement des huiles essentielles.</i>	50
Figure IV.2	<i>Taux d'humidité des deux plantes.</i>	51
Figure IV.3	<i>La perte à la dessiccation.</i>	52
Figure IV.4	<i>L'indice de gonflement.</i>	53
Figure IV.5	<i>Les cendres totales.</i>	53
Figure IV.6	<i>L'indice de réfraction.</i>	54
Figure IV.7	<i>La densité.</i>	55
Figure IV.8	<i>Le pH.</i>	56
Figure IV.9	<i>L'indice d'acide.</i>	56
Figure IV.10	<i>L'indice d'ester.</i>	57
Figure IV.11	<i>L'indice d'iode.</i>	58
Figure IV.12	<i>Les pourcentages de DPPH (Inhibition) en fonction de la concentration de 100µl.</i>	62
Figure IV.13	<i>Les pourcentages de DPPH (Inhibition) en fonction de la concentration de 50µl.</i>	62
Figure IV.14	<i>Les pourcentages de DPPH (Inhibition) en fonction de la concentration de 25µl.</i>	63
Figure IV.15	<i>L'effet bactéricide sur la souche bactérienne Bacillus cereus.</i>	64
Figure IV.16	<i>Les résultats de la zone d'inhibition pour Bacillus cereus.</i>	65
Figure IV.17	<i>L'effet bactéricide sur la souche bactérienne Enterococcus faecalis.</i>	65
Figure IV.18	<i>Les résultats de la zone d'inhibition pour Enterococcus faecalis.</i>	65
Figure IV.19	<i>L'effet bactéricide sur la souche bactérienne Pseudomonas aeruginosa.</i>	66
Figure IV.20	<i>Les résultats de la zone d'inhibition pour Pseudomonas aeruginosa.</i>	66
Figure IV.21	<i>Crème triture sur le pouce et l'index.</i>	68
Figure IV.22	<i>L'effet de la crème de Carthamus caeruleus L sur les brûlures.</i>	69

LISTE DES TABLEAUX

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<i>Chapitre I</i>		
<i>Tableau I. 1</i>	<i>Quelques plantes médicinales d'Algérie et leurs utilisations.</i>	<i>05</i>
<i>Chapitre III</i>		
<i>Tableau III. 1</i>	<i>Caractéristiques des conditions de récoltes.</i>	<i>32</i>
<i>Tableau III. 2</i>	<i>Protocole de l'activité antioxydante des extraits.</i>	<i>46</i>
<i>Chapitre IV</i>		
<i>Tableau IV. 1</i>	<i>Résultats de rendement.</i>	<i>50</i>
<i>Tableau IV. 2</i>	<i>Résultats de taux d'humidité des deux plantes.</i>	<i>51</i>
<i>Tableau IV. 3</i>	<i>Résultats de la perte à la dessiccation des deux plantes.</i>	<i>52</i>
<i>Tableau IV. 4</i>	<i>Résultats de l'indice de gonflement des deux plantes.</i>	<i>52</i>
<i>Tableau IV. 5</i>	<i>Résultats des cendres totales des deux plantes.</i>	<i>53</i>
<i>Tableau IV. 6</i>	<i>Résultats de l'indice de réfraction des deux plantes.</i>	<i>54</i>
<i>Tableau IV. 7</i>	<i>Résultats de la densité des deux plantes.</i>	<i>55</i>
<i>Tableau IV. 8</i>	<i>Résultats de pH des deux plantes.</i>	<i>55</i>
<i>Tableau IV. 9</i>	<i>Résultats de l'indice d'acide des deux plantes.</i>	<i>56</i>
<i>Tableau IV. 10</i>	<i>Résultats de l'indice d'ester des deux plantes.</i>	<i>57</i>
<i>Tableau IV. 11</i>	<i>Résultats de l'indice d'iode des deux plantes.</i>	<i>58</i>
<i>Tableau IV. 12</i>	<i>Résultats de différentes caractéristiques phytochimiques retrouvées dans les feuilles d' <i>Inula viscosa</i> L et <i>Carthamus caeruleus</i> L.</i>	<i>59</i>

Liste des tableaux

Tableau IV. 13	<i>Résultats de l'activité antioxydante pour 100µL de l'extrait méthanoïque de Carthamus caeruleus L.</i>	60
Tableau IV. 14	<i>Résultats de l'activité antioxydante pour 50µl de l'extrait méthanoïque de Carthamus caeruleus L.</i>	60
Tableau IV. 15	<i>Résultats de l'activité antioxydante pour 25µl de l'extrait méthanoïque de Carthamus caeruleus L.</i>	61
Tableau IV. 16	<i>Résultats de la concentration d'inhibition de 50% des radicaux libres.</i>	63
Tableau IV. 17	<i>Les diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes des différents extraits.</i>	64
Tableau IV. 18	<i>pH des deux crèmes de la plantes Carthamus caeruleus L.</i>	67
Tableau IV. 19	<i>Les couleurs des différentes crèmes réalisées.</i>	67
Tableau IV. 20	<i>L'odeur des deux crèmes réalisées.</i>	68
Tableau IV. 21	<i>La solubilité des deux crèmes produites.</i>	68
Tableau IV. 22	<i>Détermination de taux de conservation des crèmes.</i>	69

INTRODUCTION GÉNÉRALE



Introduction générale

Aujourd'hui comme autrefois, la médecine moderne demeure toujours liée aux plantes. Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans le monde. Leur utilisation est majoritairement issue de pratiques traditionnelles. Après une régression de l'usage des plantes médicinales marquée au cours du 20^{ème} siècle, Il existe depuis quelques décennies un regain d'intérêt pour les médecines dites « douces » ou « naturelles ». Cet engouement est souvent expliqué par plusieurs facteurs, notamment par (*KAUFMAN .P. B et al., 1999, CHABRIER. J-Y., 2010*) :

- la prise de conscience écologique,
- les carences de la médecine conventionnelle à résoudre certaines souffrances ressenties par les patients, notamment la pandémie covid-19 qu'a connu le monde à l'aube de l'an 2020, dans les maladies chroniques douloureuses et les cancers,
- Les différents scandales pharmaceutiques à savoir : le Benfluorex, Médiator®, Dépakine®, la prescription systématisée des génériques, ont pu provoquer une certaine méfiance chez les gens.

Les plantes sont des sources de poisons et de drogues. Il existe de nombreux composés utilisés en médecine aujourd'hui dont les dérivés originaux sont d'origine végétale. Les laboratoires de chimie et de biologie à travers le monde ont emboîté le pas à la médecine traditionnelle pour la recherche des voies et moyens de venir à bout des pathologies diverses, ceci par la recherche de nouveaux principes actifs et la compréhension de leurs modes d'action.

Les médecines traditionnelles ont été reconnues par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme très importantes, voire incontournables dans certains pays, dans les soins de santé primaires. Selon l'OMS (*BOISSIÈRE. M., 2018, Organisation Mondiale de la Santé., 2013*), l'art de guérir par les plantes est le traitement médical le plus utilisé au monde où plus de 80% de la population mondiale dépend plus souvent des médicaments traditionnels, principalement des plantes, qui constituent la principale source de soins. La phytothérapie propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme.

Garantir la sécurité, la qualité et l'efficacité des plantes médicinales et des médicaments à base de plantes est devenu très récemment un enjeu clé dans les pays industrialisés et en développement. En normalisant et en évaluant les composés actifs dérivés de plantes, les médicaments à base de plantes peuvent aider à l'émergence d'une nouvelle ère du système de santé pour traiter les maladies humaines à l'avenir. La sensibilisation aux connaissances traditionnelles et aux plantes médicinales

peut jouer un rôle clé dans l'exploitation et la découverte des ressources végétales naturelles (*Organisation Mondiale de la Santé., 2013, JAMSHIDI-KIAL. F et al., 2018*).

Une plante médicinale est dotée des propriétés thérapeutique, cela signifie qu'au moins une de ses partie (feuille, tige, racine etc.) peut être employé dans le but de se soigner. Plusieurs plantes médicinales, fréquemment utilisées dans la pharmacopée traditionnelle, ont l'objet d'études phytochimiques et ont abouti à l'isolement et à l'identification de principes actifs. L'extraction des différents produits se font sous différentes formes dont les plus importantes sont : infusion, macération et les huiles essentielles (*WIJESEKERAR. O. B., 1991*).

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés volatils produits par des organismes vivants et isolés par des moyens physiques uniquement (pressage et distillation) à partir d'une plante entière ou d'une partie de la plante d'origine taxonomique connue. Il existe différentes méthodes d'exploitation des plantes aromatiques, notamment la diversification de la production d'Huiles Essentielles. Elle est envisagée en réalisant la caractérisation de ses substances naturelles, passant par la connaissance de leurs compositions chimiques et biologiques.

L'Algérie pays connu par l'immensité de son territoire et la diversité du climat ce qui lui offrent une richesse très importante en flore, ce qui amènent les investigations visant à développer des médicaments à partir des plantes utilisées en médecine traditionnelle, en réalisant des études phyto-chimiques, pharmaco-toxicologiques et cliniques pour la mise au point de médicaments traditionnels améliorés.

Dans le cadre de cette étude, nous avons sélectionné deux espèces : *Inula viscosa L* et *Carthamus caeruleus L* de la famille des *Asteraceae*. Ces deux plantes sont très répandues au niveau local et surtout reconnues en thérapeutique traditionnelle pour leurs propriétés remarquables.

De ce fait, l'objectif de notre étude est de mettre en évidence les activités biologiques des extraits et des huiles essentielles d'*Inula viscosa L* et le *Carthamus caeruleus L*.

Notre étude comporte trois parties :

- Dans une première partie, nous présentons une mise au point bibliographique décrivant les notions essentielles à la compréhension de notre travail (Généralités sur les plantes médicinales, sur les deux plantes choisies et généralités sur les huiles essentielles).
- La seconde décrit la partie expérimentale, avec une présentation des techniques extractions, des tests : physico-chimique, phytochimiques, activités antioxydantes, antibactériennes et cicatrisantes.

Introduction générale

- La troisième partie consiste en une analyse des résultats obtenus et une discussion qui mettra l'emphase sur leur signification par rapport aux données de la littérature.

Enfin, nous avons terminé par une conclusion générale avec quelques perspectives.

CHAPITRE I : LES PLANTES MÉDICINALES



Chapitre I : Les plantes médicinales

I. Généralités sur les plantes médicinales

I.1. Historique

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des siècles pour traiter les maladies humaines car elles contiennent des composés à valeur thérapeutique. Plus récemment, l'acceptation de la médecine traditionnelle comme forme alternative de santé et le développement de résistances microbiennes aux antibiotiques disponibles ont conduit les chercheurs à s'intéresser aux effets thérapeutiques des plantes. De même, les effets secondaires négatifs causés par les médicaments modernes nécessitent un traitement avec des remèdes naturels. Connue depuis l'Antiquité, l'efficacité des vertus végétales est entrée en jeu. Les humains avides de retour à la nature redécouvrent aujourd'hui ses bienfaits. Le premier texte sur les herbes a été écrit en argile. Il rassemble une série de tablettes cunéiformes dont les auteurs les Sumériens ont écrit environ 3 000 ans avant Jésus-Christ. Ainsi commença l'histoire officielle de la phytothérapie, l'une des médecines les plus anciennes au monde, puisque l'on sait depuis plus de 6 000 ans que l'homme utilise les plantes pour se soigner. En effet, depuis le début, l'homme a cherché à apaiser ses maux et à réduire ses souffrances. Pour cela, il utilise un produit prêt à l'emploi. Le règne végétal est son premier champ d'expérimentation. Petit à petit, il apprit à discerner les propriétés des plantes, leurs vertus, leurs poisons. Toutes les anciennes civilisations mésopotamiennes, égyptiennes, chinoises, indiennes, précolombiennes avaient une phytothérapie impressionnante (*BELLOUM. Z., 2007*).

I.2. Les plantes médicinales en Algérie

Les plantes médicinales sont une ressource précieuse pour la plupart des populations rurales et urbaines en Afrique et sont le principal moyen d'auto-guérison personnelle. Malgré les progrès de la pharmacologie, l'utilisation thérapeutique des plantes médicinales est répandue dans certains pays du monde, en particulier les pays en développement. Avec sa flore riche et diversifiée.

L'Algérie constitue un véritable répertoire phylogénétique d'environ 4000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires. Cependant, à ce jour, la flore médicinale algérienne reste méconnue puisqu'il existe plusieurs milliers d'espèces de plantes et seulement 146 sont comptabilisées comme plantes médicinales (*HAMEL. T et al., 2018*).

<i>La plante</i>	<i>Utilisation</i>
Le thym	Infusion contre la toux, rhume et infections pulmonaires. Lotion contre les mycoses.
Aloès (Aloe vera)	Pâte de plante fraîche contre les plaies et brûlure bénignes.
Consoude (Symphytum officinale)	Onguent ou cataplasme de feuilles contre les entorses et contusions.
Grande camomille (Tanacetum parthenium)	Feuilles fraîches ou teinture contre la migraine et maux de tête.
Mélisse (Melissa officinalis)	Infusion contre l'anxiété, sommeil difficile, indigestion. Lotion contre l'herpès.
Souci (Calendula officinalis)	Crème contre les coupures, écorchures. Infusion contre les mycoses.
Menthe poivrée (Mentha × piperita)	Infusion contre le maux de tête et indigestion. Lotion contre les démangeaisons.
Romarin (Rosmarinus officinalis)	Infusion comme le tonique du système nerveux et contre la digestion difficile.
Sauge officinale (Salvia officinalis)	Infusion contre la maux de gorge, aphtes et diarrhées.
Millepertuis (Hypericum perforatum)	Teinture contre la dépression et troubles de la ménopause. Huile antiseptique et cicatrisante.

Tableau I. 1 : Quelques plantes médicinales d'Algérie et leurs utilisations (ADOUANE. S., 2016).

I.3. Définition

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés curatives. Cela signifie qu'au moins une partie de celle-ci (feuille, tige, racine, etc.) peut être utilisée à des fins thérapeutiques. Ils ont été utilisés par l'homme au moins 7 000 ans avant notre ère et sont à la base de la phytothérapie.

Leur efficacité dépend de leurs composés, et il en existe de très nombreuses variétés, qui sont toutes des ingrédients actifs différents.

À noter que la consommation de certaines plantes à usage thérapeutique a été observée chez les grands singes (<https://www.futura-sciences.com>).

En d'autres termes, on peut dire que les plantes médicinales "sont des médicaments à base de plantes au sens de la Pharmacopée européenne, ayant au moins en partie une valeur médicinale". Ces plantes médicinales peuvent également être utilisées à des fins alimentaires, condimentaires ou hygiéniques (*CHABRIER. J-Y., 2010*).

I.4. Composition chimique des plantes médicinales

Sont essentiellement celles qui renferment une ou plusieurs substances secondaires physiologiquement actives et possédant des propriétés curatives.

Ces plantes sont rarement utilisées directement, car elles étaient autrefois utilisées en phytothérapie. Ils sont utilisés comme matières premières, soit pour isoler leurs principes actifs à l'état pur, soit pour les introduire dans le monde entier avec de nombreuses autres substances, de plus, les pharmaciens les appellent galéniques (extraits, teintures). D'autres plantes sont utilisées indirectement dans la préparation de médicaments en fournissant des substances qui servent de base à la fabrication de composés organiques complexes (semi-synthétiques).

La valeur d'une plante médicinale dépend donc, de sa richesse plus ou moins grande, en un ou plusieurs principes actifs, et c'est en fonction de cette teneur que tous les problèmes concernant les plantes médicinales doivent être étudiés: méthodes de culture qui améliorent cette teneur par variation des facteurs externes-sélection et choix des semences faisant intervenir les facteurs intrinsèques époque et moment de la récolte déterminés par le stade de plus grande richesse dessiccation et stabilisation effectuées pour éviter la destruction des principes actifs au cours de la conservation.

Les méthodes de la matière médicale ont reposé longtemps sur l'axiome de la constance de la composition chimique des espèces. On admettait que toutes les plantes appartenant à la même espèce botanique renfermaient les mêmes constituants chimiques, que, par conséquent, les drogues morphologiquement identiques c'étaient chimiquement identiques. Les drogues végétales, pour les pharmacognosistes, ce sont les plantes Entières ou plus souvent un de leurs organes, tels qu'on les obtient dans le commerce. Une des tâches de la pharmacognosie est d'apprendre à identifier ces drogues, en écartant toutes substitutions involontaires et toutes falsifications. Pendant longtemps on utilisait dans ce but exclusivement des examens macroscopiques et microscopiques portant sur la morphologie et l'anatomie (*DILLEMANN. G., 2014*).

I.4.1. Les huiles essentielles

Les principaux composants des huiles essentielles sont les terpènes. Cependant, diverses huiles essentielles contiennent un grand nombre de dérivés aromatiques, comme l'huile d'anis riche en anéthole et en anisaldéhyde, l'huile de girofle riche en eugénol (*ABDOUNE. Y., 2012*).

I. 4.2. La composés organiques non volatiles

a. Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des alcools aromatiques qui proviennent des végétaux. Ils sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux (*OBAME ENGONGA. L. C., 2009*).

b. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des substances présentes dans les plantes. Ils sont responsables des teintes brunes, rouges et bleues des fleurs et des fruits. Certaines plantes sont connues pour être riches en flavonoïdes : par exemple, le thé, les raisins, les oignons, les pommes, le cacao, les grenades, les groseilles et les myrtilles, et même le café (*Écrivain scientifique., 2016*).

c. Les hétérosides cardiotoniques

Ce sont des substances naturelles très diverses aux saveurs particulières correspondant au "principe amer" de la famille des Composées (absinthe, artichaut, bourse-à-pasteur, chicorée, pissenlit). Toutes ces substances ont un effet stimulant sur la production de sucs gastriques, facilitant ainsi la digestion (*MEDROUBI. K et al., 2005*).

d. Les saponosides

Les saponines (ou saponines) sont des aglycones stéroïdiens ou triterpéniques qui se caractérisent principalement par leurs propriétés tensioactives. Ces propriétés conduisent notamment à la formation de mousse (non fertile) par agitation dans l'eau. De plus, la plupart des saponines ont des propriétés hémolytiques (*BETINA-BENCHARIF. S., 2014*).

e. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des molécules organiques hétérocycliques contenant de l'azote naturellement dérivées avec une activité pharmacologique (*OBAME ENGONGA. L. C., 2009*).

f. Les tanins

Substance d'origine végétale, inodore, a les propriétés de tanner la peau, c'est-à-dire qu'elle la préserve en se fixant sur des protéines.

Les tanins sont largement présents dans tout le règne végétal et sont abondamment présents dans les arbres généraux, Rosaceae, Rhododendron, Sycaaceae, Légumineuses, ainsi que dans l'écorce,

les racines, les feuilles et les fruits. L'origine biologique de ces substances est encore mal connue, mais on sait qu'elles sont localisées dans les vacuoles des cellules végétales, et qu'elles sont souvent associées à des protéines, des alcaloïdes ou des sucres sous forme de tannoïdes, suggérant qu'il s'agit plutôt de déchets (*BOUCHET. PH., 2022.*).

g. Les stéroïdes

Les stéroïdes forment une grande famille chimique qui comprend toutes les molécules naturelles avec un squelette carboné polycyclique similaire au gonane (perhydro-1,2-cyclopenténophénanthrène). Ils sont très répandus dans la nature et se retrouvent à tous les niveaux des règnes végétal et animal (*BIDET. D et al., 2022.*).

I. 5. Activités biologiques des plantes médicinales

I. 5.1. Activité anti-oxydante

Les organismes aérobies doivent être protégés du stress oxydatif dû aux ROS par un système de défense. Il existe différents types d'antioxydants qui remplissent diverses fonctions et jouent des rôles importants dans ces systèmes de défense. Il existe des antioxydants dits préventifs qui empêchent ou ralentissent directement la formation de radicaux libres et d'espèces réactives de l'oxygène. Il existe également des antioxydants dits piègeurs (appelés ici A-H). Ils donneront des électrons ou des atomes d'hydrogène aux radicaux peroxy pour empêcher le processus de dégradation. Ces antioxydants perturbent la réaction en chaîne de transmission. Comme les produits d'oxydations sont souvent des hydroperoxydes, soit ROOH ou HOOH, leurs réductions sont essentielles pour prévenir des réactions d'oxydation secondaires—la recherche présentée dans ce mémoire explique comment certains hydroperoxydes peuvent générer des électrophiles et le radical hydroxyle (*SOLLIN. M., 2021.*).

1.5.1.1. Définition des radicaux libres

Les radicaux libres sont des molécules chimiques instables produites par l'organisme en petites quantités. Ils sont principalement synthétisés dans les cellules par réaction avec l'oxygène. Cette instabilité chimique rend ces substances hautement réactives et certaines réactions avec les structures cellulaires peuvent entraîner des dommages en leur sein. Par conséquent, un excès de radicaux libres aura un effet significatif sur le vieillissement cutané et sera associé à de nombreuses maladies, telles que le cancer, les maladies cardiaques, les maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer, les intoxications médicamenteuses, etc (*PILLOU. J-F., 2014.*).

1.5.1.2. Radicaux libres actifs (radicaux non stables)

Ce sont des radicaux de très courte durée de vie, de petite masse atomique ou moléculaire et d'une énergie d'activation qui tend vers le zéro. A titre d'exemple de cette famille on cite (*KALLA. A., 2012*) : $\text{H}_2\text{O}^{\bullet+}$, $\text{I}^{\bullet-}$, $\text{O}\cdot\text{H}$, $\text{NO}^{\bullet-}$, CH_5^+ , $\text{C}\cdot\text{H}_3$.

1.5.1.3. Radicaux libres stables

Les radicaux libres stabilisés dans des solutions aqueuses ont des implications potentielles pour la recherche biologique (*TRONCHER. J. MJ et al., 1977*).

1.5.1.4. Cinétique des radicaux libres

Nous avons mentionné précédemment que les radicaux libres peuvent avoir une durée de vie longue ou courte, selon le type de ces radicaux libres. La détermination cinétique des radicaux à courte durée de vie est réalisée par des méthodes sp telles que la spectrométrie de masse ou la résonance magnétique nucléaire. Cependant, la quantité de radicaux à longue durée de vie est déterminée par des méthodes conventionnelles, et pour ces cas, la quantité peut être mesurée en fonction du temps, comme la détermination de la concentration, de l'intensité, de l'absorption. Ces variables en fonction du temps permettent de déterminer la vitesse de la réaction et donc sa cinétique.

Pour les radicaux à longue durée de vie, les méthodes rentables comprennent l'absorption de la lumière en fonction du temps, nous utilisons comme appareillages les spectrophotomètres UV-V à condition que la zone d'absorption des radicaux libres diffère de celle des produits réactionnels. A titre d'exemple le triphénylméthyl (Ph_3Me) absorbe la lumière dans la zone située entre 345 – 510 nm et l'absorption par le triphénylméthane (PhCH) est pratiquement sous la barre de 262 nm spectroscopiques (*KALLA. A., 2012*).

1.5.2. Réactions auto oxydantes

Le mécanisme d'auto-oxydation (ou auto-oxydation) représente l'oxydation de molécules organiques par les radicaux libres de la chaîne oxygénée moléculaire. L'oxydation est basée sur l'échange d'électrons entre les espèces oxydantes et réductrices. Le mécanisme est divisé en trois étapes : initiation, transfert-propagation de la chaîne et terminaison. En raison de la nature triplet de l'oxygène moléculaire, l'oxygène réagit rapidement avec les radicaux libres. Si les atomes d'hydrogène d'une molécule sont facilement arrachés, elle est plus sujette à l'auto-oxydation.

Les processus d'auto-oxydation conduisent à la formation de produits primaires tels que les peroxydes et éventuellement de produits secondaires tels que les cétones, les aldéhydes et même les alcools (*SOLLIN. M., 2021*).

II. Étude des plantes

II.1. "*Inula viscosa* L "

À partir de septembre et jusqu'en novembre, pendant près de trois mois, l'*Inula viscosa* L couvre d'or, avec ses fleurs d'un beau jaune d'or clair, extrêmement abondantes, les collines caillouteuses de Nice ; tout comme pendant une partie de l'hiver l'Acacia dealbata couvre les jardins de la ville (PAQUET. J. M., 1923).

Inula viscosa L (synonyme de *Dittrichia viscosa* L Greuter) est une plante médicinale largement utilisée en médecine populaire pour traiter diverses affections. Il appartient à la famille des Compositae et est largement distribué au Maroc et dans le monde.

Les études effectuées sur cette plante ont montré qu'elle est riche en métabolites secondaires tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les composés terpénoïdes. Ces composés sont doués de propriétés antibactériennes, antitumorales, antifongiques, anti-inflammatoires et autres.

Le criblage bioguidé d'extraits de fleurs d'*Inula* a permis d'identifier et d'isoler des molécules bioactives telles que l'inuviscolide, la tomentosine et le fokienol qui pourraient avoir diverses applications thérapeutiques (BOUYAHYA. A et al., 2019).

II.1.2. Description botanique de la famille des composés

Les Astéracées constituent l'une des plus vastes familles du monde végétal avec plus de 1500 genres et 23 000 espèces, c'est également l'une des familles les plus évoluées. Les plantes de premier cycle sont principalement des herbes, mais il y a aussi quelques arbres et arbustes et quelques vignes. La particularité de cette famille est le capitule caractéristique. Dans cette famille de plantes, certaines ont des propriétés médicinales, et certaines sont toxiques. Des études physiologiques et biochimiques de ces plantes peuvent permettre de mieux comprendre leurs propriétés. Il est donc important de savoir identifier ces plantes, notamment afin d'éviter les situations d'intoxication, mais aussi afin de savoir dans quelles situations les plantes peuvent être utilisées pour le traitement (FILLEUL. E., 2019).

II.1.3. Le genre et les types "*Inula viscosa* L "

Le nom *Inula* est très ancien et vient du nom de l'espèce *Inula helenium* et généralisé pour tous les genres. Le nom *Helenium* découlerait du grec "*helen*". La légende antique raconte que la fleur serait née des larmes de la belle Hélène de troie.

Le genre *Inula* comprend une variété d'environ 90 espèces. Ce sont des plantes herbacées vivaces, à feuilles alternes. Capitules jaunes, contenant à la fois des fleurs tubuleuses et des fleurs

ligulées. Bractées en plusieurs séries. Fleurs périphériques pastillées, à ligules tridentées. Anthères sagittées à la base (**RAMLI. B., 2013**).

II.1.4. Répartition géographique

Le genre *Inula* est largement distribué dans le bassin méditerranéen, en Europe (Espagne, France...), Asie (Chine, Turquie, Japon, Korea...) et en Afrique (Egypte, Algérie, Maroc...) (**RAMLI. B., 2013**).

II.1.5. Usages traditionnels

Si la médecine par les plantes connaît un engouement extraordinaire à travers le monde, il est impossible de ne voir là qu'un phénomène de mode. Bien sûr, notre époque est profondément marquée par la recherche d'une vie plus saine, d'un retour à la nature, aux valeurs essentielles. Mais le succès de la Phytothérapie s'explique avant tout par le niveau de maîtrise technique et scientifique que l'on atteint désormais dans ce domaine. L'agronomie, la chimie, la pharmacologie ont permis, en progressant, de mettre au point des formes thérapeutiques et galéniques plus sûres, plus adaptées, et plus efficaces (**CHABRIER. J-Y., 28 Mai 2010**).

En Asie, de la Chine au Pakistan, l'utilisation comme plante médicinale a notamment été décrite, en référence aux espèces suivantes : *Inula racemosa* Hook.f, *Inula britannica* .L, *Inula helenium* OL et *Inula japonica*. Toutes ces plantes ont été utilisées dans des préparations commerciales de médicaments à base de plantes ou en complément de traitements médicaux. Le genre *Inula* est également retrouvé et officiellement représenté dans divers pharmacopées européennes (**AL NASER. O., 2018**).

II.1.6. Présentation de la plante « *Inula viscosa* L »

- **Règne** : *Plantae*
- **Embranchement** : *Magnoliophyta*
- **Classe** : *Magnoliopsida*
- **Ordre** : *Asterales*
- **Famille** : *Astéracées (composées)*
- **Genre** : *Inula*
- **Espèce** : *Viscosa*

Inula viscosa L est une plante annuelle, herbacée, visqueuse et glanduleuse, à odeur forte qui appartient à la famille des Astéracées (Composées). Elle peut atteindre 50 cm à 1 m de hauteur et présente des capitules à fleurs jaunes très nombreuses au sommet de la tige.

Les feuilles sont entières ou dentées, aiguës, sinuées, les caulinaires amplexicaules, plus

largement lancéolées, les capitules assez gros en longues grappes pyramidales. C'est une plante largement répandue dans le nord de l'Algérie et dans tout le pourtour méditerranéen. On la trouve dans les rocailles, les garrigues, les terrains argileux un peu humides et sur les bords des routes (**BOUMAZA. Dj., 2011**).



Figure I.1: Les feuilles et les fleurs de la plante "Inula viscosa L".

II.1.7. Étymologie

Cette plante est native et familière de nos paysages, mais finalement peu connue. L'aunée visqueuse est très présente en Corse, en Espagne, en Italie ainsi qu'en Grèce, en Bulgarie et en Turquie, jusqu'au Moyen-Orient (**PAULINE. A., 2021**).

➤ *Autres appellations :*

- Nom scientifique : *Dittrichia viscosa* (L) Greut, *Inula viscosa* Ait ;
- Nom vernaculaire : *Amagramane, magramane, Mersitt* ;
- Nom commun : *Inule visqueuse* ;
- Nom arabe : *El tibek, el tyoun*;
- Nom français : *Inule visqueuse, Aunée visqueuse* ;
- Nom anglais : *Rock Flea-bane*.

II.1.8. Description botanique de la plante

Les feuilles d'*Inula viscosa L* sont utilisées en médecine depuis l'Antiquité. Des structures ou des cellules ayant une activité de sécrétion ont été localisées et un spectre de produits a été identifié histochimiquement en leur sein. Des extraits de feuilles ont été étudiés par chromatographie en phase gazeuse – spectrométrie de masse (GC-MS) et chromatographie sur couche mince (TLC). Les cals produits à partir de cultures de cellules foliaires ont également été soumises à des réactifs histochimiques et testés avec GC-MS et TLC pour étudier leur capacité de sécrétion par rapport à celle des feuilles. Les cellules calleuses peu différenciées sont synthétiquement actives et

produisent, tout comme ses cellules foliaires, de nombreux composés polaires qui pourraient présenter un intérêt pharmaceutique (NIKOLAKAKI. A *et al.*, 2004).

II.1.9. Description géographique de la plante

Viscosa est largement répandue dans tout le bassin méditerranéen, en Europe (Espagne, France...), en Asie (Chine, Turquie, Japon, Korea...) et en Afrique (Égypte, Algérie, Maroc...) où il affectionne les sols salés, les prairies humides et les bords de cours d'eau. *Viscosa* se rencontre dans les lieux peu propices à la végétation : bords de chemins, décombres, terrains abandonnés, jachères, garrigues. Elle affectionne les lieux fraîchement perturbés par les travaux ou le passage du feu, et pousse autant sur les sols argileux que sableux et apprécie les sols secs et calcaires formant d'abondantes touffes vertes à capitules jaunes, elle est considérée comme assez envahissante (GUERIBIS. F., 2020).

II.1.10. Utilisation traditionnelles de la plante

L'Organisation mondiale de la santé rapporte qu'environ 80 % de la population mondiale dépend encore des plantes médicinales et que plusieurs plantes médicinales ont évolué vers des applications cliniques à l'époque moderne. En fait, les pouvoirs de guérison des plantes sont aussi vieux que les humains. Plus de 2000 espèces de plantes ont été enregistrées dans les systèmes de médecine traditionnelle (à base de plantes/alternatives), dont certaines appartiennent au genre *Inula*. Les études ethnopharmacologiques sont très importantes car elles indiquent que la plante devrait être utilisée en médecine traditionnelle comme anti-gale, anti-inflammatoire. Elle est connue pour ses propriétés antiseptiques et son efficacité contre les inflammations cutanées, anti-rénal, diurétique, anti-hypertenseur.

L'*inule visqueuse* est un désinfectant, un cicatrisant, et un déodorant de premier ordre. Elle est également employée contre les affections pulmonaires et les maux de tête (M.L SECA. A *et al.*, 2014).

Les feuilles de l'*Inule visqueuse* secrètent un mélange de résines tout en long de la durée de vie des feuilles. Ces exsudats se composent de plusieurs flavonoïdes aglycones, ainsi que de nombreux terpenoïdes. Ils montrent une forte activité allélopathique ainsi que contre l'effet inhibiteur des micro-organismes phytopathogènes (BOUMAZA. Dj., 2011).

II.2. "*Carthamus caeruleus* L "

II.2.1. Présentation de la plante

Le Carthame (*Carthamus caeruleus* L) est une plante annuelle de la famille des composées. La racine pivotante, qui s'enfonce profondément dans le sol, permet à la plante de résister à la sécheresse. En culture la tige peut atteindre 1,50m, elle est ramifiée au sommet et chaque ramification est terminée par un capitule ; le nombre des capitules est d'environ 30 par plante, mais il atteint parfois 60 et même 100. Le capitule contient en moyenne 40 fleurs avec un maximum de 70. L'involucre est constitué de bractées épineuses ou inermes selon les variétés, les variétés à bractées inermes sont reconnues plus sensibles aux attaques des moineaux (**BARBIER. E et al., 1976**).



Figure I.2 : Les feuilles et les fleurs de la plante "*Carthamus caeruleus* L".

II.2.2. Etymologie (**GHEDIRA. K et al., 2018**)

Carthamus caeruleus L est très présente en Amérique et en Asie.

➤ **Autres appellations :**

- Français : *Sefran des teinturiers, sefran des indes* ;
- Anglais : *safflower, Dyer's saffron* ;
- Arabe : القراطيم *elqartam*.

II.2.3. Description botanique de la plante

C'est une plante annuelle à croissance rapide, érigée, à nombreuses ramifications, atteignant une hauteur de 60 à 90 cm. Le système racinaire est développé, gris brunâtre, avec d'épaisses racines pivotantes charnues, et la profondeur de pénétration peut atteindre 3 m. Ses feuilles caulinaires glabres sont disposées en spirale, alternes, sessiles, et les feuilles sont oblongues à elliptiques-lancéolées, vert foncé, brillantes, et bordées de courtes dents épineuses. Le fruit est un akène blanc

obovale de 5,5-8mm*3-5mm. Les graines n'ont pas d'endosperme. Les graines sont dépourvues d'albumen (*GHEDIRA. K et al., 2018*).

II.2.4. Distribution géographique

Le Carthame est cultivé au Moyen- Orient, sa culture est également en Afrique du Nord, en Amérique, en France et en Turquie (*BARNAOUI. (C.R.S.T.R.A.), 2009*).

II.2.5. Utilisation traditionnelles

L'importance de l'extraction du carthame réside principalement dans son huile et ses tourteaux. Toutes ces propriétés en font une source importante dans les systèmes de bioraffinerie pour le développement agricole durable et peuvent être intégrées dans différents domaines tels que les applications pharmaceutiques, l'énergie, etc. Cette rubrique vise à faire le point sur les propriétés médicinales très intéressantes de l'huile de carthame ainsi que sur la valorisation et la valorisation de ses dérivés.

1. Effets thérapeutiques de l'huile de carthame : La particularité de l'huile de carthame en tant que source nutritionnelle et médicinale est principalement due à sa richesse en acide linoléique, apparenté à l'acide oléique. L'effet préventif des acides gras polyinsaturés sur les maladies cardiovasculaires, le cancer, l'hypertension et d'autres maladies est indéniable. L'huile de carthame est utilisée pour prévenir une rhéologie anormale du sang et possède des activités antioxydantes, anti-inflammatoires, analgésiques, antidiabétiques, hépatoprotectrices et anti-hyperlipidémiques. L'huile de carthame a également été trouvée pour aider à améliorer les embryons de cellules souches neurales et la différenciation de leurs neuronales.
2. Utilisations industrielles et alimentaires de l'huile : Les propriétés biochimiques de l'huile de carthame, notamment la présence d'acide 18-n2 et ses propriétés physiques (sa faible valeur de coloration), lui confèrent sa particularité dans diverses utilisations industrielles. Les peintures et les alkydes en sont principalement dérivés. Le rouge cosmétique peut être fait avec du colorant de carthame. Sa stabilité à la chaleur lui permet d'être utilisée comme huile comestible pour la préparation de mayonnaise et de margarine. Les graines oléagineuses produisent des huiles végétales de haute qualité. La composition en acides gras confère à l'huile des propriétés particulières dans les applications nutritionnelles et pharmaceutiques. La composition en acides gras confère à l'huile des propriétés particulières dans les applications nutritionnelles et pharmaceutiques. Cette composition est influencée par de nombreux facteurs, tels que le génotype, les conditions environnementales et la conduite des cultures. De préférence, le procédé de raffinage est

très efficace pour assurer la santé et la sécurité de l'huile et des corps gras raffinés et leur conformité aux exigences réglementaires avant l'utilisation de l'huile oléagineuse (*ZEMMOUR. K et al., 2020*).

CHAPITRE II :

LES HUILES ESSENTIELLES



Chapitre II: Les huiles essentielles

II.1.Définition

Selon la Pharmacopée européenne 7ème édition :

« Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition.» (*PHARMACOPÉE EUROPÉENNE., 2008*).

Les huiles essentielles n'ont pas une présence générale chez tous les végétaux, seulement 1% des espèces produit ces essences, sous forme de très petites gouttelettes d'huile stockées dans diverses parties de la plante. Chaque huile possède sa propre personnalité aromatique, son caractère et son énergie subtile (*SHINER. M., 2004*).

II.2. Localisation et le stockage des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles se trouvent presque exclusivement chez les végétaux supérieurs. Elles sont produits dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent généralement dans des cellules glandulaires spécialisées.

Elles sont situés dans différents parties de la plante aromatique :

- Les fleurs (bergamotier, rose,...),
- Les feuilles (citronnelle, eucalyptus,...),
- Les racines (vétiver), les rhizomes (curcuma, gingember,...),
- Les fruits (anis, badiane,...),
- Le bois (bois de rose, santal,...),
- Ou graines (muscade,...) (*OUSSALA. M et al., 2006*).



Figure II.1: Exemples des huiles essentielles issues de différentes parties des plantes (DESCHEPPER. R., 2007).

Si tous les organes d'une même espèce peuvent contenir une seule huile essentielle, la composition de cette dernière varie selon sa localisation. La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont souvent associées à la présence de structures tissulaires spécifiques, généralement situées sur ou à proximité des surfaces végétales : cellule à huiles essentielles (Lauracées ou Zingibéracées), les poils sécréteurs (Lamiacées), les poches sécrétrices (Myrtacées ou Rutacées), et les canaux sécréteurs (Apiécée ou Astéracées) (BRUNETON. J., 2009).

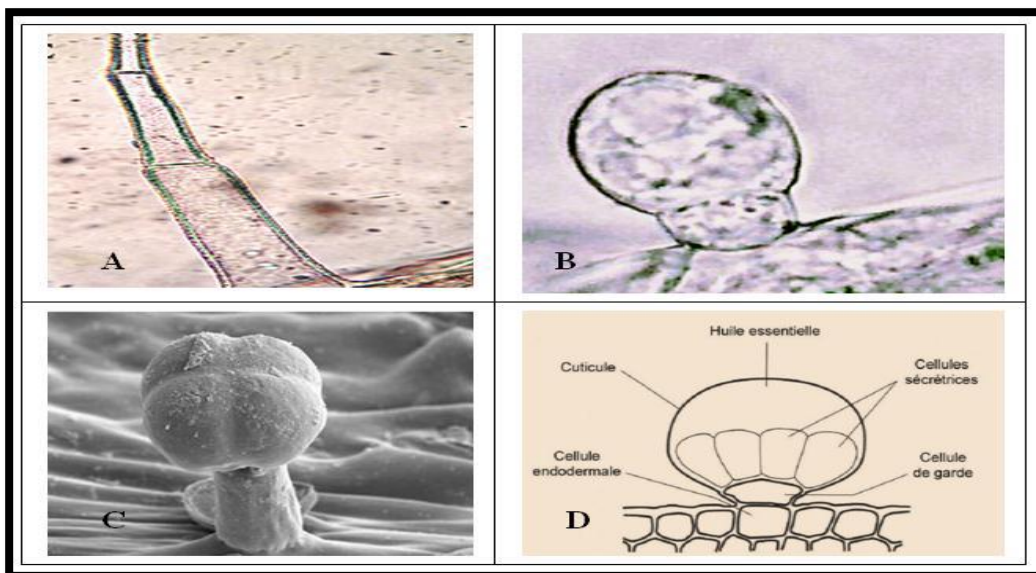


Figure II.2: Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles. (A) : poil sécréteur de Mentha pulegium, (B) : trichome glandulaire de Mentha pulegium, (C) : trichome glandulaire de Lippia scberrima et (D) : structure de trichome glandulaire de Thymus glandulaire de Thymus vulgaris (KHENAKA. K., 2011).

II.3. Rôle des huiles essentielles

D'après (*BOUHDID. S et al., 2012*), le rôle exact que jouent les huiles essentielles dans la physiologie de la plante productrice reste encore mal connu. Il a été démontré qu'elles ont un effet attractif envers les animaux qui servent à la pollinisation et à la dispersion des graines, un effet répulsif contre les herbivores, un effet allélopathique et servent également de moyen de défense contre les organismes phytopathogènes.

Nous ne savons pas exactement ce que représentent les H.Es pour le règne végétal. Les plantes les utilisent pour se protéger contre les virus et tous pensent qu'il s'agit d'hormones végétales. D'autres considèrent que les huiles sont des messagers entre sorte de parasites et de microbes (des travaux ont montré que les monoterpènes et les sesquiterpènes peuvent jouer des rôles importants dans la relation des plantes avec leur environnement (*FEKIH. N., 2014*).

L'huile comme source énergétique, facilitant certaines réaction chimique, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertique (*HAMIDI. A., 2001*).

II.4. Critères des huiles essentielles

Aujourd'hui, après une longue période de remise en question et de nombreux travaux d'experts, un ensemble de critères qualitatifs est reconnu comme garants d'une huile essentielle de qualité. Ces critères sont :

- **Huile Essentielle doit être 100% naturelle** : c'est-à-dire non dénaturée, avec des molécules d'hémisynthèse ou de synthèse totale, des agents émulsifiants chimiques, des huiles minérales (*BAUDOUX. D., 2020*) ;
- **Huile Essentielle doit être 100 % pure** : Qualité indispensable pour s'assurer de l'absence de toute manipulation de type (*BAUDOUX. D., 2020*) :
 - Isolement d'une classe de molécules pouvant être vendues séparément ;
 - Rend les huiles essentielles plus tolérantes, déterpénées ou rectifiées ;
 - Dans le cas d'huiles essentielles très rares et donc chères (comme l'huile de rose), en ajoutant une huile essentielle aux propriétés organoleptiques très similaires à un prix inférieur mais avec une odeur similaire.
- **Huile Essentielle doit être 100 % intégrale ou complète** : C'est-à-dire non amputée, non décolorée, non déterpénée, non rectifiée, non suroxydée, non peroxydée, etc (*BAUDOUX. D., 2020*). Ce critère est important pour différencier clairement la plupart des huiles essentielles extraites par l'industrie de cosmétologie et celles extraites par le distillateur à la recherche de la qualité utilisable en thérapeutique (*PIERI.G., 2016*).

- **Huile Essentielle botanique et biochimique bien définie** : Le plus complexe, permet une sélection très fine. Ce critère important, touche à l'identification de la plante elle-même qui va lui donner une existence internationale spécifique (*PIERI.G., 2016*).

II.5. Toxicité des huiles essentielles

Généralement, les huiles et les substances aromatiques utilisées sous contrôle médical et aux doses physiologiques ne présentent aucune toxicité. Les problèmes toxiques peuvent cependant apparaître lors de confusion, de volonté suicidaire ou d'automédication irraisonnée.

Cependant, certaines molécules aromatiques sont potentiellement très toxiques et font l'objet d'interdiction ou de restriction que ce soit en pharmacie, en parfumerie, en aromes alimentaires, en nutraceutique. Par exemple le menthol (composé majoritaire de l'HE de et de la menthe du Japon présente une toxicité remarquable lorsqu'il est administré à forte dose, provoquant ainsi des douleurs abdominales, nausées, vomissements, vertiges, ataxie, convulsions et somnolence puis coma (*BOUYAHYA. A et al., 2018*).

Selon Paracelse, le premier à avoir formellement relié la dangerosité d'un produit à la dose administrée : « Toutes les choses sont poison, et rien n'est sans poison ; seule la dose fait qu'une chose n'est pas un poison » (*ALLEMAN. F et al., 2013*).

Cependant, des groupes internationaux impliqués en santé publique travaillent pour évaluer la toxicité de certains composants d'huiles essentielles et en déterminent le *NO Adverse Effect Level* (NOAEL), leurs études visent à fixer des normes pour assurer la sécurité d'emploi des produits (*EUROTEXT. J L., 2009*).

II.6. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont très volatiles et très fragiles, pour cela, elles doivent être :

- ✚ Elle se conserve dans un contenant propre et sec en aluminium vernissé. Acier inoxydable ou en verre teinté de manière à le protéger de la lumière.
- ✚ Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de Chémotype en Aromathérapie (*DESCHEPPER. R., 2007*).
- ✚ La durée de conservation est de 6 mois à 3 ans (*A.F.N.O.R., 2000*).
- ✚ Pour éviter la formation des produits d'oxydation, notamment les peroxydes, il est nécessaire de conserver les huiles essentielles :
 - à l'abri de l'air, en présence d'un gaz inerte tel que l'azote ;
 - à l'abri de la lumière, dans des flacons propres et secs, métalliques (aluminium ou acier inoxydable) ou en verre teinté ;

– à froid, de préférence à + 4 °C.

- ✚ Ils sont stockés à l'abri de la lumière et de la chaleur pour éviter qu'ils ne s'agrègent.
- ✚ Il faut éviter, d'une part, de mettre très peu d'huile essentielle dans le flacon et, d'autre part, d'utiliser des emballages et des bouchons en matière plastique qui peuvent être sensibles au contenu (*KALOUSTIAN. J et al., 2012*).

II.7. Propriétés biologique et physico-chimiques des huiles essentielles

II.7.1. Propriétés biologique

La détection des propriétés biologiques nécessaire pour la survie des plantes est la base dans la recherche de propriétés biologiques similaires pour faire face aux différents dérèglements de l'organisme humain et animale (*GARÇA. M M., 2010*) :

- *Antioxydants*

Un antioxydant peut être défini comme étant toute substance capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et ainsi retarder ou empêcher l'oxydation de ces substrats. En d'autres termes, un antioxydant est une substance qui, en faible concentration comparativement à la quantité des substances oxydables telles les espèces oxygénées réactives (ROS), retarde significativement ou prévient l'oxydation des substrats comme les lipides, les protéines, les DNA et les carbohydrates (*BAYALA B., 2014*).

L'activité antioxydant des huiles essentielles est exploitée dans la lutte contre le stress oxydatif qui est défini comme un déséquilibre entre la production excessive de molécules oxydantes et/ou une diminution du taux d'antioxydants dans l'organisme (*MENAT. E., 2004*).

Plusieurs études ont prouvé que de nombreuses huiles essentielles, telles que les huiles de cannelle, de piment, de laurier et d'origan, ont des propriétés antioxydants (*TEFIANI. CH., 2015*).

- *Antibactériennes*

L'activité des huiles essentielles est souvent comparée à une activité bactériostatique.

Cependant, les recherches suivantes ont montré que certains constituants chimiques des huiles essentielles ont des propriétés bactéricides et fongicides (*PIBIRI. M-C. I., 2005*).

Cette activité antibactérienne des HE peut s'expliquer par les interactions moléculaires des groupes fonctionnels des composants des HE avec la paroi bactérienne, entraînant des lésions profondes (*FELICE. S et al., 2004*).

L'activité antibactérienne d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés

terpéniques et cétoniques) ou ceux susceptibles d'être actifs. Mais, il est probable OPEN ACCESS que cette activité dépende aussi de composés minoritaires qui agissent d'une manière synergique (*KHEYAR. N et al., 2014*).

- *Antimicrobiennes*

Selon (*Delacroix en 1881*), les huiles essentielles agissent bien sur les bactéries à Gram positif que les bactéries à Gram négatif. Toutefois, les bactéries à Gram négatif paraissent moins sensibles à leur action et ceci est directement lié à la nature de leur paroi cellulaire. Il existe cependant quelques exceptions. Les bactéries Gram à Gram négatif comme *Aeromonas hydrophila* et *Campylobacter jejuni* ont été décrites comme particulièrement sensibles à l'action des huiles essentielles (*DAOUDA. T., 2015*).

Selon (*OUSSALA. M et al., 2006*), la composition des huiles essentielle d'une même espèce varie selon la localisation géographique, les conditions climatiques, la période de récolte, la partie de la plante utilisée, par conséquent, leurs propriétés antimicrobiennes varient également. D'après (*AOUS. W., 2015*), il est important de sélectionner une huile essentielle standardisé dont les composants actifs sont clairement identifiés et quantifiés.

- *Antivirales*

Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpénol. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales. On peut citer l'huile essentielle de Ravintsara, l'huile essentielle de Bois de Hô, ou l'huile essentielle de Cannelle de Ceylan (*MAYER. F., 2012*).

Une étude a démontré le rôle des huiles essentielles dans le traitement de l'infection par l'herpès simplex virus type 1 (HSV-1). Elle a étudié l'action des huiles essentielles d'eucalyptus radié, de tea-tree et de thym à thymol, ainsi que celle de leurs composants majeurs, les monoterpènes sur le virus. Il en ressort que l'action des huiles essentielles permet de réduire l'infection virale de 96% et que celle des monoterpènes inhibe l'activité du virus HSV-1 de 80% (*ASTANI. A et al., 2010*).

- *Antifongiques*

Les infections fongiques sont très fréquentes dans notre société. Cette extension est largement favorisée par la prescription de manière abusive des antibiotiques, issus en premier lieu de champignons microscopiques. Les groupes de molécules aromatiques citées comme antibactériens sont également actifs sur les champignons. Les constituants actifs sont : les phénols monoterpéniques et aromatiques, les alcools monoterpéniques, des aldéhydes aromatiques et monoterpéniques, les lactones...

Par exemple : - *Candida albicans* est sensible aux HE d'Origan, de Cannelle de Ceylan, de Thym vulgaire à thymol (*LAURENT. J., 2017*).

- *Cicatrisantes*

Les huiles essentielles présentent des propriétés cicatrisantes reconnues depuis l'Antiquité et utilisées en temps de guerre pour soigner les blessés. En effet, elles ont le pouvoir de régénérer les tissus qui ont été abimés et de favoriser la cicatrisation des blessures.

Leur pouvoir antiseptique leur permet de désinfecter en même temps les plaies, en protégeant l'organisme des processus de décomposition, des microbes et de leurs éventuels déchets nocifs (*MORO BURONZO. A., 2008*).

- *Antiseptiques*

Certaines huiles essentielles ont des propriétés antiseptiques importantes. Ce dernier agit sur diverses souches bactériennes, dont celles qui sont souvent résistantes aux antibiotiques. En effet, elles sont « eubiotiques », c'est à dire qu'elles détruisent les parasites sans interférence avec l'organisme hôte, contrairement aux antibiotiques qui très souvent interagissent avec les parasites en les dénaturant avec des effets secondaires sur les sujets traités. Elles agissent généralement à faible dose. Les essences de sarriette, cannelle, thym, girofle, lavande, eucalyptus sont les plus antiseptiques (*RANDIANA. R R., 2010*).

- *Antiparasitaires*

Ce sont les phénols qui présentent l'action la plus puissante contre les parasites, suivis par les alcools monoterpéniques. Certains oxydes comme l'ascaridol sont très spécifiques de la lutte antiparasitaire (*LAURENT. J., 2017*).

Les cétones, quant à elles, possèdent une réputation antiparasitaire bien établie mais nécessitent des précautions d'emploi en raison de leur toxicité (*PIERRON. CH., 2014*).

- *Insecticides*

Certaines huiles essentielles sont insectifuges ou insecticides comme celles possédant des fonctions aldéhydes comme le citronellal contenu dans l'Eucalyptus citronné ou la citronnelle (*MAYER. F., 2012*).

II.7.2. Propriétés physico-chimiques

Les caractères physico-chimiques sont :

- Elles sont liquides à température ambiante (*BONNAFOUS. Ph.D.C., 2013*) ;
- Elles sont sensibles à l'oxydation et donc de conservation limitée (*BONNAFOUS.*

Ph.D.C., 2013) ;

- Elles sont volatiles à la température ambiante, inflammable, et très odorante ;
- Elles sont généralement incolores et peuvent peu à peu prendre une coloration jaune plus au moins foncée, avec quelques exceptions comme : l'essence de camomille avec la couleur bleue ;
- Elles sont solubles dans les solvants organiques apolaires : « les alcools, l'éther et les huiles fixes », et sont insolubles dans l'eau ;
- Leurs densité est inférieure à celle de l'eau allant de 0.85 à 0.95 ;
- La déviation polarimétrique est une propriété physique importante caractérise les huiles essentielles comme ;
- Le point d'ébullition varie de 160°C jusqu'à 240°C (*DJEDDI. S., 2012*).

II.8. Utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles des plantes ont trouvé leur place en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie, en cosmétique... et dans la conservation des aliments. Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d'activités biologiques reconnues (*AMARTI. F et al. 2010*).

II.8.1. En parfumerie et cosmétologie

Selon certaines études, par segment de marché, les industries des cosmétiques, des savons et des parfums sont les plus gros consommateurs d'HE. Elle représente 60 % de la demande totale en substances naturelles, selon le National Research Development Corporation (NRDC). Ce secteur se caractérise par une très grande variété de produits, de quantité relativement faible et de prix souvent élevé. Les HE sont en effet utilisés comme matière première de base dans la fabrication des parfums et d'autres produits cosmétiques (*DRIM. B., 2019*).

II.8.2. En industrie alimentaire

Les huiles essentielles sont utilisées dans l'industrie alimentaire pour rehausser le goût des aliments, et la conservation grâce aux effets antimicrobiens et antioxydants de certains de leurs constituants. Ces agents naturels viennent réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques qui présentent des effets néfastes sur la santé. En effet, l'utilisation des antioxydants synthétiques tels que l'hydroxytoluène butilé (BHT), ainsi que l'hydroxyanisole butilé (BHA) est suspectée à long terme d'effets mutagènes et cancérigènes (*BESSAH R et al., 2015*).

II.8.3. En thérapeutique

L'utilisation thérapeutique des huiles essentielles est associée à leurs propriétés pharmacodynamiques diverses et souvent marquées. Parmi les plantes à huiles essentielles, on trouve les antiseptiques surtout employés dans les maladies des voies respiratoires ou urinaires, certaines sont eupeptiques et carminatives (régularisent la digestion), d'autres agissent comme stimulants du système nerveux central, pouvant provoquer des convulsions à hautes doses. Leurs actions antispasmodiques, cholérétiques, stomachiques et vermifuges ne sont pas non plus, à négliger (*OBAME ENGONGA. L. C., 2009*).

II.8.4. En dentisterie

Grâce à leurs propriétés aromatisants et antiseptiques, les HEs ont été largement utilisées dans les bains de bouche conçus pour l'hygiène buccodentaire. Les préparations à base du Thymol, d'Eucalyptol et du Menthol sont parmi les plus utilisées depuis longtemps dans le monde, surtout aux États-Unis. Cependant, c'est juste en 1987 que les bains de bouche préparés à base d'HEs ont été approuvés par l'association dentaire américaine (ADA), attribuer à leur efficacité antimicrobienne et leur sûreté. Parmi les bains de bouche les plus connus au monde, on donne l'exemple de la Listerine® qui est une solution constituée d'HE de Thymol et d'Eucalyptol utilisée pour le lavage de la cavité orale et les dents (*BENBELAID. F., 2015*).

II.9. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles est certainement la phase la plus délicate et la plus importante du processus. Elle a pour but de capter les produits les plus subtils et les plus fragiles élaborées par le végétal. De nombreux procédés sont utilisés pour l'extraction de ces substances (*HADDOUCHI. F et al., 2008*).

Parmi ces méthodes, les plus classiques sont :

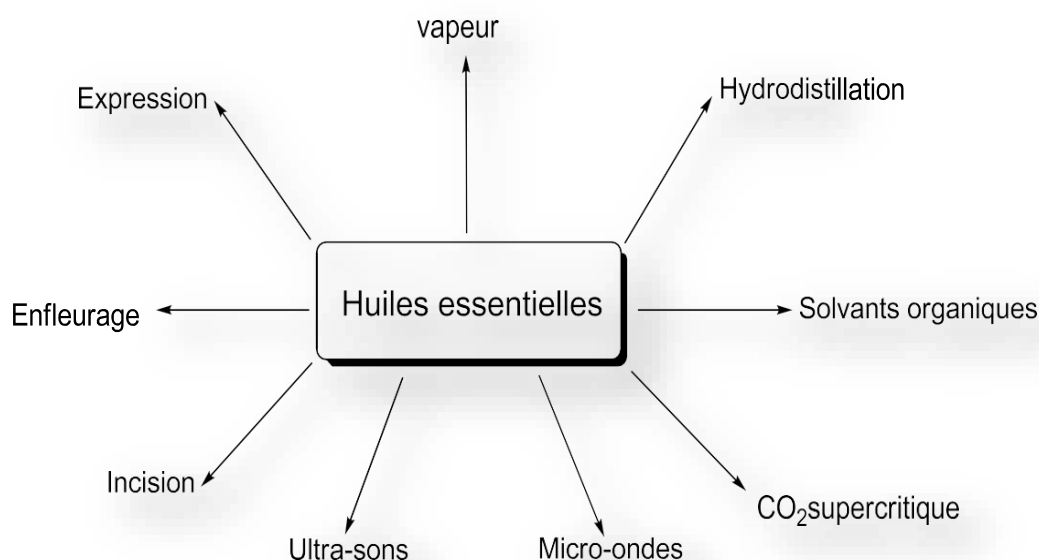


Figure II.3: Modes d'extraction des huiles essentielles (OUIS. N., 2015).

II.9.1. Hydro-distillation

Cette méthode consiste à immerger directement le végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau que l'on va porter à ébullition. A la sortie de la cuve de distillation et sous pression contrôlée, les vapeurs hétérogènes se condensent dans un serpentin situé au sein d'un réfrigérant. A la sortie de l'alambic, un essencier autrefois appelé « vase florentin » permet de séparer l'eau de l'huile essentielle par différence de densité. Ce procédé permet d'obtenir simultanément un hydrolat aromatique qui renferme les composés aromatiques les plus hydrophiles, en quantité inférieure à 5 % et l'huile essentielle (LAGUERRE. V., 2015).

❖ *Avantage :*

- Nécessaire pour une distillation efficace de certaines matières ligneuses, par exemple le bois de santal et l'écorce de cannelle.

❖ *Inconvénients :*

- Processus lent et temps de distillation plus long.
- Le taux de distillation est variable car il est difficile de contrôler l'extraction de la chaleur de l'herbe qui n'est pas toujours complète.
- Il existe un risque de surchauffe locale et de "brûlure" de la charge, ce qui peut conduire à une huile de moins bonne qualité.
- Ne convient pas aux distillations de grande capacité ou à l'échelle commerciale, ni aux racines dures ou aux matières végétales ligneuses à point d'ébullition élevée (BEKELE. F., p : 10).

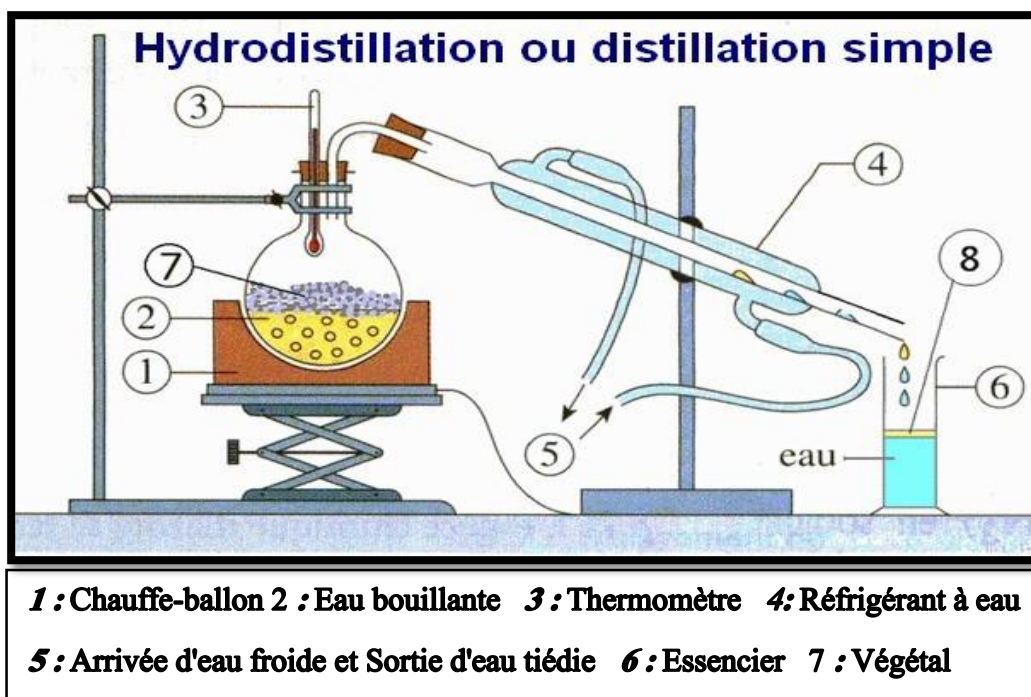


Figure II 4: Montage d'hydro-distillation (type de Clevenger) (JOUAULT. S., 2012).

La durée d'une hydro-distillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (EL HAIB. A., 2011).

II.9.2. Alambic

Pour produire de l'huile essentielle, une des deux premières étapes est d'assembler les appareils de distillation, ou l'alambic. La deuxième est de se fournir en grande quantité de matières premières à distiller. Un alambic conçu pour la fabrication spécifique d'huile essentielle peut être acheté à partir de quelques centaines d'euros. Il est aussi possible pour les intrépides de fabriquer leur propre matériel en déterminant par avance la taille de l'alambic correspondant à la production voulue (<https://www.rosemarycreek.com/fr/blog/comment-faire-de-l-huile-essentielle>).

L'alambic est de forme cylindrique avec un revêtement en inox, une base conique –à ouverture pour le vidage et le nettoyage. La partie supérieure est un couvercle. L'ensemble est étanche. La présence d'une grille où panier perforé est importante pour une meilleure répartition de la vapeur dans l'alambic.

Les durées de distillation sont fonction de la nature de la plante à traiter et de la température de traitement 4-8 heures.

À la sortie du condenseur, le liquide doit être absolument froid. Le rendement et la qualité des huiles essentielles dépendent de cette condition (ANDIRIA MIHARISOA. PH. R., 1995).

II.9.3. Entraînement à la vapeur d'eau

C'est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des HEs (*Figure II.5*). Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse (HA) et une phase organique (HE). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile. De plus, le parfum de l'HE obtenue est plus délicat et la distillation, régulière et plus rapide, fait que les notes de tête sont riches en esters (*BOUKHATEM. et al., 2019*).

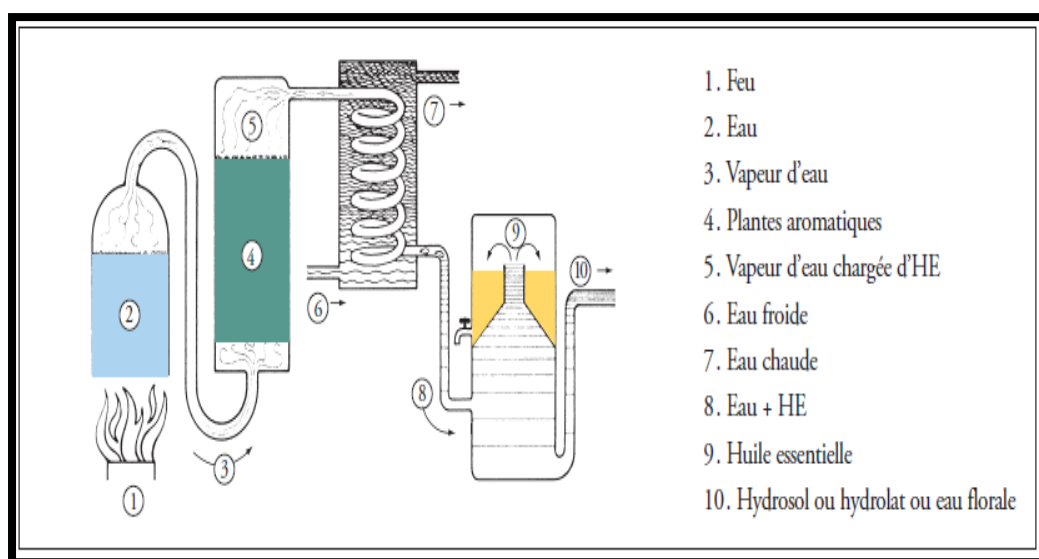


Figure II.5: Procédé d'extraction des HEs par entraînement à la vapeur d'eau (BUVAT. C., 2017).

II.9.4. Turbo hydro-distillation

L'hydro-distillation peut être optimisée par l'installation d'un agitateur électrique dans le mélange d'eau et de la plante durant tout le processus d'extraction. Il est équipé de lames pour cisailer et déstructurer la matrice végétale (*Figure II.6*). L'agitation sera donc favorisée, permettant la réduction du temps de distillation d'un facteur de β ou γ , ce qui engendre une réduction de la consommation de vapeur de chauffe et ainsi une réduction de la consommation énergétique.

Par ailleurs, cette technique offre l'avantage d'extraction des huiles essentielles des plantes difficilement distillables (bois, racines, bulbes d'ail et d'oignon) (*MNAYER. D., 2014*).

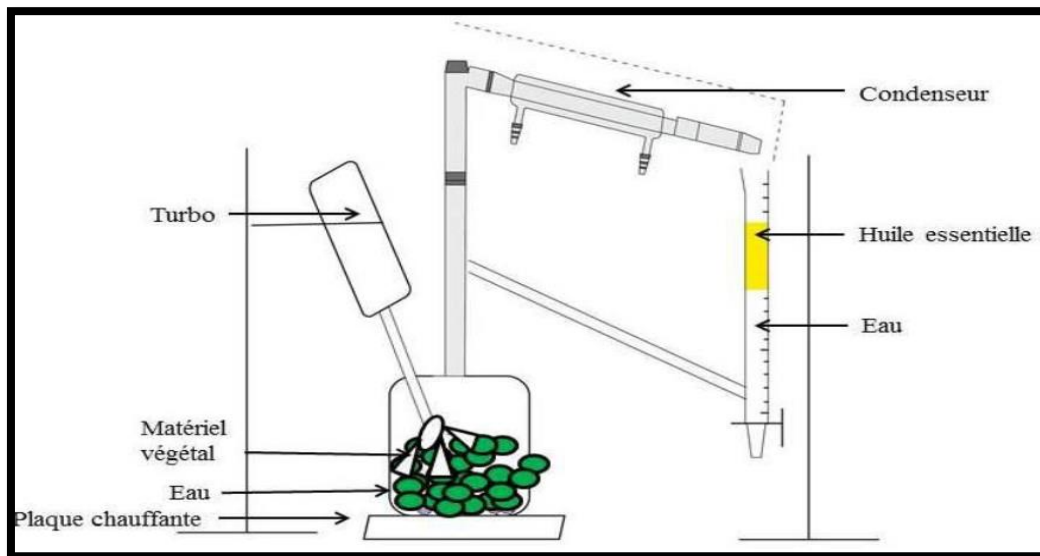


Figure II.6: Extraction par turbo hydro-distillation (MNAYER. D., 2014).

II.9.5. Expression

L'expression est le procédé pour obtenir les huiles essentielles des agrumes (citron, orange, pamplemousse, etc.). L'extraction des molécules aromatiques est réalisée en brisant mécaniquement les poches à essence. Les zestes sont déchirés et les molécules aromatiques sont séparées de la phase aqueuse par centrifugation. Une essence d'agrumes se conserve 3 ans, moins longtemps qu'une huile essentielle. Quand ce procédé est utilisé, on ne parlera pas d'huile essentielle mais d'essence comme par exemple l'essence de citron (*MARIANI. S., 2016*).

CHAPITRE III : MATÉRIELS ET MÉTHODES



III.1. But de travail

Notre travail a été effectué au sein du laboratoire de génie de l’environnement du département de génie des procédés de la faculté des Sciences et des Sciences Appliquées, de l’Université Akli Mohand Oulhadj de Bouira pendant une durée des 3 mois et 15 jours (01 mars jusqu’au 09 juin 2022) de l’année universitaire 2022. Consiste à L’étude les activités biologiques et physico-chimiques de l’huile essentielle extrait de la plante «*Inula viscosa L* et *Carthamus caeruleus L*» par deux différentes méthodes : Hydro-distillation du type Clevenger et Alambic.

- La première partie, est consacrée à nous avons fait les analyses suivantes :
 - L’étude de quelques compositions phytochimiques des feuilles des plantes.
 - L’extraction des huiles essentielles de l’espèce végétale par deux procédés.
 - L’étude de composition physico-chimique de l’huile essentielle extraite.
- Dans la deuxième partie, l’étude du pouvoir antibactérien, antioxydant des huiles essentielles des feuilles et des racines d’*Inula viscosa L* et du *Carthamus caeruleus L* et l’activité cicatrisante de la crème du *Carthamus caeruleus L*.

Afin d’atteindre nos buts, on a adopté le plan de travail suivant :

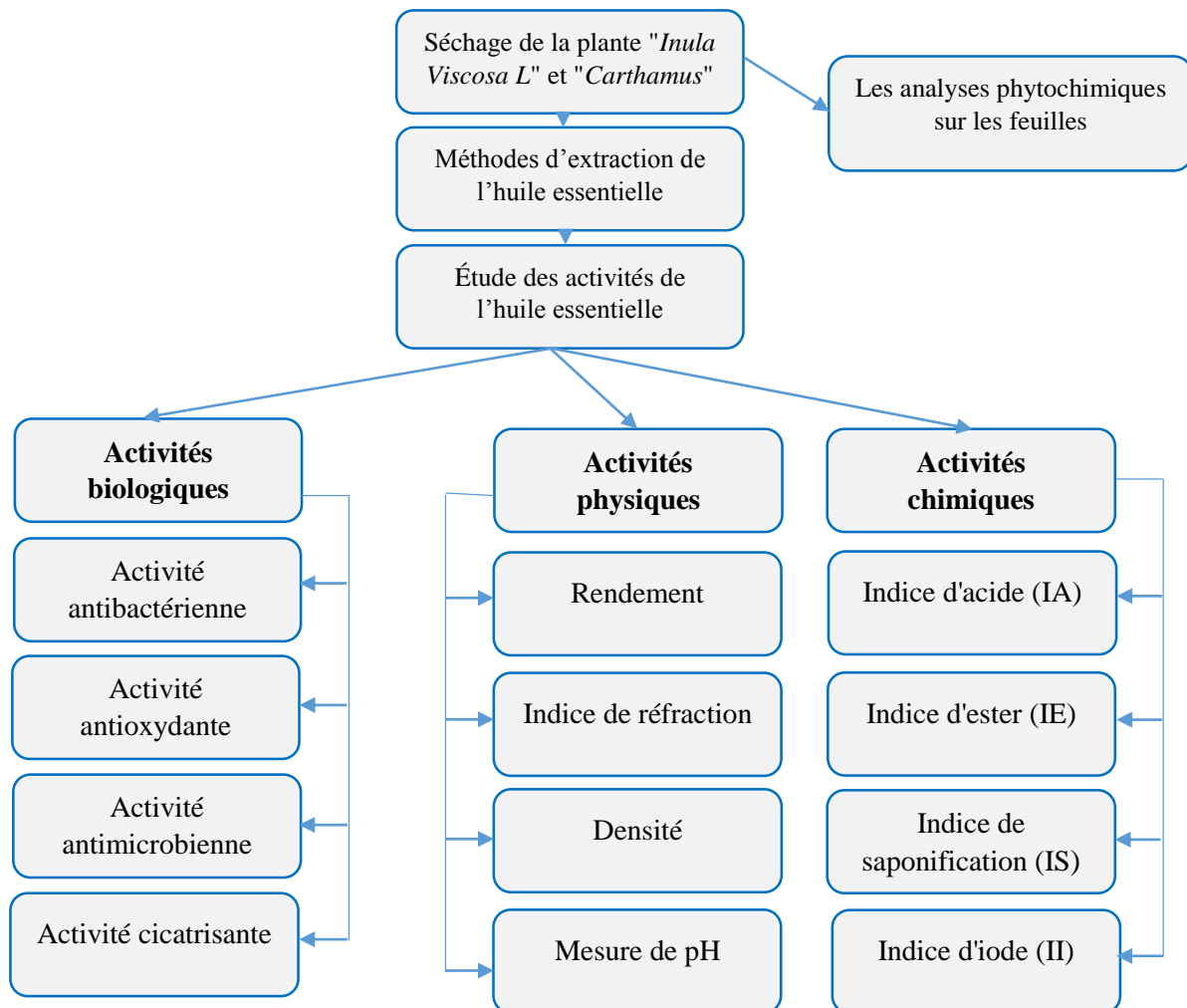


Figure III.1: Schémas de plan de travail.

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.2. Matériels

III.2.1. Matériels technique

• *Matériels*

Hydro-distillation (Clevenger) - Entraînement de la vapeur - la lampe UV - Ampoule à décanter - Burettes - Les fioles (25ml et 100ml) - Verre de montre - La balance - Pipette et micropipette - Les boîtes pétries - Les flacons - Tubes à essai - Broyeur - Erlenmeyer - Mortier et pilon - Entonnoirs en verre - Cuves - Papiers filtre Wattman - Supports - Réfrigérants - UV spectromètre - pH mètre – densimètre.

• *Produits*

Hexane C_6H_{14} - Hydroxyde d'ammoniac NH_4OH - Chlorure de fer (III) $FeCl_3$ - Acétate de plomb $Pb(C_2H_3O_2)_2$ - Acide sulfurique H_2SO_4 - Acide chlorhydrique HCl - Iodure de potassium KI - Ether $C_4H_{10}O$ - Acétone C_3H_6O - Méthanol CH_3OH - Ethanol C_2H_5OH - Thiosulfate de sodium $Na_2O_3S_25H_2O$ - Iode I_2 - Amidon $C_6H_{10}O_5$ - Phénophtaléine $C_{20}H_{14}O_4$ - Hydroxyde de potassium KOH – DPPH – la gélose – les souches bactériennes – Muller-Hinton – Acide gallique ($C_7H_6O_5$) – Carbonate de sodium (Na_2CO_3) – Folin-Ciocalteu .

III.2.1.1. Matériels biologique

Inula viscosa L et *Carthamus caeruleus L* sont des plantes médicinales utilisées pour certains traitements thérapeutiques.

Dans ce travail, les activités biologiques et physico-chimiques de l'huile essentielle et de ces plantes (feuilles et racines) ont été examinées.

III.3. Méthodes

III.3.1. La récolte de la matière végétale

Les feuilles et les racines de la plante *Inula viscosa L* et *Carthamus caeruleus L* ont été récoltées par période, dans trois régions rurales : Ait Laaziz, El-Adjiba et Ain Türk de la wilaya de Bouira. L'échantillonnage a été fait dans une région propre, loin de tout impact de pollution.



Figure III.2 : Carte de localisation des stations de récoltes.

Les matériaux ont été emballés dans des flacons marqués de la date de collecte, de la région et conservés dans l'obscurité.

Région	Date de collection	Méthode d'extraction de l'huile	Échantillon
<i>Ait Laaziz</i>	05/03/2022	Hydro-distillation	Feuilles d' <i>Inula viscosa L</i>
	12/03/2022		
<i>El- Adjiba</i>	11/03/2022	Hydro-distillation et	Racines d' <i>Inula viscosa L</i>
	15/03/2022	entraînement de la vapeur	
<i>Ain Türk</i>	08/04/2022	Hydro-distillation	Feuilles de <i>Carthamus caeruleus L</i>
	27/05/2022	Hydro-distillation et	Racines de <i>Carthamus caeruleus L</i>
		entraînement de la vapeur	

Tableau III.1 : Caractéristiques des conditions de récoltes.

III.4. Traitement de l'échantillon

III.4.1. Nettoyage et séchage

Après la récolte, les feuilles et les racines ont été lavées à l'eau pour les débarrassées de la poussière et d'autres particules. Les plantes d'*Inula viscosa L* et *Carthamus caeruleus L* (racines et feuilles) ont été séchées au niveau du laboratoire à l'ombre et à l'abri de la lumière, à une température ambiante (20°), pendant quelques jours.

La plante d'*Inula viscosa L*



a. Feuilles fraîches



b. Feuilles séchées



c. Racines fraîches



d. Racines séchées

✚ La plante du *Carthamus caeruleus L*



a. Feuilles fraîches



b. Feuilles séchées



c. Racines fraîches



d. Racines séchées

*Figure III.3: Les photos de la disposition de la plante pour le séchage des feuilles et des racines d'*Inula viscosa L* et du *Carthamus caeruleus L*.*

III.4.2. Conservation de la plante

Une fois séchées, les feuilles et les racines sont conservées dans des sacs propres, fermés et stockés à l'abri de la lumière en attendant l'extraction.

III.5. Techniques d'extraction de l'huile essentielle

III.5.1. Hydro-distillation

C'est l'une des méthodes les plus utilisées, elle permet d'isoler les huiles essentielles à l'état pur.

✚ *Mode opératoire*

Pour une extraction par hydro-distillation du type Clevenger, nous avons adopté le mode opératoire suivant :

- Nous avons introduit dans un ballon de 1000 ml, muni d'un réfrigérant, 80g de matière végétale (feuilles ou racines), nous avons ajouté 500 ml d'eau distillée ;

- Deux à trois pierres ponce pour homogénéiser la température.
- L'ensemble est placé dans un chauffe ballon à 100°C pendant trois heures.

Le distillat obtenu est introduit dans une ampoule à décanter afin de subir les traitements ci-dessous :



Figure III.4: Montage d'Hydro-distillation (Clevenger).

III.5.2. Entrainement de la vapeur

✚ **Principe** : (la page 28).

✚ **Mode opératoire**

- Dans une cocotte-minute, on introduit maximum de masse (550g) de matière végétale ; imprégné d'eau distillée environ 800ml, l'ensemble est porté à ébullition pendant 3 à 4 heures.

III.6. Relargage de l'huile essentielle

Nous avons ajouté environ 8 g de chlorure de sodium (Na Cl) au distillat et soumis le distillat à une agitation pendant deux minutes.

III.7. Décantation de l'huile essentielle

Nous rajoutons 5 ml d'hexane. Après agitation pendant deux minutes, Ensuite l'huile essentielle et l'hexane sont introduits dans un bécher après séparation des deux phases (phase organique et phase aqueuse).



Figure III.5: La décantation.

III.8. Conservation de l'huile essentielle

Les huiles essentielles sont recueillies dans des bouteilles sombres ou dans les flacons en aluminium ou en verre teinté (brun, vert, ou bleu) et de les garder à l'abri de la lumière conservées au réfrigérateur à 4°C pour les préserver de la chaleur jusqu'à son caractérisation analytique.



Figure III.6: Les huiles essentielles.

III.9. Analyses physico-chimiques de l'huile essentielle

III.9.1. Analyses physiques

III.9.1.1. Rendement

Selon la norme *AFNOR (2000)*, le rendement en huile essentielle (RHE), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue par l'extraction (M') et la masse de la matière végétale utilisée (M). Il est donné par la formule suivante :

$$RHE = M'/M.100$$

Où :

- **RHE** : rendement en huile essentielle des graines du fenouil ;

- M' : masse de l'huile essentielle obtenue en gramme ;
- M : masse de la matière végétale utilisée en gramme.

III.9.1.2. Taux d'humidité

Le taux d'humidité est déterminé à partir d'un poids en grammes des feuilles fraîches pour les deux espèces à l'abri de la lumière pendant 10 jours jusqu'à la fixation du poids.

Le taux d'humidité est exprimé par la formule suivante :

$$TH\% = 100 - 100 \frac{P_s}{P_f}$$

Où :

- $TH\%$: taux d'humidité ;
- P_s : poids sec ;
- P_f : poids frais.

III.9.1.3. La perte à la dessiccation (GUESDOUARI. R., 2012)

La perte à la dessiccation est la perte de masse exprimée en pourcentage m/m. C'est la détermination de la perte de poids par dessiccation à l'étuve.

✚ Mode opératoire

- Peser 10g de feuille (*Inula viscosa L Carthamus caerulus L*) ;
- Mettre la quantité au soleil pendant 2 heures 30 minutes ;
- Peser et mettre au four à 115°C pendant 2 heures ;
- Peser et noter la masse.



Figure III.7: Le dessiccateur.

III.9.1.4. Indice de gonflement (BALEH. H., 2013)

L'indice de gonflement est le volume en millilitres occupé par 1 gramme de drogue (y compris le mucilage qui y adhère) gonflé dans une solution aqueuse pendant 4 heures.

✚ Mode opératoire

- Peser une masse de 20 grammes de feuille (*Inula viscosa L*, *Carthamus caeruleus L*) ;
- Mettre la quantité au l'étuve pendant 2 heures à 60 C° ;
- Répétez l'expérience 4 fois jusqu'à ce que la qualité soit stable ;
- Plonger la quantité dans de l'eau distillée pour que l'eau recouvre toutes les feuilles pendant la nuit ;
- Utilisez du papier filtre pour les filtrer et repesez la masse.



Figure III.8: Indice de gonflement.

III.9.1.5. Dosage des cendres totales

✚ Principe

Il repose sur la détermination des substances résiduelles non volatiles contenues dans une drogue lorsque cette dernière est calcinée (ALMAÏMOUNE MARIAMA. A M. ; 2014).

✚ Mode opératoire

- Mettre 1 g de matière végétale dans le creuset ;
- Placer l'échantillon dans une étuve à 500°C pendant 2 heures ;
- Laisser refroidir l'échantillon dans un dessiccateur.

Le pourcentage de cendres est donné par :

$$CT = (P_3 - P_1 / P_2 - P_1) . 100$$

Où :

- P_1 : poids du creuset vide ;
- P_2 : poids du creuset + poids de l'échantillon avant calcination ;
- P_3 : poids du creuset+ poids de l'échantillon après calcination.

III.9.1.6. Indice de réfraction (IR)

L'indice de réfraction d'une huile essentielle est le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction de la lumière d'une longueur d'onde déterminée traversant l'air dans l'huile essentielle maintenue à température constante.

✚ Principe (ATTOU. A., 2017)

- Identifier une HE ;
- Comme norme de pureté des huiles essentielles ;
- Vérifier la qualité de la distillation : Une distillation trop rapide, une température trop élevée, trop lente fera baisser l'indice de réfraction ;
- L'HE a généralement un indice de réfraction élevé. Il est supérieur à l'eau à 20°C = 1,3356.

✚ Mode opératoire

- À l'aide d'un réfractomètre permettant une lecture directe des indices de réfraction des huiles essentielles supérieur à celle de l'eau.

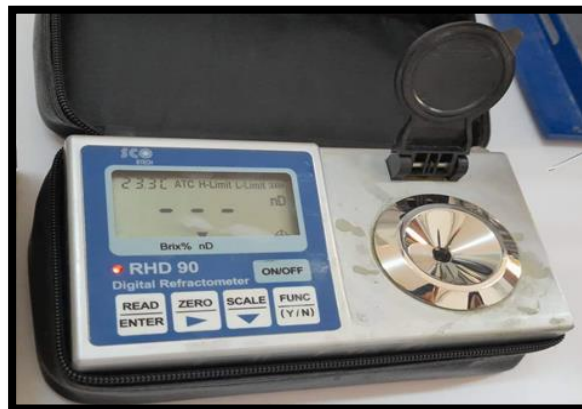


Figure III.9: Le réfractomètre.

III.9.1.7. Densité

Selon la norme NF T 75-111 JUIN 1982/ISO 2 79-1993 :

La densité relative à 20°C d'une huile essentielle est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile essentielle à 20°C, à la masse d'un égal volume d'eau distillée à 20°C. Cette grandeur est sans dimension et son symbole est **d**.

✚ Mode opératoire

À l'aide d'un densimètre, nous avons pu calculer les valeurs de densité relative des HE des deux plantes.



Figure III.10: Le densimètre.

III.9.1.8. Mesure de pH (BRUNETON. J., 2009)

pH l'abréviation de potentiel d'hydrogène, mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) en solution. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre :

- ✓ Acide : si son pH est inférieur à 7 ;
- ✓ Neutre : s'il est égal à 7 ;
- ✓ Basique : s'il est supérieur à 7.

✚ Méthode de mesure

On mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre

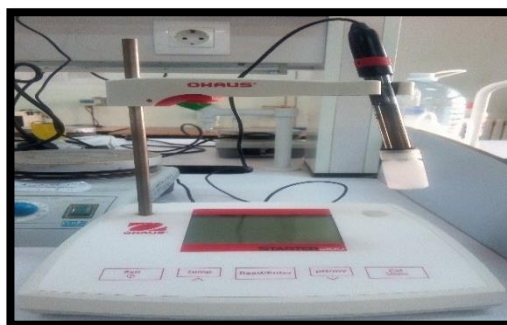
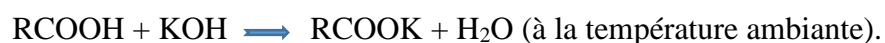


Figure III.11: Le pH-mètre.

III.9.2. Analyses chimiques

III.9.2.1. Indice d'acide (IA)

L'indice d'acide (IA) est le nombre en milligramme (mg) de potasse nécessaire pour neutraliser les acides libres dans 1gramme (g) d'huile essentielle selon la réaction (KALOUSTIAN. J et al., 2012) :



✚ **Mode opératoire (AFNOR., 2000)**

- Introduire 1g de la prise d'essai dans la fiole ;
- Ajouter 5ml d'éthanol, et 5 goutte de phénolphthaléine neutralisé le liquide avec la solution d'hydroxyde de potassium (0.1mol/l) contenu dans la burette.

Il est donné par la formule suivante :

$$IA = 56.11 * V * C / m$$

Où :

- V : Volume en ml de KOH utilisé ;
- m : Masse en g de la prise d'essai ;
- C : Concentration exacte de KOH (0.1) en mol /l.

III.9.2.2. Indice d'ester (IE)

Selon la norme AFNOR, NF-T.75-104 :

L'indice d'ester est le nombre de milligrammes de KOH nécessaires à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1 g d'HE, d'après la réaction :



✚ **Mode opératoire (ARAB. K et al., 2014)**

- Pour ce test, le mélange obtenu lors de l'indice d'acide est chauffé à reflux avec 25ml de potasse pendant une heure ;
 - Après chauffage et une fois la température est diminuée, la solution est dosée avec l'acide chlorhydrique jusqu'au virage de la couleur de la solution au jaune ;
 - En parallèle, on a effectué un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sans le corps gras.
- La valeur de l'indice d'ester est déterminée par la formule suivante :

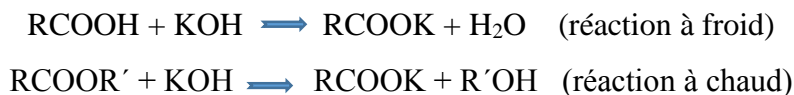
$$IE = (28.05 \frac{V_0 - V_1}{m}) - IA$$

Avec :

- V_0 : volume en millilitre de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour l'essai à blanc ;
- V_1 : volume en millilitre de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour la détermination de l'indice d'ester ;
- m : masse de la prise d'essai (g) ;
- IA : la valeur d'indice d'acide déterminée.

III.9.2.3. Indice de saponification (IS) (KALOUSTIAN. J et al., 2012)

L'indice de saponification (**IS**) est le nombre de milligramme (mg) de potasse pour neutraliser les acides libres et saponifier les esters présents dans 1g d'huile essentielle, d'après les réactions suivantes :

**✚ Mode opératoire (BENSALEM. G., 2015)**

- Prélever 2ml d'HE à l'aide d'une micropipette, on prend et les placer dans une fiole de 250ml ;
- Ajouter 20ml de la solution KOH alcoolique (0,6N) ;
- Placer un réfrigérant ;
- Placer l'ensemble sur un bain marie et chauffer jusqu'à ébullition pendant 1h à 1h et 30min ;
- Titrer avec HCl (0.5N) ;
- Effectuer parallèlement l'essai à blanc.

La valeur de l'indice d'ester est déterminée par la formule suivante :

$$\text{IS (mg de } \frac{\text{KOH}}{\text{g}}) = \frac{(\text{V}_b - \text{V}) \times \text{N} \times 56.1}{\text{M}}$$

D'où :

- V_b : est le volume d'HCl 0,5N requis pour titrer le blanc (ml) ;
- V : est le volume d'HCl 0,5N requis pour titrer l'échantillon (ml) ;
- N : est la normalité de la solution d'HCl (mol/L) ;
- M : est la prise d'essai(g) ;

III.9.2.4. Indice d'iode (II) (BENSALEM. G., 2015)

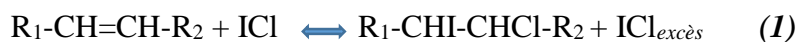
L'indice d'iode d'une He est la masse de di-iode en gramme fixés par 100 grammes de lipide. Il permet d'évaluer le degré d'insaturation. Il exprime en g /100g.

✚ Principe

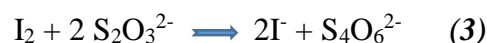
Selon la norme (ISO : 3961-1996) :

L'indice d'iode se base sur le titrage, par le thiosulfate de sodium, de l'excès de réactif de Wijs transformé en iode par l'addition de l'iodure de potassium.

✚ Équation du dosage



Le réactif Wijs non attaché à la double liaison est détruit lors de l'addition d'une solution d'iode de potassium pour former du di-iode I_2 , selon la réaction (2) et le di-iodure formé, titré par une solution connue de thiosulfate, permet de connaître la quantité de matière d'I-Cl réaction (3).



Le di-iode formé, par une solution connue de thiosulfate, permet de connaître la quantité de matière d'I-Cl réaction (3).

✚ Mode opératoire

L'indice d'iode de l'extrait est estimé par le dosage d'iode en excès dans une solution à base d'HE contenant :

- 5 ml d'alcool, 10 ml d'une solution d'iode à 0.1N alcoolique, 250 ml d'eau distillée, par le thiosulfate de sodium à 0.1N en présence de quelque goutte d'amidon à 0.1N.
- Parallèlement on réalise un essai à blanc sans ajouter la matière grasse.

La valeur de l'indice d'ester est déterminée par la formule suivante :

$$II \text{ (g de } I_2/100\text{g d'HE)} = \frac{12,69 \times V_0 - V \times N}{m}$$

Avec :

- V_0 : est le volume en ml de thiosulfate de Na pour le blanc (ml) ;
- V : est le volume en ml pour titrer l'échantillon (ml) ;
- N : est le titre exact de la solution de thiosulfate de Na utilisée (mol/L) ;
- m : est la prise d'essai (g).

III.10. Étude phyto-chimique des plantes (screening chimique)

Ce test qualitatif a été conçu pour comprendre la composition des métabolites secondaires des feuilles d'*Inula viscosa L* et du *Carthamus caeruleus L* en fonction des changements de couleur. Sur poudre ou infusion selon la méthode décrite par (GHRIB., 1988, HADJ LARBI. KH., 2012).

❖ Préparation de l'infusé

Mettre à infuser 20g de la poudre sèche dans 100ml d'eau distillée bouillante, pendant 15min. L'extrait obtenu est filtré par un papier filtre.

➤ *Les tanins*

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant à 1ml de l'infusé, 1ml d'eau distillée et 1 à 2 gouttes de solution de FeCl_3 à 10%. L'apparition d'une coloration verte foncée ou bleu vert indique la présence des tanins.

➤ *Les saponosides*

À 2ml de l'infusé ajouter 3ml d'une solution d'acétate de plomb. L'aspect mousseux de la solution indique la présence des saponosides.

➤ *Les coumarines (HADJ LARBI. KH., 2012)*

Evaporer 5 ml d'extrait éthéré obtenu par trempage de 1 g d'échantillon dans 20 ml d'éther pendant 24 heures. Ajouter 2 ml d'eau chaude, répartir la solution dans 2 tubes, puis ajouter 0,5ml de NH_4OH à 25% dans l'un des tubes. Continuer à observer sous UV à 366nm. Une fluorescence intense indique la présence de coumarine.

➤ *Les glucosides*

L'essai effectué consiste à ajouter quelques gouttes de H_2SO_4 à 96% (acide sulfurique) à 2g de poudre végétale. La formation d'une coloration rouge brique qui vire vers le violet indique la présence des glucosides.

➤ *Les alcaloïdes*

Mettre 10g de poudre végétale dans 100ml d'eau distillée bouillante, couvrir d'un verre de montre, laisser reposer 15 minutes, puis filtrer avec du papier filtre, rincer le résidu avec un peu d'eau distillée chaude, et obtenir 10ml de filtrat.

Injecter 5 ml dans l'éprouvette et ajouter environ 1 ml d'une solution de FeCl_3 à 1% dans l'eau : en présence de tanins, verts (tanins catéchines) ou bleu foncé (gallo-tanins).

➤ *Les anthocyanines*

5ml de l'infusé sont mélangés avec 4ml d'hydroxyde d'ammoniac à 30%. L'apparition d'une coloration rouge indique la présence des anthocyanines.

➤ *Les flavonoïdes*

Introduire 10g de la poudre sèche dans 150ml de HCl à 37%, dilué à 1%. Laisser pendant 24h puis filtrer et procéder au test suivant :

À 10ml du filtrat rajouter 5 ml de NH_4OH à 30%, le milieu est ainsi basique. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration jaune dans la partie supérieure du tube à essai.

III.11. Analyses biologiques

III.11.1. Activité antioxydante

✚ *Principe (MEKHADMI. N El., 2021).*

La méthode de DPPH présente plusieurs avantages du fait qu'elle est indépendante, simple et rapide. Le test consiste à mettre le radical DPPH (de couleur violette) en présence des molécules dites « antioxydants » afin de mesurer leur capacité à réduire le radical DPPH.

La forme réduite (de couleur jaune) n'absorbe plus, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde (*figure III.12*).

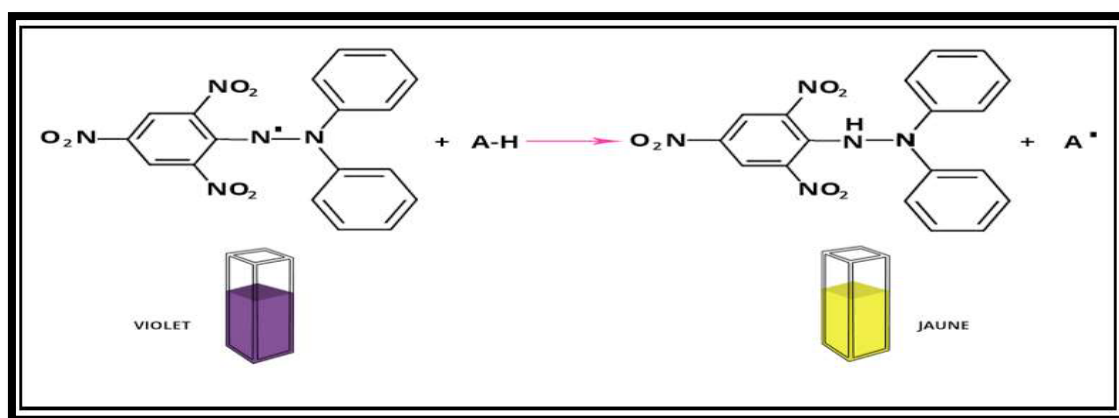


Figure III.12: Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).

✚ *Préparation la solution mère du DPPH*

- On pèse 0,1g de la poudre DPPH ;
- Dans une fiole de 100ml, verser la masse du DPPH avec le méthanol jusqu'à le trait de jauge.

✚ *Préparation des solutions filles*

- On prépare différentes concentrations (M) du DPPH (2,5 /5 /10 /15 /20) dans des fioles de 25ml.

✚ *Préparation l'extrait méthanoïque*

- On prépare une autre solution de 15g de la poudre végétale avec 90 ml de Méthanol ;
- On laisse dans le réfrigérateur pendant 48h ;
- On filtre l'extrait par le papier filtre Wattman.

✚ *Essai au DPPH*

➤ *Préparation de blanc*

- On prépare 100 µl d'extrait méthanoïque avec 4 ml de méthanol.

➤ *Préparation de contrôle*

- On mélange 4 ml de DPPH avec 100 µl de méthanol.

➤ **Préparation de l'échantillon**

- On mit 4 ml de DPPH de concentration de 6×10^{-5} M avec différentes concentration (100, 50, 25) μ l de l'extrait méthanoïque ;
- Puis on le maître dans l'UV avec une longueur d'onde de 517 nm. pour calculer l'absorbance à chaque instant (0, 1, 5, 15, 30, 45, 60) min jusqu'à la stabilisation.

Le protocole utilisé pour l'évolution de l'effet des extraits de la plante contre le radical DPPH. Le tableau (III.2) résume le protocole de l'activité antioxydante des extraits.

	Extrait de méthanol	Méthanol	DPPH
Blanc	100 μ l	4 ml	
contrôle		100 μ l	4 ml
Echantillon	100 μ l		4 ml

Tableau III.2 : Protocole de l'activité antioxydante des extraits (MERATATE. F., 2017).

✚ **Expression des résultats**

Pour obtenir la concentration efficace qui réduit la concentration initiale de DPPH de 50%, les résultats sont exprimés en activité antioxydante.

$$AA\% = 100 - [(ABS_{test} - ABS_{blanc}) \times 100] / ABS_{control}$$

$$Inhibition \% = (ABS_{control} - ABS_{test}) / ABS_{control} \times 100$$

D'où :

- **AA** : activité antioxydante.
- **ABS** : absorbance à la longueur d'onde de 517 nm.

III.11.2. Activité antibactérienne

✚ **Souches utilisées**

Les souches utilisées (Les souches de références) dans cette étude sont des bactéries pathogènes provenant de l'ATCC (American Type Culture Collection) : deux types Gram négatif *Enterococcus faecalis* ATCC49452, (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) et de deux types Gram positif (*Staphylococcus aureus* TCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC10876) toutes conservées à 5°C dans des tubes préalablement stérilisés.

✚ Préparation de l'inoculum

L'activité antibactérienne doit être atteinte sur de jeunes souches en phase de croissance exponentielle. Pour leur réactivation, les souches ont été sous-cultivées en striant des Mueller Hinton préformés dans des boîtes de Pétri, puis incubées à 37°C pendant 24 heures.

Pour préparer l'inoculum, prélever 3 à 5 colonies similaires bien isolées à l'aide d'un anneau de platine et égoutter dans de l'eau physiologique stérile.

La suspension bactérienne a ensuite été homogénéisée à l'aide d'un vortex et sa turbidité ajustée à 0,5 Mc Farland, soit une densité optique égale à 0,08 à 0,13 lue à une longueur d'onde de 625 nm (*FERTOOUT-MOURI. N et al., 2016*).

Puis on fait des puits pour chaque boîte et les remplir avec nos extrait (liquide de *Carthamus caeruleus L* par clevenger, liquide de *Carthamus caeruleus L* par l'entraînement à la vapeur, l'Hexane, HE d'*Inula Viscosa L* et de *Carthamus caeruleus L*, les crèmes fraîches et cuits).

Les boîtes de Pétri sont ensuite incubées dans une incubateur à 37°C pendant 24.

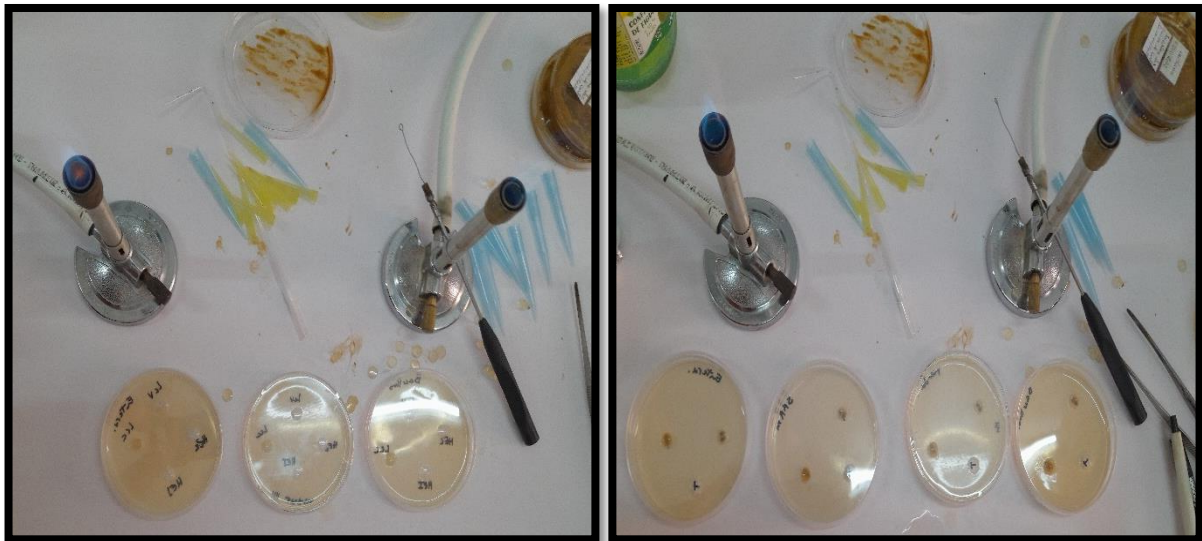


Figure III.13: Préparation de l'inoculum bactérien.

III.11.3. Activité cicatrisante (*SENE. M et al., 2020*)

La brûlure est une agression de la peau pouvant évoluer d'une lésion à une destruction du revêtement cutané ou des tissus sous-jacents.

Des plantes ont été utilisées avec succès comme cicatrisante dans la prise en charge des plaies et des brûlures.

✚ But

Le but de cette étude était d'évaluer l'activité cicatrisante des racines de *Carthamus caeruleus L* dans un modèle de brûlures.

✚ Mode opératoire

a) Formulation de pommade fraîche

- On lever la croute des racines de *Carthamus caeruleus L* ;
- On pèse une masse de 100g puis on les coupe des petits morceaux après on passe au broyage par le hachoir avec quelques millilitres de l'eau distillée ;
- Presser la quantité obtenue par un tissu fine ;
- On le conserver dans le frigo jusqu'à leur utilisation.

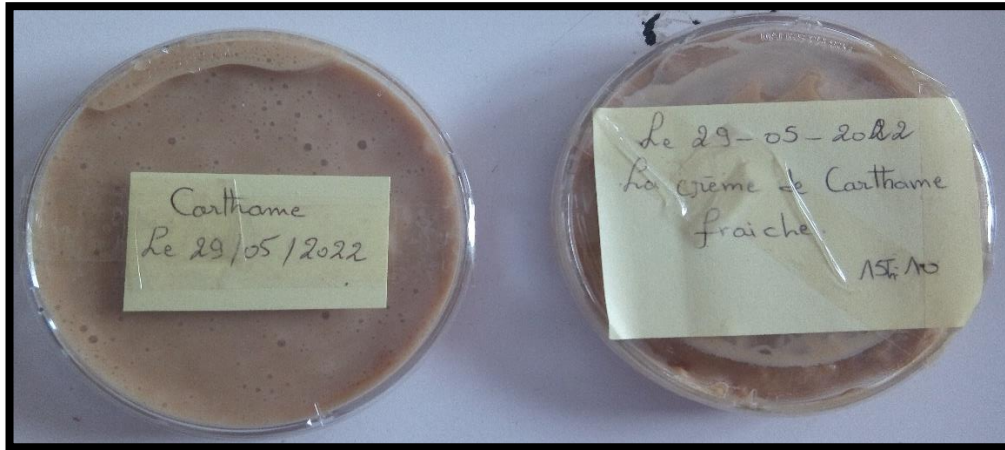


Figure III.14: La pommade fraîche de *Carthamus caeruleus L*.

✚ Les fonctions de la pommade

✓ pH

On plonge l'électrode du pH-mètre dans la crème liquide (5g de la crème dilué dans 50 ml de l'eau distillée), la lecture est faite.

✓ La couleur

✓ L'odeur

✓ La solubilité

✓ Trituration entre le pouce et l'index

• Déroulement de test

Sur la zone brûlée du pied d'une étudiante (brûlure accidentelle), après le 5ème jour de la brûlure, appliquer une crème de préparation traditionnelle au moins 3 fois par jour pendant une semaine.

b) Formulation de pommade cuite

- Procédure d'extraction

On prend une quantité de 100g des racines de même plante qui on a utilisé par la méthode d'entraînement de la vapeur, et on suit les mêmes étapes précédentes.

c) Conservation des pommades cuites

On conserve l'une des pommades cuites dans un frigo et l'autre à l'abri de la lumière.

On résume notre procédure par le schéma suivant :

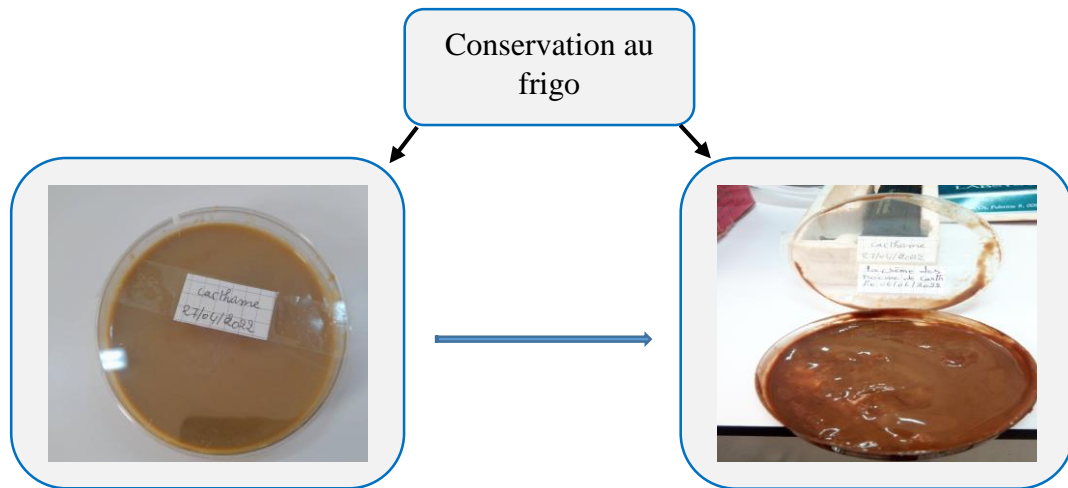


Figure III.15 : Temps de conservation de la pommade cuite dans le frigo.

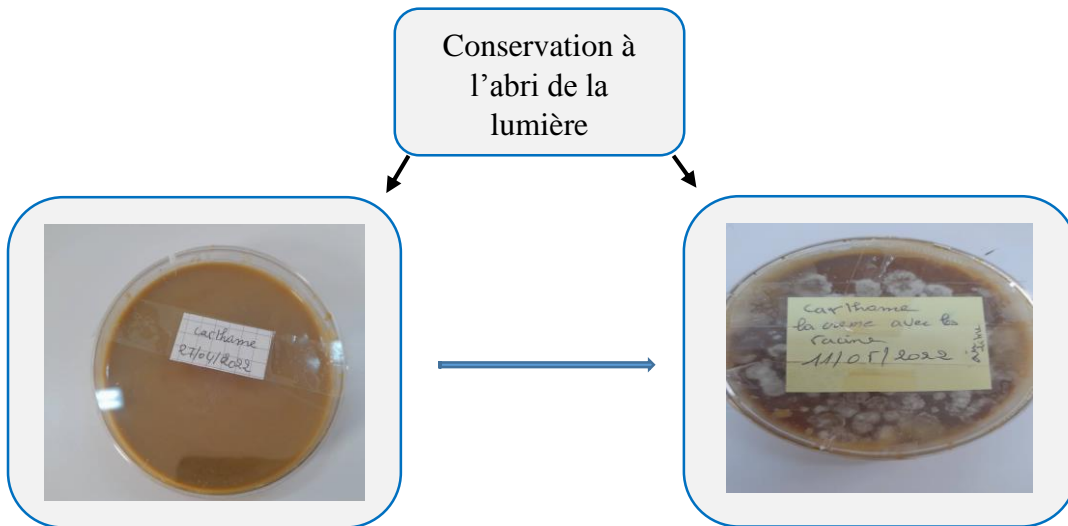


Figure III.16 : Temps de conservation de la pommade cuite à labri de lumière.

CHAPITRE IV :

RÉSULTATS ET DISCUSSION



Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. Analyses physico-chimiques

IV.1.1. Analyses physiques

IV.1.1.1. Rendement

Les rendements en huile essentielle des plantes étudiées sont regroupés dans le tableau (IV.1).

La plante	Masse de la plante (g)	Masse d'HEs (ml)	Rendement (%)
<i>Inula viscosa L</i>	36,21	1,2	3,31
<i>Carthamus caeruleus L</i>	80	0,2	0,25

Tableau IV.1: Résultats de rendement.

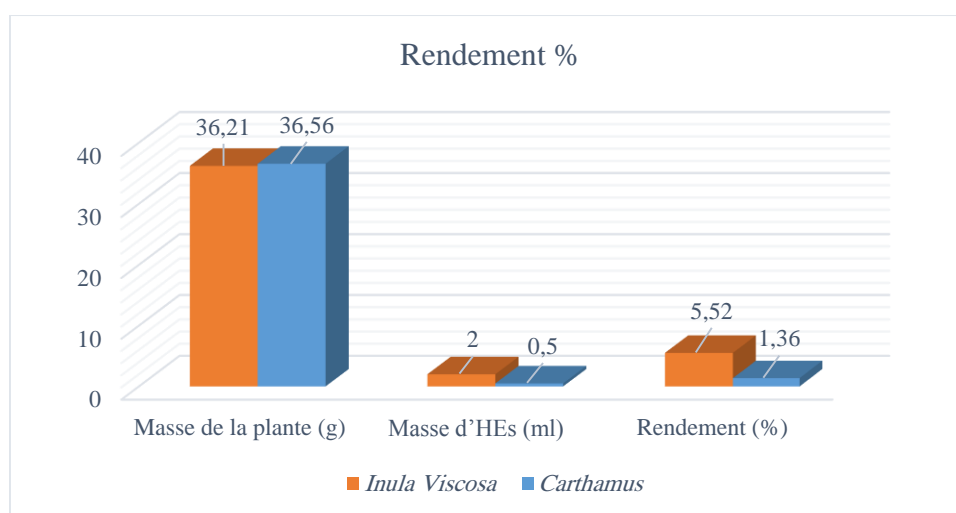


Figure IIV.1 : Rendement des huiles essentielles.

Les racines d'*Inula viscosa L* ont fourni un rendement en huile essentielle d'environ **5,52%**. Ce taux est légèrement supérieur à celui trouvé par les travaux de l'auteur (*ONOUGH. A., 2021*) est de **0,34%**. Il est aussi proche à celui obtenu par (*HAOUI. I E., 2011*) qui est d'environ (3,21-6%) au mois décembre et juin. Concernant le *Carthamus caeruleus L* on a **1,36%**.

Bien que les techniques d'extraction soient les mêmes, les différences dans la quantité d'extrait peuvent être dues à l'origine géographique de la plante, aux conditions climatiques et à la saison de récolte. De plus, le séchage et le stockage de la matière végétale et la méthode d'extraction affectent largement sur la qualité organoleptique des extraits, en particulier des huiles essentielles (*SIDE LARBI. KH., 2015*).

IV.1.1.2. Taux d'humidité

Les résultats obtenus pour les calculs des taux d'humidité des différentes parties des deux plantes étudiées sont présentés ci-dessous.

	<i>Inula viscosa L</i>		<i>Carthamus caeruleus L</i>	
	Feuilles	Racines	Feuilles	Racines
Humidité (%)	80,26	59,53	83,30	57,55

Tableau IV.2: Résultats de taux d'humidité des deux plantes.

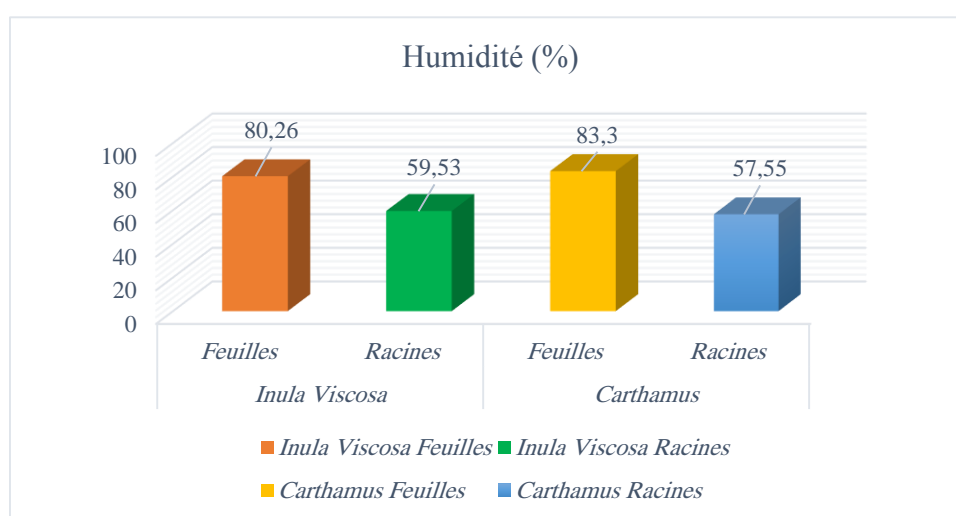


Figure IV.2 : Taux d'humidité des deux plantes.

D'après la (Figure IV.2) montrée ci-dessus, on observe que les valeurs de la partie aérienne sont élevées comparées à celles de la partie racinaire, les pourcentages de (*Inula viscosa L* et *Carthamus caeruleus L*) ont révélé un taux humidité important montre des valeurs respectives : **80,26%, 59,5%, 83,3%, 57,55%** qui signifie que plus de la moitié de poids des feuilles et des racines fraîches des deux plantes sont constituées par l'eau, les reste représente la matière sèche. D'après (DJELILI. F., 2007), la teneur en eau est **84,1%** donc on a des résultats comparables.

Le séchage peut faciliter l'opération d'extraction par le solvant organique. Il est important d'éliminer l'humidité des feuilles et des racines soit par un séchage doux à l'abri de la lumière pendant un temps de séchage lié aux caractéristiques de la matière végétale.

IV.1.1.3. La perte à la dessiccation

La perte à la dessiccation permet de déterminer le poids perdu de la matière végétale à l'étuve, le tableau (IV.3) résume les résultats obtenus.

Echantillon	Perte à la dessiccation(%)
<i>Inula viscosa L</i>	8,8
<i>Carthamus caeruleus L</i>	11,4

Tableau IV.3: Résultats de la perte à la dessiccation des deux plantes.

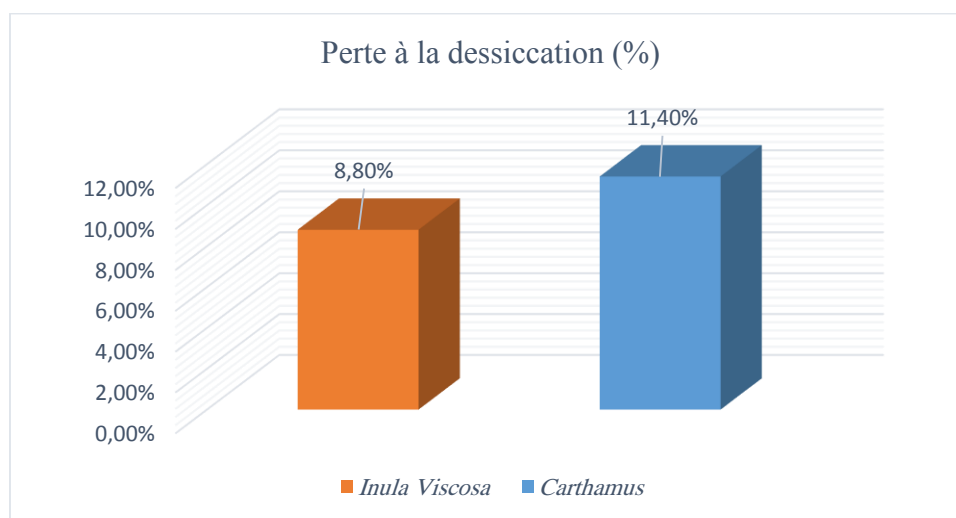


Figure IV.3 : La perte à la dessiccation.

La perte à la dessiccation est la diminution de la teneur en eau par le séchage jusqu'à un certain limite à cause de l'équilibre de l'humidité de la matière végétale.

À travers ces résultats, nous remarquons le changement du poids d'*Inula viscosa L* (8,8%) plus que la valeur du *Carthamus caeruleus L* (11,4%). On conclut que la plante contient un taux d'eau élevé.

IV.1.1.4. Indice de gonflement

Indice de gonflement permet de déterminer la capacité d'absorption de l'eau par la matière végétale le tableau (IV.4) représente les différentes valeurs de l'indice de gonflement.

Echantillon	<i>Inula viscosa L</i>	<i>Carthamus caeruleus L</i>
Masse initiale	20	20
Masse finale	113,35	111,35

Tableau IV.4: Résultats de l'indice de gonflement des deux plantes.

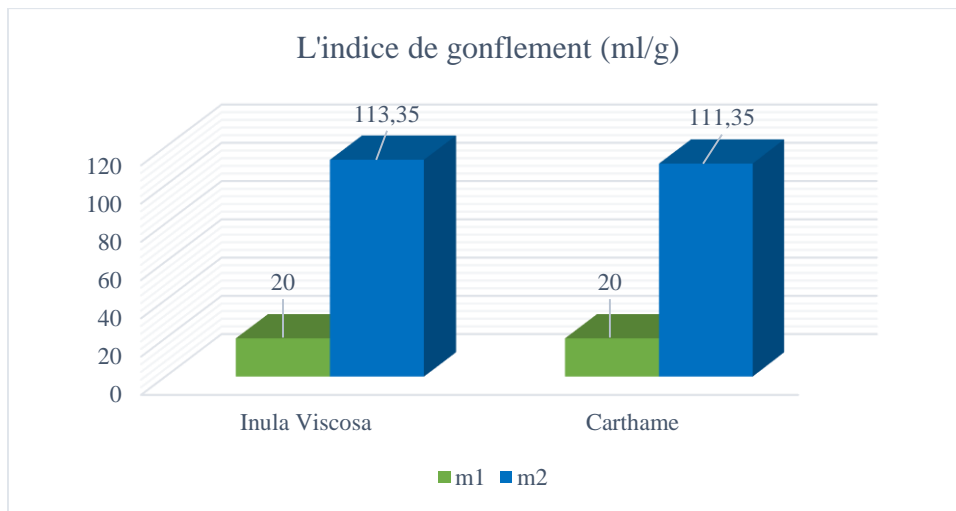


Figure IV.4 : L'indice de gonflement.

On remarque les valeurs de l'indice de gonflement d'*Inula viscosa L* est **113,5 ml/g** cette valeur est proche par-rapport au l'indice de gonflement de *Carthamus caeruleus L* est de **111,35 ml/g** qui prouve l'absence de mucilage dans les feuilles.

IV.1.1.5. Dosage des cendres totales

C'est une évaluation de la teneur en éléments minéraux des matières végétales.

Echantillon	Cendre total (%)
<i>Inula viscosa L</i>	10
<i>Carthamus caeruleus L</i>	5

Tableau IV.5: Résultats des cendres totales des deux plantes.

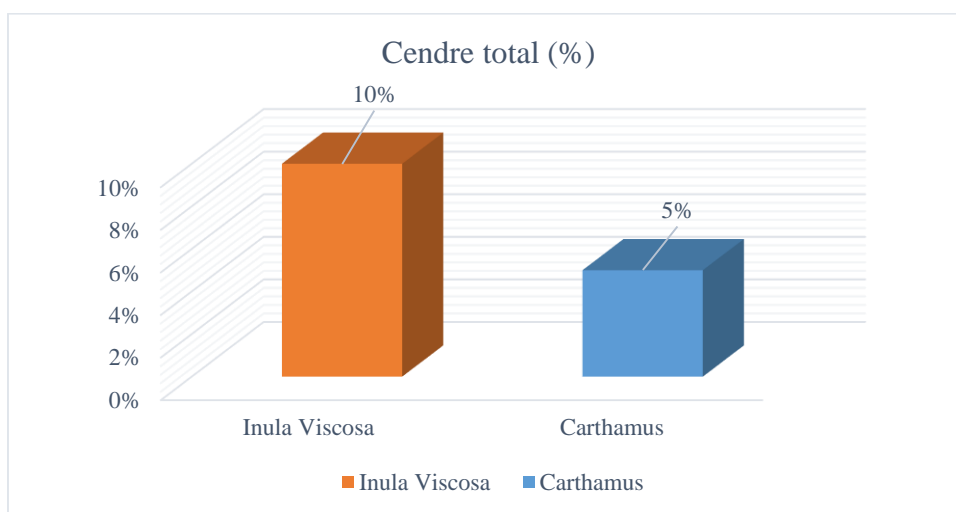


Figure IV.5 : Les cendres totales.

Les plantes étudiées renferment un taux en cendres totales considérable sur les feuilles *Inula viscosa L* et *Carthamus caeruleus L* dont les valeurs sont **10%** et **5%** respectivement. qui indiquent une faible teneur en éléments minéraux des matières végétales.

IV.1.1.6. Indice de réfraction (IR)

L'indice de réfraction donne une estimation sur le rayon lumineux, le tableau (IV.6) représente les résultats obtenus.

Echantillon	Indice de réfraction
<i>Inula viscosa L</i>	1,4751
<i>Carthamus caeruleus L</i>	1,3752

Tableau IV.6: Résultats de l'indice de réfraction des deux plantes.

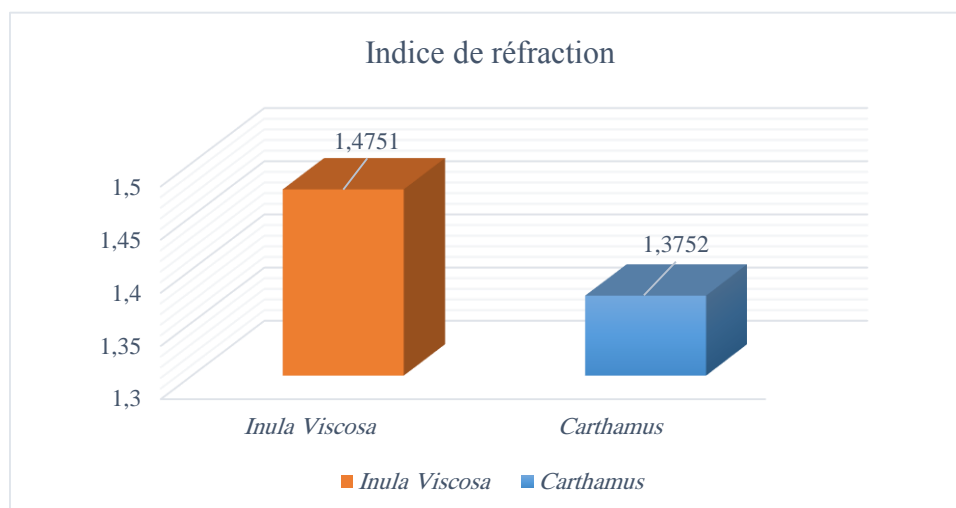


Figure IV.6 : L'indice de réfraction.

L'indice de réfraction de (IR₂₀) de **1,4751**. C'est une grande valeur d'indice de réfraction, c'est-à-dire que l'HE est de bonne qualité. Et pour le *Carthamus caeruleus L*, on a obtenu une valeur de **1,3752** à T=22.8°C.

D'après la norme **AFNOR., 2005** précise les huiles essentielles ont un indice de réfraction compris entre **1,495** et **1,513** (1,495 huiles haute qualité et 1.513 pour une huile de basse qualité).

Plus d'information, l'indice de réfraction diminue avec l'augmentation de la température.

IV.1.1.7. Densité

La densité des huiles est fonction non seulement de l'instauration, mais aussi de l'état d'oxydation ou de polymérisation. Les huiles fortement acides ont une densité inférieure à celle des huiles neutres correspondantes et les acides gras ont une densité inférieure à celle de leurs glycérides. Le tableau (IV.7) résume les résultats obtenus.

Caractéristique	HE en I.V	HE en C	Valeurs de références	Références
Densité (g/cm)	0,839	0,995	0,9	ISO 279 :1998

Tableau IV.7: Résultats de la densité des deux plantes.

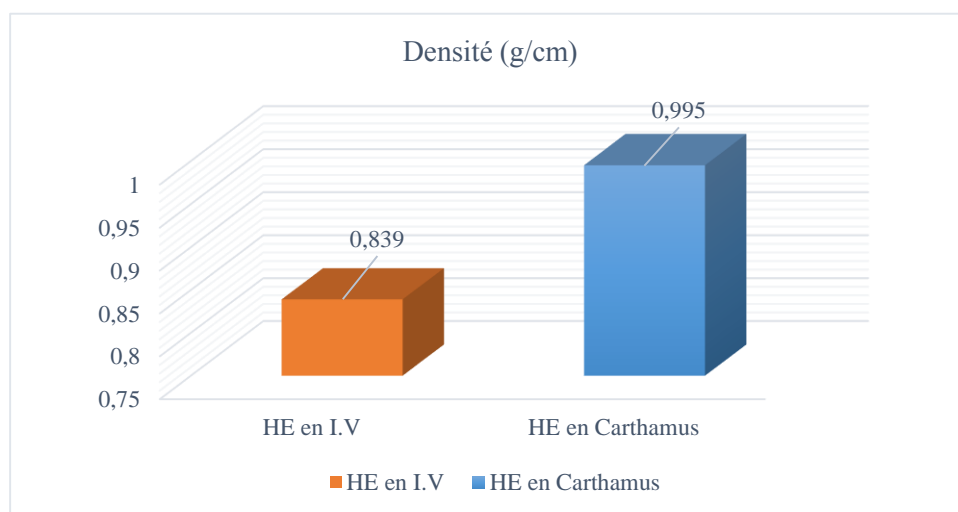


Figure IV.7 : La densité.

Au vu des résultats obtenus, on observe que les valeurs de paramètre physique de densité sont inférieures à 1 pour les deux plantes respectivement **0,839g/cm** et **0,995g/cm**. D'après l'*AFSSAPS (2008)*, les HEs sont plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau.

IV.1.1.8. Mesure de pH

Caractéristique	HE en I.V	HE en C	Valeurs de références	Références
pH	7,16	7,34	6-7	ISO 709:2001

Tableau IV.8: Résultats de pH des deux plantes.

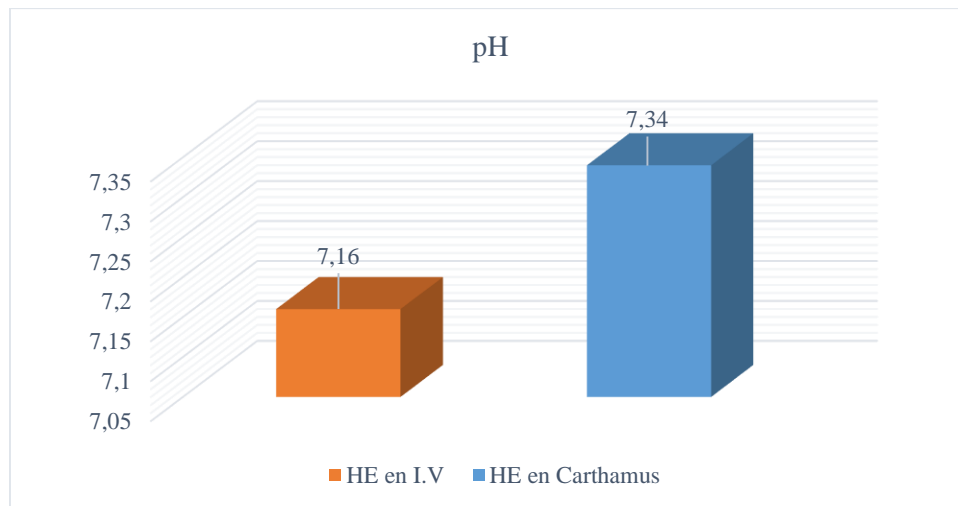


Figure IV.8 : Le pH.

L'huile essentielle d'*Inula viscosa L* et de *Carthamus caeruleus L* présente un pH de **7,16** et **7,34** respectivement selon les normes d'**ISO 709:2001**.

IV.1.2. Analyses chimiques

IV.1.2.1. Indice d'acide (IA)

Caractéristique	HE en I.V	HE en C
Indice d'acide (mg/g)	33,66	16,83

Tableau IV.9: Résultats de l'indice d'acide des deux plantes.

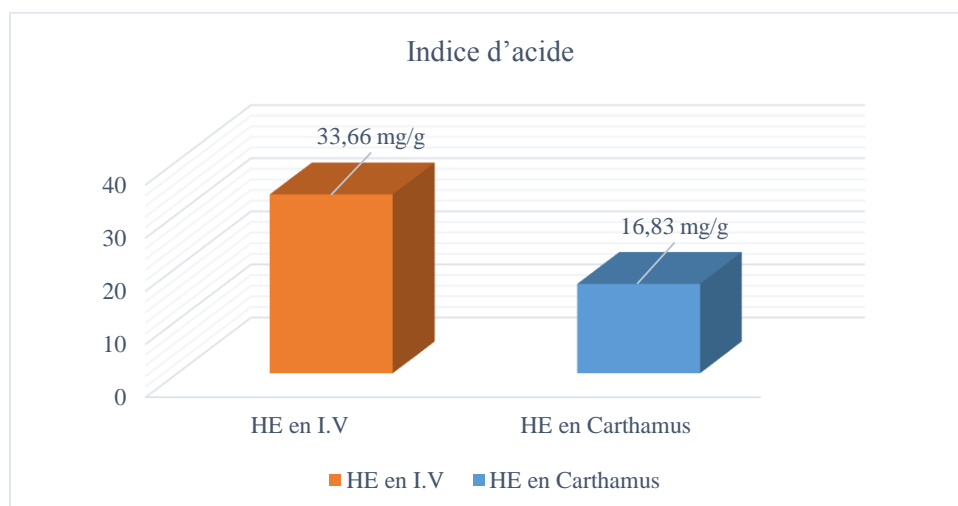


Figure IV.9 :L'indice d'acide.

Notre analyse a montré que l'huile en *Inula viscosa L* a un indice d'acide très élevé **33,66mg/g** par rapport au *Carthamus caeruleus L* a une valeur de **16,83mg/g**.

Ces résultats démontrent la présence d'acide libre dans 1 g de la matière végétale, indiquant une bonne conservation de l'HE.

IV.1.2.2. Indice d'ester (IE)

Caractéristique	HE en I.V	HE en C
Indice d'ester	44,31	39,27

Tableau IV.10: Résultats de l'indice d'ester des deux plantes.

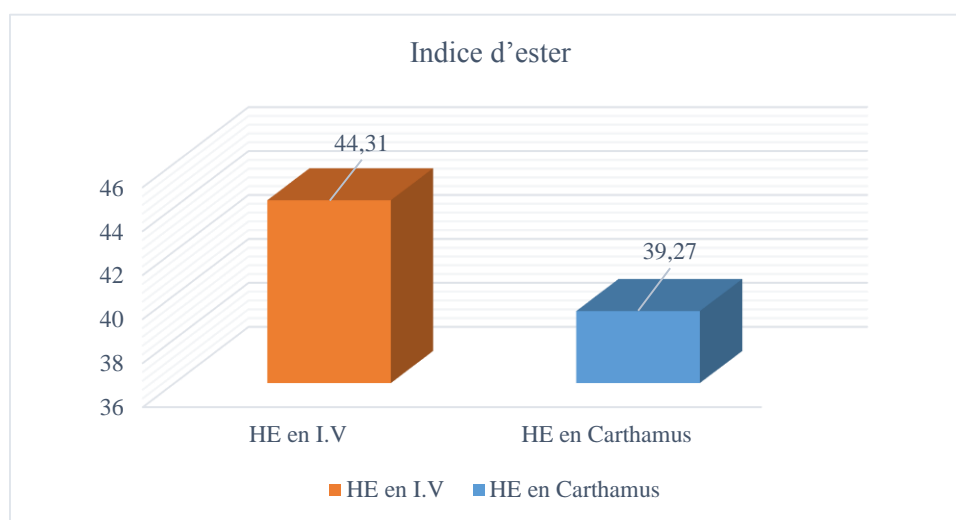


Figure IV.10 :L'indice d'ester.

Plus l'indice d'ester élevé la quantité d'HE est meilleure, notre l'huile montre que *Inula viscosa L* a un indice d'ester de **44,31mg/g** est supérieur que le *Carthamus caeruleus L* de **39,277mg/g**.

Selon les propriétés physicochimiques plus la quantité de l'huile est élevé plus l'indice d'ester est élevé.

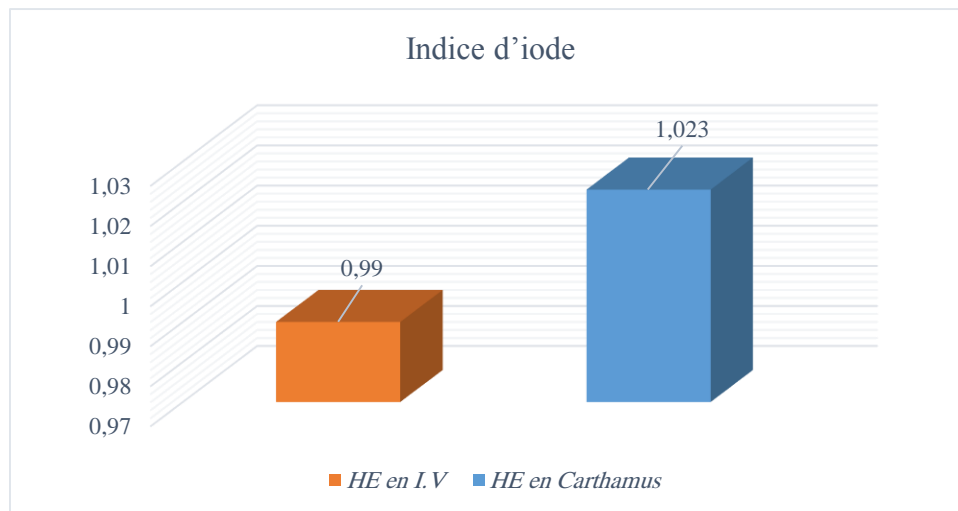
IV.1.2.3. Indice de saponification (IS)

Par définition, l'indice de saponification et la quantité de sel de potassium exprimé convertir les acides gras libres et liées et contenus en savons en mg dans un gramme de corps gras.

Autant que, on n'a pas une grande quantité de l'huile des deux plantes qui prouve l'absence de l'indice de saponification de notre expérience.

IV.1.2.4. Indice d'iode (II)

Caractéristique	HE en I.V	HE en C
Indice d'iode	0,99	1,023

Tableau IV.11: Résultats de l'indice d'iode des deux plantes.*Figure IV.11 :L'indice d'iode.*

L'indice d'iode est mesure des acides gras et leurs esters. Les résultats de ce paramètre sont indiqués par **0,99mg/g** et **1,023mg/g** respectivement. Cette l'huile avec un indice d'iode compris entre **(0-50) mg/g** selon la norme (*VAITILAIGOM., 2007*).

IV.2. Le phyto-chimique des plantes (screening chimique)

Les résultats des différents tests phyto chimiques des deux (02) plantes sont rassemblés dans le tableau suivant :

Substances testés	<i>Inula viscosa L</i>	<i>Carthamus caeruleus L</i>
Tanins	+	+
Saponosides	-	+
Coumarines	+	-
Glucides	+	+
Alcaloïdes	+	+
Flavonoïdes	+	+
Anthocyanines	-	-

(+) : Présence

(-) : Absence

*Tableau IV.12: Résultats de différentes caractéristiques phytochimiques retrouvées dans les feuilles d'*Inula viscosa L* et *Carthamus caeruleus L*.*

Le screening phytochimique réalisé sur la poudre et l'infusé des feuilles d'*Inula viscosa L* et du *Carthamus caeruleus L* a révélé comme suit :

Pour *Inula viscosa L*

Les tests phytochimiques d'extraits des feuilles séchées d'*Inula Viscosa* ont montrés une richesse en coumarines, alcaloïdes, glucides, tanins et en flavonoïdes.

Par contre les dérivés : les anthocyanines et les saponosides ont été testés négativement.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par (**OUAHCHIA C., 2018**) qui indique la présence : des flavonoïdes, tanins, glucides et des coumarines.

Selon (**ENAM KH., 2007**) on trouve la présence des coumarines et l'absence les anthocyanines, ainsi que la présence des saponosides sont assemblés par (**BOUMAZA Dj., 2011**).

Pour *Carthamus caeruleus L*

En ce qui concerne les feuilles de *Carthamus caeruleus L*, ils se sont révélé que les feuilles de la plante sont caractérisées par une forte proportion des alcaloïdes, tanins, flavonoïdes, glucides, saponosides et une absence totale des anthocyanes et des coumarines.

(XIDAN ZHOU. ZH *et al.*, 2014) ont par ailleurs, mis en évidence chez cette espèce la présence de flavonoïdes dans des extraits éthanoliques de feuilles séchées.

IV.3. Analyses biologiques

IV.3.1. Activité antioxydante

La méthode de DPPH a été choisie, en raison de sa simplicité, rapidité, sensibilité et de sa reproductibilité.

Une solution du DPPH dans le méthanol est caractérisée par une couleur violette intense qui absorbe la lumière à 517 nm. L'absorbance diminue et la couleur disparaît progressivement en accord avec la réduction du DPPH par ces antioxydants. Donc le pouvoir antioxydant de l'extrait des feuilles de *Carthamus caeruleus L* évalué par cette technique, est inversement proportionnel à la disparition de la couleur violette du DPPH.

- Les résultats sont enregistrés dans les tableaux ci-dessous :

➤ 100µl :

- **Blanc** : 0.087
- **Contrôle** : 0.275

Temps	0	1	5	15	30	45	60	75
Abs	0,095	0,092	0,091	0,090	0,089	0,087	0,083	0,083
AA %	97,09	98,18	98,54	98,90	99,27	100	101,45	101,45
Inhibition	65,45	66,54	66,90	65,27	67,63	68,36	69,81	69,81
[C]*10 ⁻⁵	2.11	2.04	2.02	2	1.97	1.93	1.84	1.84

Tableau. IV. 13: Résultats de l'activité antioxydante pour 100µL de l'extrait méthanolique de Carthamus caeruleus L.

➤ 50µl :

- **Blanc** : 0.071
- **Contrôle** : 0.445

temps	0	1	5	15	30	45	60
Abs	0,011	0,009	0,006	0,004	0,004	0,003	0,003
AA %	86,51	86,07	85,39	84,94	84,94	84,71	84,71
Inhibition (%)	97,52	97,97	98,65	99,10	99,10	99,32	99,32
[C]*10 ⁻⁶	1.46	1.2	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4

Tableau IV.14: Résultats de l'activité antioxydante pour 50µl de l'extrait méthanolique de Carthamus caeruleus L.

➤ 25µl :

- *Blanc* : 0.072
- *Contrôle* : 0.447

Temps	0	1	5	15	30	45	60
<i>Abs</i>	0,095	0,092	0,088	0,080	0,080	0,080	0,080
<i>AA %</i>	94,85	95,52	96,42	98,21	98,21	98,21	98,21
<i>Inhibition</i>							
(%)	78,74	79,41	80,31	82,10	82,10	82,10	82,10
<i>[C].10⁻⁵</i>							
(mg/ml)	1.27	1.23	1.18	1.07	1.07	1.07	1.07

Tableau IV.15: Résultats de l'activité antioxydante pour 25µl de l'extrait méthanoïque de *Carthamus caeruleus L.*

- Pour calculer la concentration, on utilise la loi de Beer-Lambert :

$$A = \epsilon \cdot L \cdot C \implies \epsilon = A / L \cdot C$$

D'où:

- *C* : $6 \cdot 10^{-5}$ (la concentration de la solution DPPH) ;
- *L* : 1cm (l'épaisseur de la cuve).

➤ Pour 100µL :

$$A = 0.275. \quad \epsilon = 4500 \text{ ml.mg}^{-1}.\text{cm}^{-1}.$$

➤ Pour 50µL :

$$A = 0.445. \quad \epsilon = 7500 \text{ ml.mg}^{-1}.\text{cm}^{-1}.$$

➤ Pour 25µL :

$$A = 0.447. \quad \epsilon = 7450 \text{ ml.mg}^{-1}.\text{cm}^{-1}.$$

Tracement des graphes de pourcentage de DPPH (inhibition) en fonction de concentration :

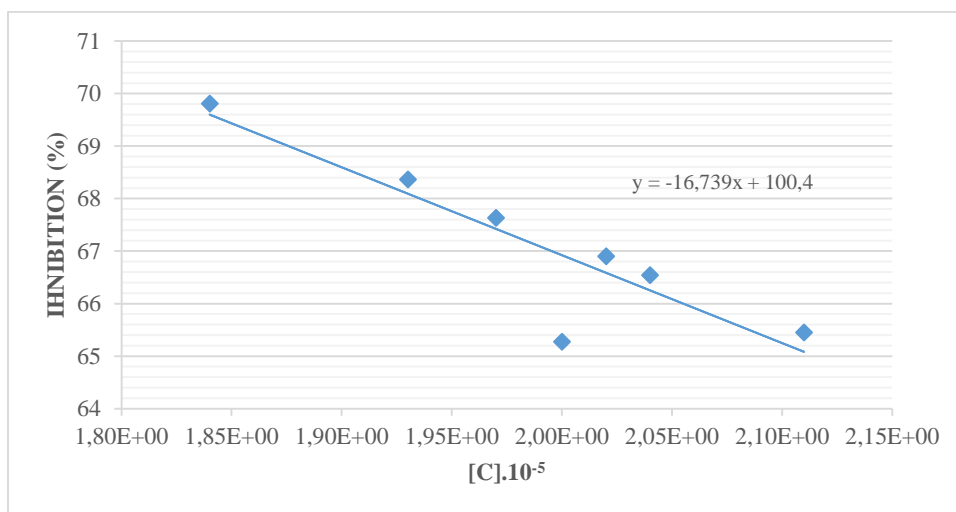


Figure IV.12: Les pourcentages de DPPH (Inhibition) en fonction de la concentration de 100 μ l.

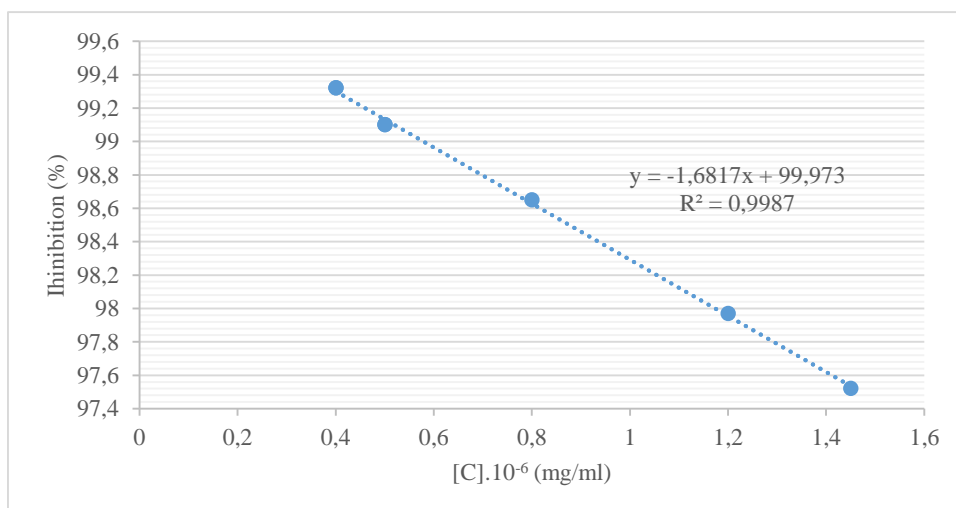


Figure IV.13: Les pourcentages de DPPH (Inhibition) en fonction de la concentration de 50 μ l.

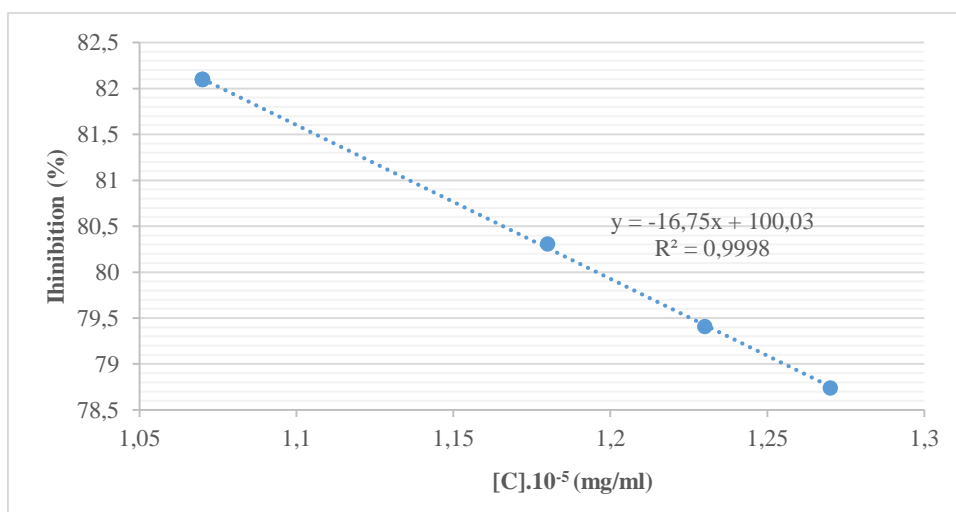


Figure IV.14: Les pourcentages de DPPH (Inhibition) en fonction de la concentration de 25 μ l.

D'après l'expérience on voit que l'activité antioxydante et le pourcentage d'inhibition augmente et l'absorbance diminue.

À partir de ces courbes que nous avons pu déterminer la valeur inhibitrice de 50% du radical libre DPPH (CI₅₀), plus cette valeur est petite, plus l'échantillon présente une bonne activité antioxydante.

	CI ₅₀
100µl	1.61
50µl	0.74
25µl	0.8

Tableau IV.166 : Résultats de la concentration d'inhibition de 50% des radicaux libres.

On conclure :

50µl > 25µl > 100µl, donc la valeur la plus faible de la CI 50 reflète la meilleure action protectrice. Selon les résultats obtenus, à une concentration de **0.74 mg/ml** l'H.E a présenté un pourcentage d'inhibition maximal de 50%.

IV.3.2. Activité antibactérienne

La détermination de la zone d'inhibition peut estimer la sensibilité ou résistance des souches bactériennes aux extraits testés. L'extrait était considéré comme bactéricide si aucune colonie n'était observée dans la zone d'inhibition. Au lieu de cela, lorsque certaines colonies sont présentes même à faible densité, on dit qu'elle est bactériostatique.

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>LCC</i>	-	-	0,4 cm	-
<i>LCV</i>	-	-	0,7 cm	-
<i>HEI</i>	-	0,9 cm	0,5 cm	0.1 cm
<i>HEC</i>	-	-	0,9 cm	-
<i>CF</i>	-	1,2 cm	-	-
<i>CC</i>	-	1,4 cm	-	-
<i>Héxane</i>	/	/	0,2 cm	/

LCC : liquide du *Carthamus caeruleus* .L par Clevenger. *LCV* : liquide du *Carthamus caeruleus* .L par l'entraînement de vapeur. *HEI* : Huile essentielle d'*Inula Viscosa* .L. *HEC* : Huile essentielle de *Carthamus caeruleus* .L. *CF* : Crème Fraîche. *CC* : Crème Cuite.

Tableau IV.17 : Les diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes des différents extraits.

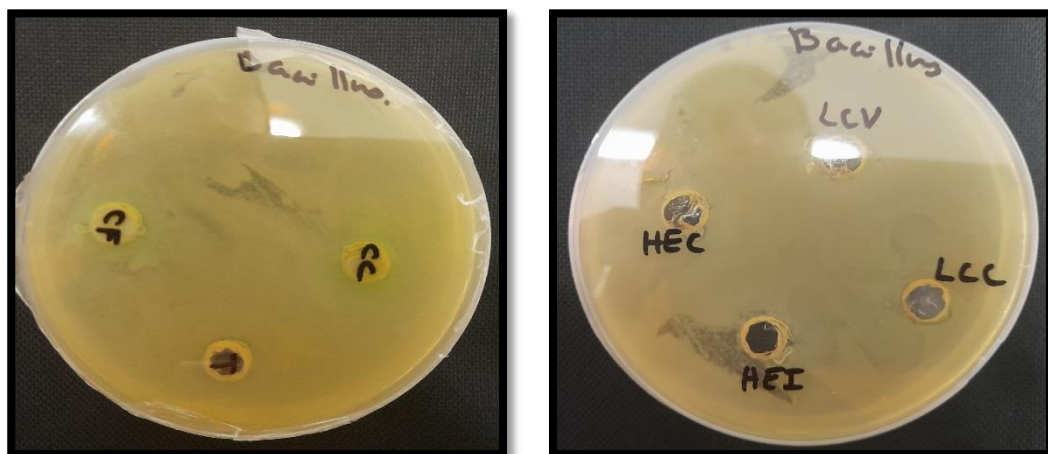


Figure IV.15 : L'effet bactéricide sur la souche bactérienne *Bacillus cereus*.

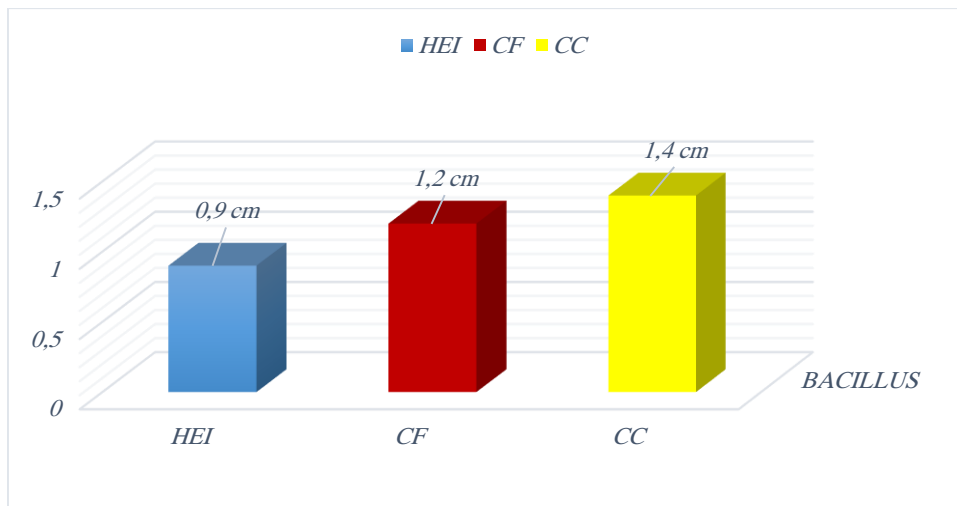


Figure IV.15: Les résultats de la zone d'inhibition pour *Bacillus cereus*.

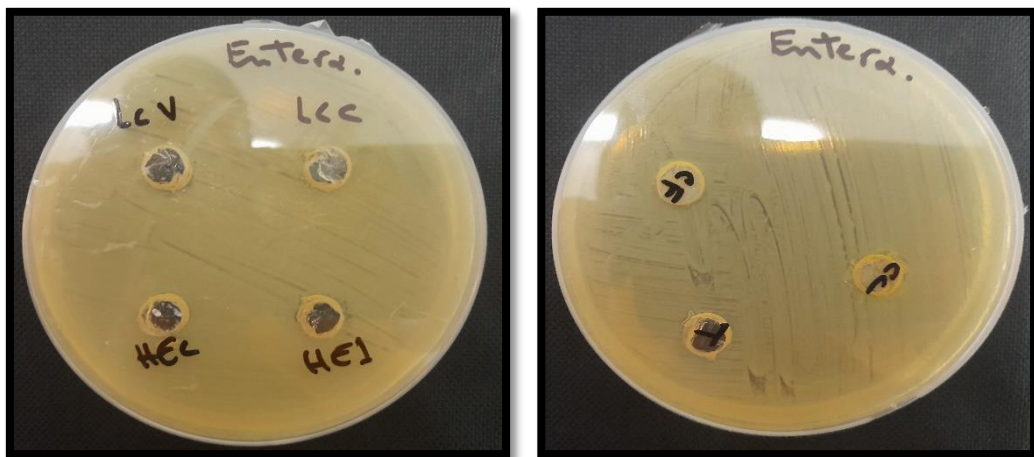


Figure IV.16: L'effet bactéricide sur la souche bactérienne *Enterococcus faecalis*.

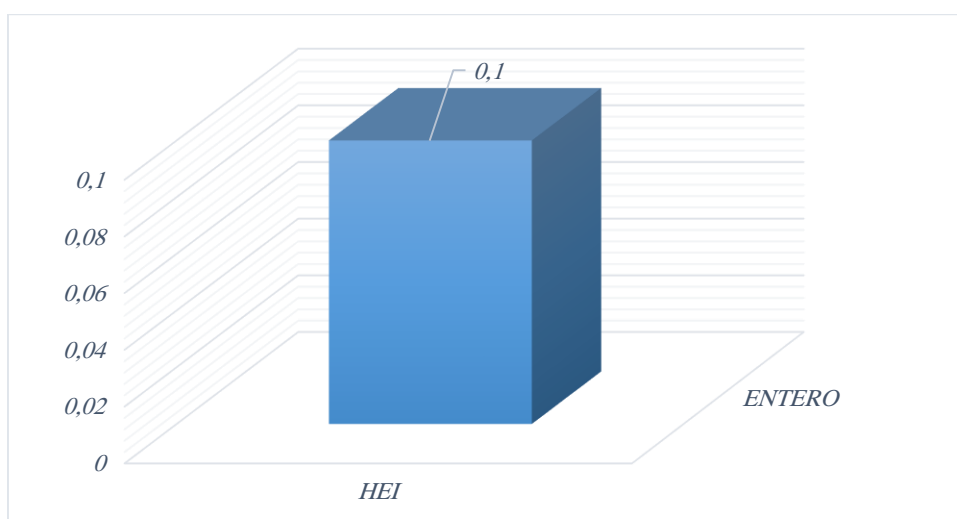


Figure IV.17: Les résultats de la zone d'inhibition pour *Enterococcus faecalis*.



Figure IV.18: L'effet bactéricide sur la souche bactérienne *Pseudomonas aeruginosa*.

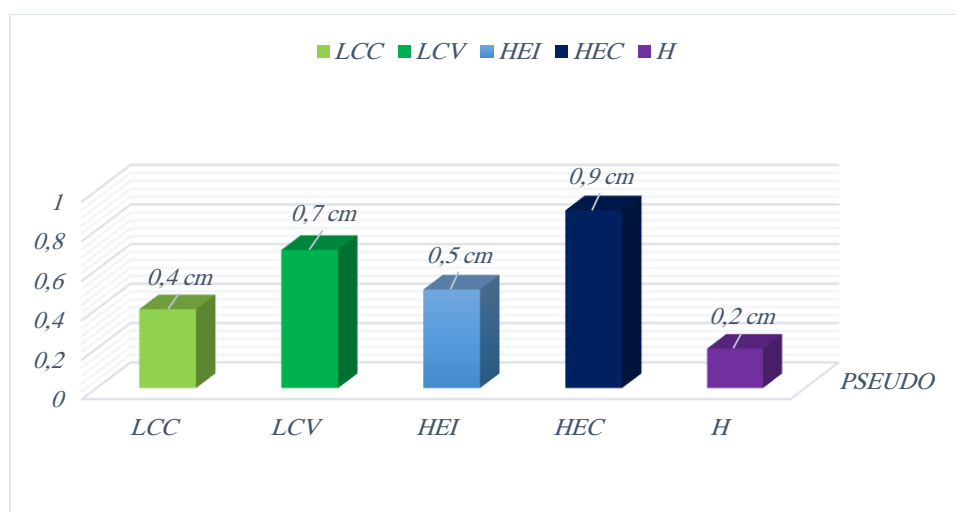


Figure IV.20 : Les résultats de la zone d'inhibition pour *Pseudomonas aeruginosa*.

- **Les deux crèmes de *Carthamus caeruleus L* (cuites et fraîches) :** ont une activité antibactérienne importante contre la zone d'inhibition *Bacillues. c* est de 12 mm pour la crème fraîche, et 14mm pour la crème cuite, donc la souche *Bacillues. c Gram⁺* est très sensible aux deux crèmes.
- **Les huiles des deux plantes :**
 - *Inula viscosa L* a une activité antibactérienne importante contre les zones d'inhibitions : *Bacillues.c*, *Pseudomonas.a* et *Interococcus.f* est 9 mm, 5 mm et 1mm respectivement.
 - *Carthamus caeruleus L* a une activité antibactérienne importante contre la zone d'inhibition *Pseudomonas.a* de 9 mm.

Les résultats ont révélées que les bactéries Gram⁺ étaient plus sensibles à ces extraits que les Gram⁻

- **Pour les extraits de *Carthamus caeruleus L*** a une activité antibactérienne importante contre la zone d'inhibition *Pseudomonas.a* :
- **Par *Clevenger* :** le diamètre est 4 mm ;

- *Par l'entraînement à la vapeur* : le diamètre est de 7 mm.

Alors, la souche *Pseudomonas.a Gram⁻* est sensible à les deux extraits.

La grande sensibilité de *Pseudomonas.aeruginosa* pourrait être due à la structure de la membrane et de la paroi cellulaire extérieure.

La résistance importante des bactéries Gram⁽⁻⁾ pour nos extraits pourrait probablement être attribuée à leurs membranes extérieures qui entourent la paroi de la cellule et qui limitent la diffusion des composés hydrophobes de couverture.

Par contre, pour les bactéries Gram⁽⁺⁾, l'absence de cette barrière permet le contact direct des constituants des composés phénoliques isolés avec les phospholipides bicouches de la membrane cellulaire (*BEN ABDALLAHA. R et al., 2019*).

IV.3.3. Activité cicatrisante

IV.3.3.1. Analyse macroscopique

✓ *Le pH*

	Crème fraîche	Crème cuite
pH	5,5	6,1

*Tableau IV.18: pH des deux crèmes de la plantes *Carthamus caeruleus L.**

Le pH d'une peau normale est légèrement acide, autour de 5,5. Le pH de votre peau peut varier considérablement en fonction de votre âge, de votre sexe, de la zone cutanée et de certains facteurs externes.

Par exemple, la peau des bébés a un pH de 7 (neutre), tandis que la peau des adolescents, qui est grasse et sujette à l'acné, a un pH alcalin.

D'après nos résultats, on a des valeurs assimilés.

✓ *La couleur*

Le tableau (VI.19) résume les couleurs des différentes crèmes réalisées.

	Crème fraîche	Crème cuite
La couleur	Beige	marron

Tableau IV.19: Les couleurs des différentes crèmes réalisées.

✓ *L'odeur*

Le tableau (VI.20) représente l'odeur des crèmes qu'on a réalisées

	Crème fraîche	Crème cuite
L'odeur	Arome de <i>Carthamus caeruleus L</i>	

Tableau IV.20: L'odeur des deux crèmes réalisées.

✓ *La solubilité*

	Crème fraîche	Crème cuite
La solubilité	Très faible de viscosité avec un peu présence de grumeaux	Un peu visqueuse sans présence des grains.

Tableau IV.21: La solubilité des deux crèmes produites.

Ces résultats confirment la bonne consistance des crèmes produites.

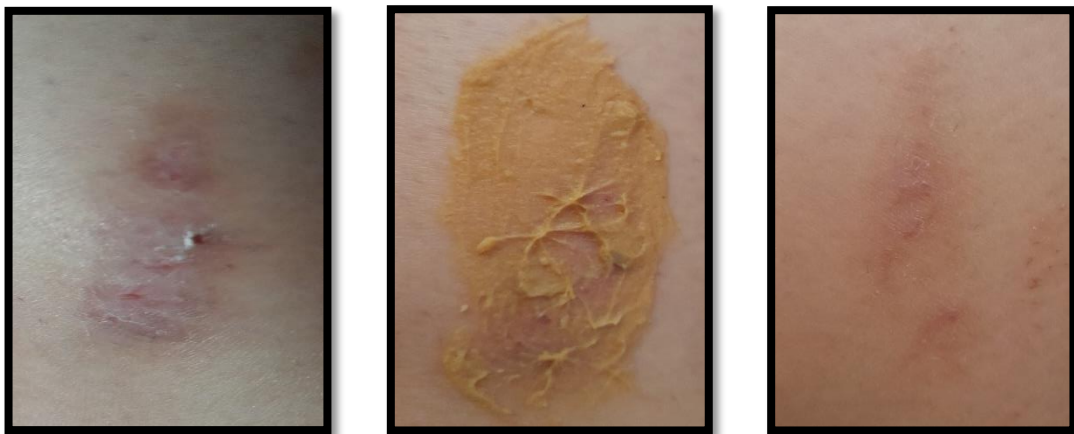
✓ *Trituration entre le pouce et l'index*

Figure IV.29: Crème triture sur le pouce et l'index.

• **Remarque**

On a remarqué que la crème est très douce et l'absence des grains, ce qui se résumait à une bonne homogénéisation lors de l'opération.

- *Test sur les brulures*



Le 5^{ème} jour avant

Le 1^{er} jour d'utilisation

Après le 7^{ème} jour

Figure IV.22 : L'effet de la crème de Carthamus caeruleus L sur les brulures.

D'après les photos, l'utilisation de la crème *Carthamus caeruleus L* on observe une forte activité sur les brulures dans en peu de temps. Cette expérience met en évidence l'efficacité de la crème *Carthamus caeruleus L*.

- *Le taux de conservation*

Taux (j)	Frigo		À l'air libre	
	Cuite	Fraiche	Cuite	Fraiche
	21 jours	14 jours	1 jour	2 jours

Tableau IV.22: Détermination de taux de conservation des crèmes.

La durée de conservation des préparations issues de la forme humide est maximum de 2 jours à température du laboratoire ; quant aux préparations élaborées de la forme sèche, elle est de 24 heures. Au frais, l'apparition des moisissures est retardée.

On conclure que la crème fraiche est plus résistante par rapport à la crème cuite à l'air libre, par contre au frigo, c'est le contraire.

CONCLUSION GÉNÉRALE



Conclusion générale

L'exploitation du potentiel biologique des espèces végétales revêt un intérêt important. Ces exploitations constituent un potentiel économique important et s'inscrivent dans une stratégie adaptée aux exigences du consommateur tout en préservant l'environnement.

Une partie de cette exploitation se trouve dans le domaine de la santé où les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances naturelles et de composés biologiquement actifs.

Ce travail de mémoire entrepris dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales traditionnelles locales. Nous nous sommes intéressés à l'étude des activités biologiques des extraits de deux espèces qui poussent spontanément dans la région de Bouira *Inula viscosa L* et *Carthamus. Caeruleus L*. Ces deux plantes sont très utilisées en pharmacopée traditionnelle en Algérie pour des vertus thérapeutiques.

Deux aspects principaux sont visés par ce travail, le premier est l'aspect phytochimique d'*Inula viscosa L* et *Carthamus. caeruleus L* qui consiste à diagnostiquer les extraits par des tests phytochimiques et physico-chimiques. Le deuxième aspect consiste à mettre en évidence les activités biologiques : antioxydante, antibactérienne et cicatrisante.

Les résultats obtenus ont montré que :

- ✓ les deux plantes sont composées principalement de Tanins, Glucides, Alcaloïdes, Flavonoïdes,
- ✓ le rendement en huile essentielle d'*Inula viscosa L* est nettement supérieur à celui de *Carthamus caeruleus L*,
- ✓ les valeurs des analyses physicochimiques sont conformes aux normes,
- ✓ l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de la plante *Carthamus caeruleus L*, évaluée par le test anti radicalaire qui consiste à estimer la capacité de piégeage du radical libre DPPH, est importante.
- ✓ les effets antibactériens des extraits des espèces étudiées sont mis en évidence par diffusion à partir du puits pathogènes bactériens : *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus cereus* sensible par contre les bactéries : *Staphylococcus aureus* et *Enterococcus faecalis* ont une faible activité.
- ✓ les extraits de *Carthamus. caeruleus L* sont efficaces contre les brûlures.

Pour mener à bien cette étude, il serait intéressant de :

- Améliorer l'étude des activités anti-oxydantes en faisant appel aux tests in vivo et in vitro,
- Étudier les propriétés cicatrisante, antifongique et anti-inflammatoire,

Conclusion générale

- Purifications les extrait des plantes afin d'identifier les molécules à l'origine des effets pharmacologiques,

Faire des analyses d'identification telle que l'analyse par une chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse chromatographiques (LCMS).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Références bibliographiques

« A »

ABDOUNE. Y., 2012. Contribution à l'extraction des huiles essentielles de l'Inule Visqueuse Algérienne par diverses méthodes, étude de ses propriétés antimicrobiennes et anti-oxydantes. Mémoire de Magister. USTHB.

ADOUANE. S., 2016. Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès.

A.F.N.O.R., 2000. Association française de Normalisation Norme Française : les huiles essentielles, monographie relatives aux huiles essentielles, Ed. Afnor, Paris, 663 p.

ALLEMAN. F et al., 2013. Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles. École d'Ingénieurs de Purpan. INRA Prod. Anim., 26 (1), 3-12 1. Performances de croissance et règlementation. Toulouse, France.

ALI-RACHEDI. F, Meraghni S, Touaibia N & Mesbah S., 2018. Analyses quantitatives des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atropurpurea* sub. *Maritima* L. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 87. P. 13-21.

AL NASER. O., 2018. Effet des conditions environnementales sur les caractéristiques morpho-physiologiques et la teneur en métabolites secondaires chez *Inula montana*, Thèse de Doctorat. Université d'Avignon.

AMARTI. F., SATRANI. B., GHANMI. M., et al. 2010. Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. Du Maroc Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 14(1), 141-148.

ALMAÏMOUNE MARIAMA. A M. ; 2014. Etude de la chimie et des activités biologiques de six (6) plantes utilisées dans le traitement traditionnel du diabète : *Allium cepa*; *Allium sativum*; *Daucus carota*; *Eucalyptus globulus*; *Psidium guajava* et *Solanum melongena*. Thèse du Doctorat. Université USTTB. MALI.

ANDIRIA MIHARISOA. Ph. R., 1995. Pour le compte d'ABT/Associates. Conseiller Principal du Projet MAELSP-USAID. Manuel rapide et utile pour producteurs d'huiles essentielles.

ARAB. K et al., 2014. Etude physico-chimique et évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sarriette des montagnes vis-à-vis des bactéries isolées des infections urinaires. Revue Agriculture. (07) 12 – 19.

ASTANI. A., REICHLIN. J., SCHNITZLER. P., 2010. Comparative study on the antiviral activity of selected monoterpenes derived from essential oils. *Phytother. Res.*, 24(5), 673-679.

ATTOU. A., 2017. Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l'Ouest Algérien (Région d'Ain Témouchent) Etude de Leurs Activités Antioxydante et Antimicrobienne. Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.

AOUS. W., 2015. Variabilité chimique et activités biologiques d'extraits de citronnelle (*Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng) du Sahara Algérien. Thèse de Doctorat. EL Harrach.

« **B** »

BALEH. H., 2013. Valorisation du *rosmarinus officinalis* L (2011) de Kabylie : recherche de l'effet thérapeutique de l'huile essentielle et des formulations médicamenteuses afférentes, Magister, Université M'hamed Bougara Boumerdes, Algérie.

BARBIER. E., NADIR. M., FORENTIN. J., SLAMA M., 1976. Pollinisation du Carthame (*Carthamus Tinctorius* L.) ses effets sur la formation et la germination des semences. *Apidologie*, Springer Verlag., 7 (1), pp.85-104.

BAUDOUX. D., 2020. Aromathérapie 100 huiles essentielles. Les nouveaux chemins de la santé. DUNOD, 2e édition.

BAYALA B., 2014. Étude des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, anti-prolifératives et anti-migratoires des huiles essentielles de quelques plantes médicinales du Burkina Faso sur des lignées cellulaires du cancer de la prostate et de glioblastomes. Phd. Université Blaise Pascal, France.

BARNAOUI. (C.R.S.T.R.A.), 2009. La culture des plantes médicinales condimentaire et aromatique dans les régions arides. Livre.

BEN ABDALLAHA. R., FRIKHA. D., MAALEJ S. et SASSI. S., 2019. Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne et antifongique de quatre espèces algales marines. Article originale. Unité de Valorisation des Bioressources des zones arides, Faculté des Sciences de Gabes - Tunisie.

BEKELE. F. Thisis on essential oil extraction from sing rhizomes, p: 10.

BELLOUM. Z., 2007. Étude phytochimique des plantes médicinales Algériennes, cas de l'espèce *Inula crithmoides* L. Mémoire de Magister. Constantine.

BENBELAID. F., 2015. Effets des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur *Enterococcus faecalis* responsable d'infections d'origine dentaire. Thèse de Doctorat. Tlemcen.

BESSAH R et al., 2015. La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques, Revue des Energies Renouvelables, Vol. 18 N°3 (513 – 528).

BENSALEM. G., 2015. L'huile de lentisque (*Pistacia Lentia*s.L) sans l'est Algérien caractéristique physico-chimique et composition en acide gras. Mémoire de Magister. Université Constantine 1.

BETINA-BENCHARIF. S., 2014. Isolement et caractérisation de saponosides extraits de deux plantes médicinales *Cyclamen africanum*, *Zygophyllum cornutum* et évaluation de leur activité anti-inflammatoires.

BIDET. D., GAIGNAULT. J-C., PERRONNET. J., PHILIBERT. D., 2022. STÉROÏDE S. [article].

BRUNETON. J., 2009. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4eme éd. Tec & Doc/Lavoisier. Paris, 841-842.

BOISSIÈRE. M., 2018. Consommation des plantes médicinales par les patients suivis en cabinet de médecine générale à La Réunion : expériences, représentations et ressentis des patients dans le cadre de la communication médecin-patient, thèse de doctorat, Université de Bordeaux, France.

BONNAFOUS. Ph.D.C., 2013. Traité scientifique. Aromathérapie. Aromatologie et Aromachologie., édition. Dangles., France.

BOUCHET. PH., 2022. Professeur à la faculté de pharmacie de Reims, TANINS ou TANNINS [article].

BOUHDID. S et al., 2012. Les huiles essentielles de l'origan compact et de la cannelle de Ceylan : pouvoir antibactérien et mécanisme d'action. Journal de Pharmacie Clinique. Synthèse, J Pharm Clin., 31 (3) : 141-8.

BOUKHATEM. et al., 2019. Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : Revue de Littérature. Revue Agrobiologia., 9(2) : 1653-1659.

BOUMAZA. Dj., 2011. Séparation et caractérisation chimique de quelques biomolécules actives de deux plantes médicinales : *Inula viscosa*, *Rosmarinus officinalis* de la région d'Oran. Mémoire de Magister. Université d'Oran.

BOUYAHYA. A., ET-TOUYS. A., KHOUHLAA. A., EL-BAABOUA. A., BENJOUAD. A., AMZAZI. S., 2019. Notes ethnobotaniques et phytopharmacologiques sur *Inula Viscosa*.

BOUYAHYA. A., ABRINI. J., BAKRI. Y., DAKKA. N., 2018. Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action, *Phytothérapie*, 16:254-267.

BUVAT. C., 2017. Conseils en aromathérapie à l'officine : création de fiches conseils pratiques à destination de l'équipe officinale. Thèse de Doctorat. Université de Grenoble ALPES.

« C »

CHABRIER. J-Y., 2010. Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Sciences pharmaceutiques. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine.

« D »

DAKKA. N et BAKRI. Y., 2019. Notes ethnobotaniques et phyto-pharmacologiques sur *Inula Viscosa*. Article.

DAOUDA. T., 2015. Études chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes Aromatiques médicinales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat. Université Félix Houphoët Boigny, Côte d'Ivoire.

DJEDDI. S., 2012. Les huiles essentielles " Des mystérieux métabolites secondaires, Manuel de formation destiné aux étudiants de Masters.

DJELILI. F., 2007. Etude pouvoir de précipitation de la protéine BSA des extraits polyphénoliques des plantes médicinales de la région Beni-Djellil (wilaya de Béjaïa).mémoire de Magister. Université Abderrahmane Mira.

DESCHEPPER. R (née 1990), 2007. Thèse de Doctorat. Université d'Aix-Marseille.

DILLEMANNE. G., 2014. Plantes médicinales et principes actifs. Journal homepage.

DRIM. B., 2019. Algérie : la dynamique naissante des huiles essentielles - agroligne. L'essentielle de l'agroalimentaire et l'agriculture - N°113.

« E »

EL HAIB. A., 2011. Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse de Doctorat, Toulouse.

ENAM. A KH et al., 2007. Evaluation of the wound healing effect of some Jordanian traditional medicinal plants formulated in Pluronic F127 using mice (*Mus musculus*). Faculty of Pharmacy, University of Jordan, Amman, Jordan. *Journal of Ethno pharmacology* 109, 104–112.

EUROTEXT. J L., 2009. Progrès en dermato-allergologie. Bordeaux.

Écrivain scientifique., 2016. Complément alimentaire : Flavonoïdes. Article.

« **F** »

FEKIH. N., 2014. Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre *Pinus* poussant en Algérie. Thèse de Doctorat. Tlemcen.

FELICE. S., FRANCESO. N., NELLY. A.A., MAUREZIO. B. & WERNER. H., 2004. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Achillea falcata* L. *Flav. Fragr. J.*, 20 (3), 291 – 294.

FILLEUL. E., 2019. Les Astéracées : description botanique, biologique et étude de plantes médicinales et toxiques. Thèse de Doctorat. Université de Limoges.

FERTOUT-MOURI. N., LATRECHE. A., MEHDADI. Z., BENGHARRAZ. Z., 2016. Activité antibactérienne de quatre extraits de *Teucrium polium* L. du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, Vol. 85, 2016, p. 253 - 262 253.

« **G** »

GARÇA. M M., 2010. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. *Molecules*, 5: 9252-9287.

GHEDIRA. K., et GOETZ. P., 2018. Carthame des teinturiers : *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae), [article].

GUERIBIS. F., 2020. Extraction et purification de métabolites purs de *Dittrichia* (*Inula*) *viscosa* (L.) Greuter et Evaluation de leur activité biologique à l'égard de quelques bio-agresseurs des cultures. Thèse de Doctorat. École national supérieur agronomique.

GUESDOUARI. R., 2012. Etude comparative de la pharmacognosie des différentes parties du *laurus Nobilis*L. Essai de formulation thérapeutique, Magister, Université de Boumerdes, Algérie.

« **H** »

HAMIDI. A., 2001. Toxicité des huiles essentielles. Thèse de doctorat ; École nationale vétérinaire- Toulouse.

HADDOUCHI. F., BENMANSOUR. A., 2008. Huiles essentielles, utilisations et activités biologiques. Application à deux plantes aromatiques. [Article de synthèse]. *Les technologies de laboratoire* - N°8.

HADJ LARBI. KH., 2012. Étude rhéologique et bactéricide d'une pâte dentifrice à base de siwak. Mémoire de Magister.Facult2 des hydrocarbures et de la chimie. Université de Boumerdes.

HAMEL. T., SADOU. S., SERIDI. R., BOUKHDIR. S., BOULEM TAFE. S A., 2018. Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'edough (nord-est algérien). *Ethnopharmacologia*, n°59.

HAOUI. I E., 2011. Extraction et valorisation des huiles essentielles de l'*Inula Viscosa (L.)*. Mémoire de Magister. Ecole nationale polytechnique.

« J »

JAMSHIDI-KIAL. F., LORIGOOINI .Z., AMINI-KHOEI.H., 2018. Medicinal plants: Past history and future perspective, *J Herbmmed Pharmacol.*; 7(1): 1-7.

JOUAULT. S (née 1986), 2012. La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur toxicité. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine.

« K »

KALLA. A., 2012. Étude et valorisation des principes actifs de quelques plantes du sud algérien : *Pituranthos scoparius*, *Rantherium adpressum* et *Traganum nudatum*.

KALOUSTIAN. J., HADJI-MINAGLOU. F., 2012. La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie. Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Springer-Verlag. Vol : 210. France, Paris.

KAUFMAN .P. B., CSEKE. L.J., WARBER. S., DUKE J. A., H. L., 1999. Brielmann, Natural Products From Plants, Ed. CRC Press.

KHENAKA. K., 2011. Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin. Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine.

KHEYAR. N., MERIDJA. D., BELHAMEL. K., 2014. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Laurus nobilis* de la région de Bejaia. *Algerian Journal of Natural Products* 2:1,18-26.

« L »

LAGUERRE. V., 2015. Huiles essentielleset1, 8-cinéole. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine.

LAURENT. J., 2017. Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine. Phd. Université Paul Sabatier Toulouse III, France (Alessandra Moro Buronzo. Grand guide des huiles essentielles Santé Beauté Bien-être. Hachette pratique, 2008.

« M »

MAHMOUDI. S, KHALI. M., et MAHMOUDI. N., 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L. Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 09. Pages 35 à 40.

MARIANI. S., 2016. Se soigner naturellement en alliant efficacité et sécurité. Le petit atelier des huiles essentielles - saison par saison.

MAYER. F (née 1985), 2012. Utilisations Thérapeutiques des Huiles Essentielles : Étude de cas en maison de retraite, le diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Faculté de Pharmacie. Université de Lorraine.

MEDROUBI. K., BENAYACHE. F., BERMELO. J., 2005. Sesquiterpenes lactones from *centaurea musimomun*. Antiplasmodial and cytotoxic activities. *Fitoterapia*, 76:744-746.

MENAT. E., 2004. 'Apport des Médecines Naturelles pour Limiter les Effets Secondaires des Chimiothérapies et Radiothérapies', *Phytothérapie*, Vol.2, N°5, pp. 149 – 152.

MEKHADMI. N El., 2021. Etude Phytochimique et Activités Biologiques des Huiles Essentielles de *Matricaria pubescens* Desf du Sud Algérien. Thèse de Doctorat. Université Ferhat Abbas–Sétif 1.

MERATATE. F., 2017. Détermination structurale et évaluation biologique des substances bioactives. Thèse de Doctorat. Université Mohamed Boudiaf - M'sila.

MNAYER. D., 2014. Éco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.

MORO BURONZO. A., 2008. Le grand guide des huiles essentielles Santé Beauté Bien-être. HACHETTE pratique.

M.L Seca. A., GRIGORE. A., C.G.A PINTO. D., M.S SILVA. A., 2014. The genus *Inula* and their metabolites: From ethnopharmacological to medicinal uses. *Journal of Ethnopharmacology*.

« N »

NIKOLAKAKI. A., CHRISTODOULAKIS. NS., 2004. Structure foliaire et étude cytochimique des tissus sécrétoires chez *Inula viscosa*, *Botanical. Journal of the Linnean Society*, Volume 144, Numéro 4, Pages 437–448.

« O »

OBAME ENGONGA. L. C., 2009. Étude Phytochimique, Activités Antimicrobiennes et Antioxydantes de Quelques Plantes Aromatiques et Médicinales Africaines. Thèse de Doctorat. Université d'Ouagadougou.

ONOUGH. A., 2021. Valorisation des espèces végétales de l'Est Algérien « Etude phytochimique, cayrologique et activités biologiques des huiles essentielles ». Thèse de Doctorat. Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi.

Organisation Mondiale de la Santé., 2013. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023. Genève : Organisation mondiale de la santé.

OUAHCHIA. C., 2018. L'extraction, caractérisation des quelques composés (métabolites) secondaires d'*Inula Viscosa* (*Inule Visqueuse*) et effets thérapeutiques. Thèse de Doctorat. Université Saad Dahlab. Blida 1.

OUIS. N., 2015. Étude chimique et biologique des huiles essentielles de Coriandre, de Fenouil et de Persil. Thèse de Doctorat. Université d'Oran 1.

OUSSALA. M., CAILLET. S., SAUCIER. L., 2006. La croix m-antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a pseudomonas putida strain isolated from meat-meat science.

« P »

PHARMACOPÉE EUROPÉENNE., 2008. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Agence Française de Sécurité Sanitaire des produits de santé (Afssaps).

PAULINE. A., 2021. La plante du mois : L'aunée visqueuse. Article.

PAQUET. J. M., 1923. L'Inule visqueuse (*Inula Viscosa*). Journal home page.

PIBIRI. M-C. I., 2005. Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse NO 3311. Lausanne.

PIERI.G., 2016. Je choisis mon huile essentielle. Mon pharmacien m'aide.

PIERRON. CH (née 1989), 2014. Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France : exemples d'applications en gériatrie-gérontologie et soins palliatifs. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine.

PILLOU. J-F., 2014. Radicaux libres – Définition. Article.

« **R** »

RAMLI. B., 2013. Extraction des flavonoïdes de la plante *Inula Viscosa* de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne. Mémoire de Magister. Université d'Oran.

RANDIANA. R R., 2010. Étude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar « *Cinnamosma fragrans* », alternative aux antibiotiques en aquaculture. Thèse de Doctorat. Université d'Antananarivo.

« **S** »

SENE. M et al., 2020. Activité cicatrisante de l'extrait aqueux des feuilles d'*Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae). Article. Université Cheikh Anta Diop, Sénégal Int. J. Biol. Chem. Sci. 14(3) : 674-684.

SHINER. M., 2004. Huiles essentielles. Description et utilisation de plus de 200 huiles essentielles et huiles végétales. Gy Trédaniel Editeur.

SIDE LARBI. KH., 2015. Potentiel du contenu Polyphénolique et Huiles Essentielles de Quelques Plantes Médicinales à Activités Anticartilagineuse et Biologiques. Thèse de Doctorat. Université Mustapha Stambouli, Mascara.

SOLLIN. M., 2021. Analyse quantitative de l'oxydation radicalaire de matériaux organiques : étude cinétique et théorique de l'oxydation des hydroperoxydes. Mémoire par article. Université du Québec, Montréal.

« **T** »

TEFIANI. CH., 2015. Les propriétés biologiques des huiles essentielles de *Curcuma longa*, *Ammoides verticillata* et *Thymus ciliatus* ssp. *eu-ciliatus*. Thèse de Doctorat. Université de Mostaganem.

TRONCHER. J. MJ., OJHA-PONCET. J., MIHALY. E. W., KOHLER. B., GEOFFROY. M., 1977. Nouveaux exemples de radicaux libres stables de dérivés hétérocycliques de sucres. Article.

« **V** »

VAITILINGOM. G., 2007. Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales Pures carburant. Conférence internationale « Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique ». Ouagadougou, Burkina Faso.

« **W** »

WIJESEKERAR. O. B., 1991. The Medicinal Plant Industry. Ed. CRC Press.

« X »

XIDAN ZHOU. ZH., WANG. T., MENTEUR., YILONG. X., GUOHONG. ZH., 2014. Vers une meilleure compréhension des usages médicinaux de *Carthamus tinctorius L.* en médecine traditionnelle chinoise : une revue phytochimique et pharmacologique. Journal d'ethnopharmacologie. Volume 151, Numéro 1, Pages 27-43.

« Z »

ZEMMOUR. K., ADDA. A., ZEBIB. B., et MERAH. O., 2020. Le Carthame (*Carthamus Tinctorius. L.*) : Une oléagineuse qui n'a pas dit son dernier mot en Algérie. [Article].

Les sites

[https://www.rosemarycreek.com/fr/blog/comment-faire-de-l-huile-essentielle.](https://www.rosemarycreek.com/fr/blog/comment-faire-de-l-huile-essentielle)

Plante médicinale : qu'est-ce que c'est ? [https://www.futura-sciences.com/sante.](https://www.futura-sciences.com/sante)

[http://nature.jardin.free.fr/vivace/ft_inula_viscosa.html.](http://nature.jardin.free.fr/vivace/ft_inula_viscosa.html)

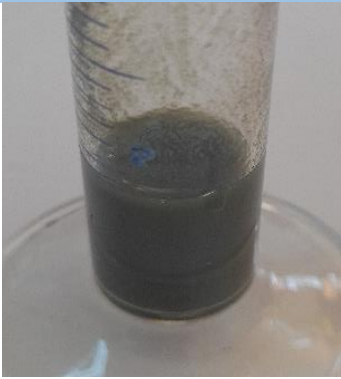


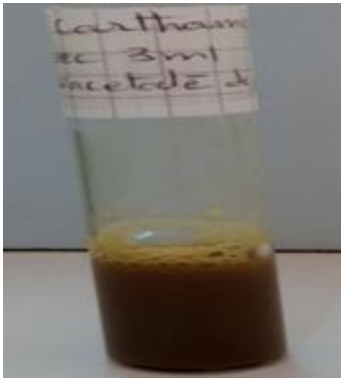
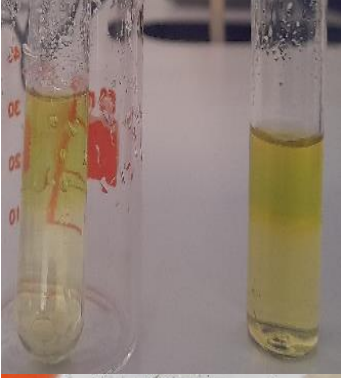
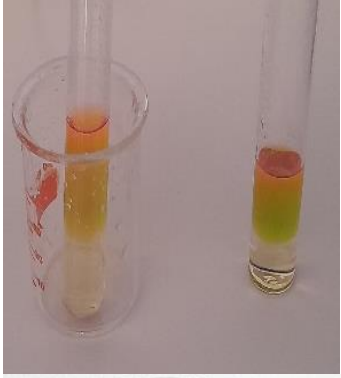


[https://preservons-la-nature.fr/blog/?p=1869.](https://preservons-la-nature.fr/blog/?p=1869)

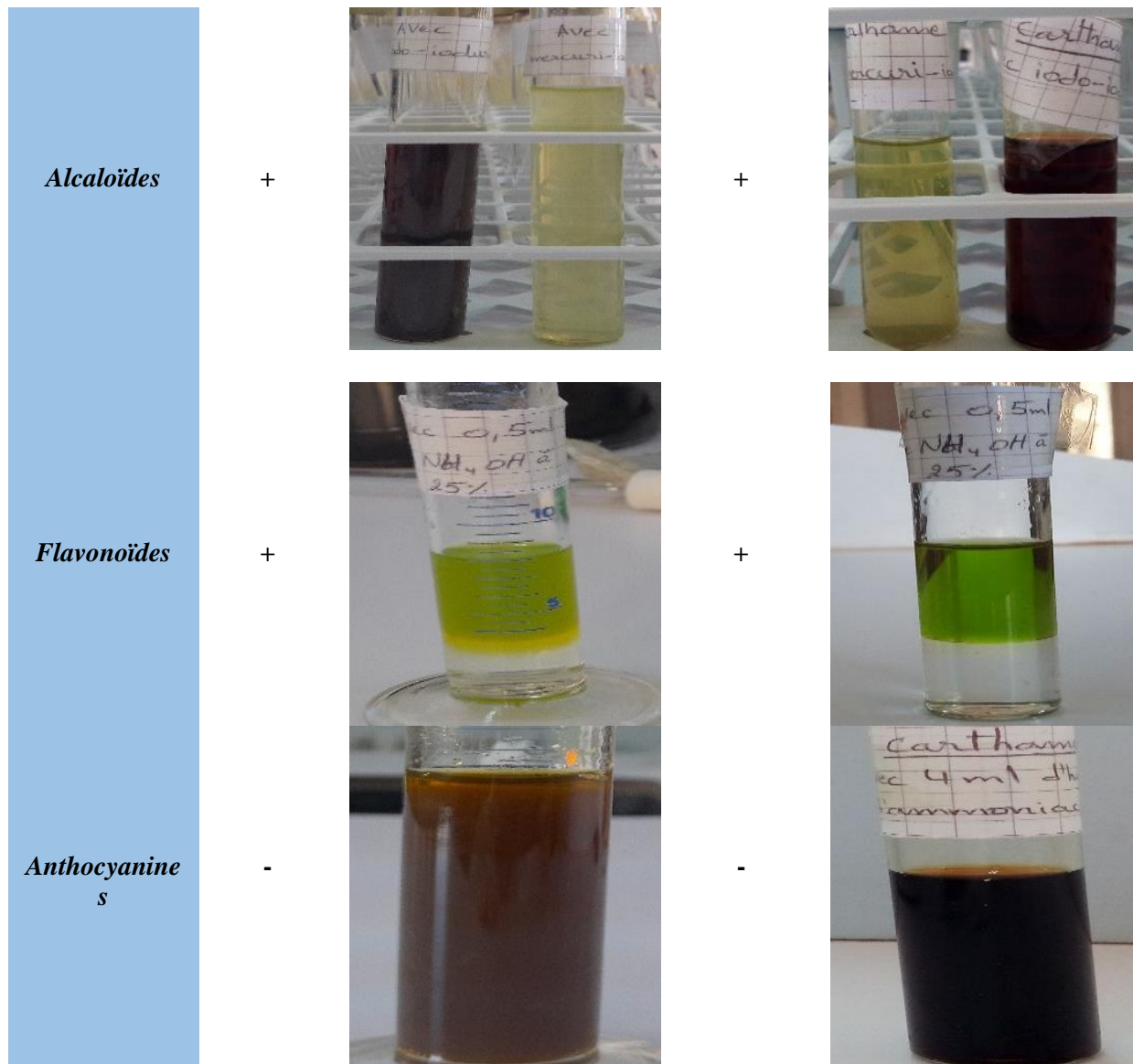
ANNEXE



ANNEXE

 Analyses phytochimiques

Paramètre	Résultats d' <i>Inula viscosa</i> L	Photos	Résultats de <i>Carthamus caeruleus</i> L.	Photos
Tanins	+		+	
Saponosides	-		+	
Coumarines	+		-	
Glucides	+		+	



Annexe 01 : Les résultats des paramètres physicochimiques d'*Inula viscosa* L et *Carthamus caeruleus* L.

Les valeurs des tests physico-chimiques :

➤ Pour préparation des solutions on a :

$$m = M.c.v$$

Alors :

- L'iode (I₂): $m = 126,9 * 0,1 * (25 * 10^{-3}) \rightarrow m = 0,31g.$
- Thiosulfate de sodium (Na₂O₃S₂5H₂O): $\rightarrow m = 0,62g.$
- L'amidon : $\rightarrow m = 0,4g.$
- KOH : $\rightarrow m = 0,1g$ (indice d'acide) pour 0,1 M.
- KOH : $\rightarrow m = 0,7g$ (indice d'ester) pour 0,5N.

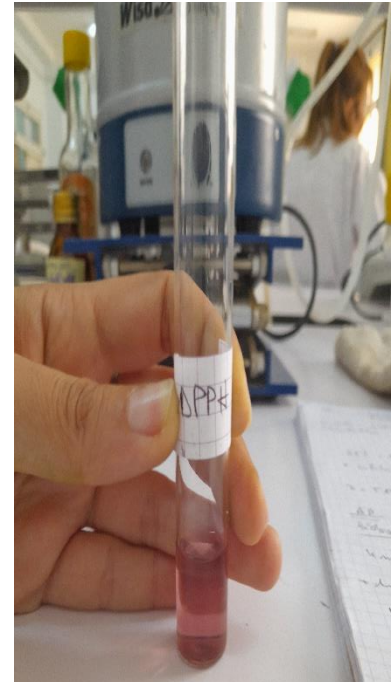
+ Activité antioxydante :



Le contrôle



Le blanc



DPPH

Annexe 02 : Le contrôle, le blanc et le DPPH de l'activité antioxydante.

Résumé

Les plantes médicinales sont à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention des substances actives. Elles représentent une source de revenus non négligeables pour de nombreuses populations.

Ce travail porte sur l'extraction des huiles essentielles de *Inule visqueuse* et de *carthamus caeruleus L* par entraînement à la vapeur d'eau et par hydro distillation analyses physico-chimique, phytochimique et l'étude de ces quelques activités biologiques (anti oxydante, antibactériennes, cicatrisantes). Les résultats obtenus montrent que les rendements les plus élevés sont obtenus par hydro distillation donne les meilleurs rendements.

Une activité antibactérienne vis-à-vis de quatre souches bactériennes utilisées de deux huiles et sur les crèmes de carthame essentielles a été enregistrée. Un screening phytochimique a été également réalisé sur les feuilles. L'évaluation du pouvoir antioxydant par la méthode de DPPH. La présente étude a permis de confirmer l'efficacité de la plante et d'apporter une preuve biologique mesurable de son pouvoir antioxydant, antibactérienne et cicatrisant.

MOTS CLÉS : *Carthamus caeruleus L, Inule visqueuse, huiles essentielles, extraction.*

Summary

Medicinal plants are both a finished product for consumption and a raw material for the production of active substances. They represent a significant source of income for many populations.

This work is concerned with the extraction of essential oils from the *viscous inule* and *carthamus caeruleus L* by water vapour drive and by hydro distillation physico-chemical and phytochemical analyses and the study of these few biological activities (antioxidant, antibacterial, healing). The results obtained show that the highest yields are obtained by hydro distillation gives the best yields.

Antibacterial activity against four bacterial strains used in two oils and on essential safflower creams has been recorded. A phytochemical screening was also carried out on the leaves.

The evaluation of antioxidant potency by the DPPH method. This study confirmed the efficacy of the plant and provided measurable biological evidence of its antioxidant, antibacterial and healing power.

KEYWORDS : *Carthamus caeruleus L, Inule viscose, essential oils, extraction.*

المخلص

النباتات الطبية هي منتج نهائي للاستهلاك ومادة خام لإنتاج المواد الفعالة. وهي تمثل مصدرا هاما للدخل لكثير من السكان. ويهتم هذا العمل باستخراج الزيوت الأساسية عن طريق محرك بخار الماء وعن طريق التحليلات الفيزيائية الكيميائية والكيميائية النباتية للتقطير المائي ودراسة هذه الأنشطة البيولوجية القليلة (مضادات الأكسدة ومضادات البكتيريا والشفاء). تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن أعلى الغلات يتم الحصول عليها عن طريق التقطير المائي تعطي أفضل الغلات تم تسجيل النشاط المضاد للبكتيريا ضد أربع سلالات بكتيرية تستخدم في زيوتين وعلى كريمات العصفور الأساسية. كما تم إجراء فحص كيميائي نباتي على الأوراق.

تقييم فعالية مضادات الأكسدة بواسطة طريقة DPPH.

أكدت هذه الدراسة فعالية النبات وقدمت أدلة بيولوجية قابلة للقياس على قدرته المضادة للأكسدة والبكتيريا والشفاء.

الكلمات الرئيسية: *Carthamus caeruleus, Inule viscose, الزيوت الأساسية, الاستخراج.*