

N° d'ordre :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA MATIÈRE  
FILIERE : CHIMIE

## MÉMOIRE DE MASTER

SPECIALITE : CHIMIE PHARMACEUTIQUE

### THEME

*Extraction, analyse physico-chimique et étude biologique  
de l'huile essentielle de lavande papillon (Lavandula  
stoechas L.) - Essai de formulation d'une crème  
cosmétique bio*

Présenté par :

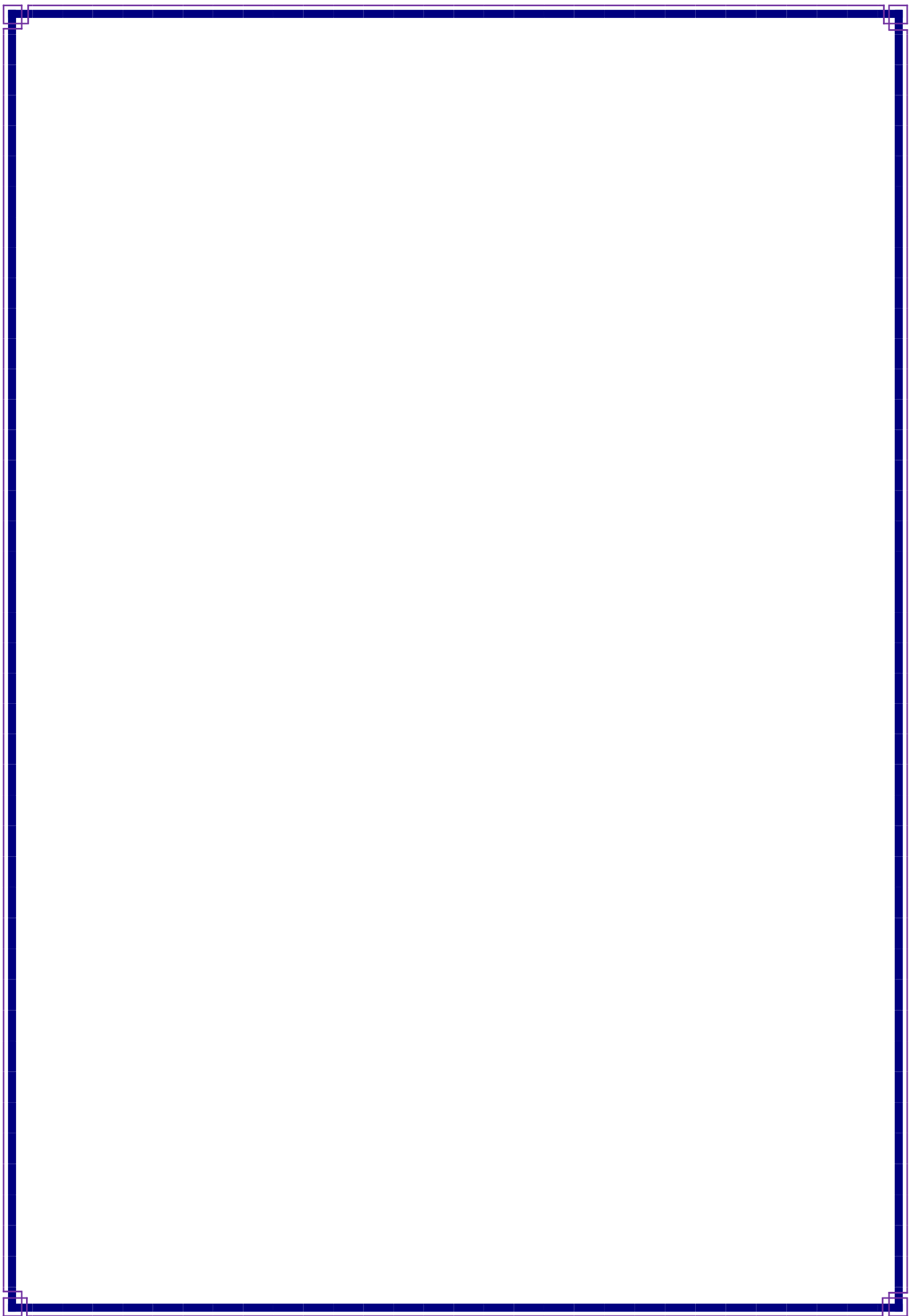
M<sup>elle</sup> : BOUCHENE DRIFFA

M<sup>elle</sup> : IAODAREN NABILA

Le 14/10/2021, devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> KHALDI	Nassima	MAA	UMMTO	PRESIDENTE
M <sup>me</sup> BENZAOUZ	Amina	MCB	UMMTO	ENCADREUR
M <sup>me</sup> HEDJAL	Meriem	Pr	UMMTO	Co-ENCADREUR
M <sup>me</sup> IGHIL AHRIZ	Karima	MCB	UMMTO	EXAMINATRICE

**Session 2020/2021**



# *Remerciements*

Nos louanges et nos gratitude intarissables vont en premier lieu à Dieu, le tout puissant qui nous a prodigué le courage, la volonté et la patience afin d'accomplir ce présent travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promotrice **Madame BENZAZZOUZ-TOUAMI Amina**, Maitre de Conférence Classe B à la faculté des Sciences de l'UMMTO pour avoir dirigé ce travail. Merci de nous avoir guidées avec patience, d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce mémoire, on exprime notre respect et notre gratitude.

Nous remercions notre Co-promotrice **Madame HEDJAL Meriem**, Professeur au département de Biologie. Pour son aide, sa générosité, sa patience ainsi pour le temps qu'elle nous a consacré.

Nous adressons nos sincères remerciements à **Madame KHALDI Nassima**, Maître assistante de classe A à L'UMMTO, d'avoir accepté de présider le jury.

Nous tenons à remercier également **Madame IGHILAHIRIZ Karima**, maitre de conférences Classe B à l'UMMTO, d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions notre chef de département de chimie **Madame AYATI** pour son suivi et son accessibilité à tout moment. A tous les enseignants, particulièrement **Monsieur BENCHOUAK**, chef de la spécialité Chimie pharmaceutique, qui ont donné le meilleur d'eux-mêmes pour nous assurer une formation de qualité.

Nous exprimons nos vifs remerciements pour l'ensemble des ingénieurs des laboratoires chimie-pharmaceutique, chimie physique, chimie organique de la faculté des sciences, recherche en entomologie appliquée de la faculté des Sciences Biologique et Agronomique de l'UMMTO, pour leur soutien et disponibilité, qui nous ont permis d'effectuer notre travail dans de très bonnes conditions.

A Melle Aissaoui Doctorante en entomologie appliquée de la faculté des Sciences Biologique et Agronomique de l'UMMTO pour son aide précieuse qu'elle a su nous apporter durant ce travail.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne ayant contribué, soutenue dans la réalisation de ce mémoire.



## Dédicace

*« En vérité, le Chemin importe peu, la volonté d'arriver suffit à tout ».*

*Albert Camus*

*C'est avec une grande joie que j'ai débuté ce mémoire, et un léger pincement au cœur que j'ai arrivé aujourd'hui à écrire cette dédicace car elle est la conclusion finale de toutes ces années de travail. Ainsi, une page importante de ma vie se tourne.*

*J'ai le grand honneur de dédier ce travail :*

*À bon Dieu qui m'a donné la force et le courage de continuer et qui m'a éclairé le chemin tout le long de ma vie.*

*À la mémoire de mes grand-mères 3zizen « YEMMA ROZA », « YEMMA TITI » qui ont été toujours dans mon esprit et dans mon cœur. Que Dieu les accueille dans son vaste paradis.*

*À mon cher grand-père « DJEDDI AMRANE », que Dieu vous préserve et longue vie.*

*L'attention et les encouragements de mes parents m'ont accompagné tout au long de ces années. Je suis redevable à mes parents, pour leur soutien moral et matériel et leur confiance indéfectible dans mes choix. Papa, Maman, merci encore pour m'avoir permis de réaliser ces études, pour m'avoir toujours soutenu, aidé, encouragé et pour tous les sacrifices que vous avez faits et qui ont contribué à être celle que je suis aujourd'hui. Je voudrais simplement vous remercier pour tout ce que vous m'avez apporté. Je suis fier des parents que vous êtes. C'est alors avec émotion et par le désir de vous honorer que je vous dédie ce travail.*

*À mon cher frère Noureddine et mes chères sœurs Kahina, Roza*

*Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Mes anges gardiens et mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de la réussite.*

*À mes chères tantes : Linda, Sadia, Fatiha*

*À mes chers oncles : Mouloud, Mustapha, Slimane, Saïd*

*À toute ma famille*

*À mon binôme : Driffa qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail et a toute sa famille*

*À mes amis, Je ne vous citerai pas, par peur d'en oublier certains. Je suis sûr que mes amis se reconnaîtront. Si vous êtes en train de lire ce texte, c'est que vous l'êtes. J'adresse donc toute ma gratitude à l'ensemble de mes amis. Vous avez toujours cru en moi et vous m'avez permis de réussir mes études dans la joie, la bonne humeur, l'amitié et l'amour. Un grand merci à tous ceux qui ont toujours pris le temps qu'il fallait pour m'accompagner dans les bons moments comme dans les mauvais.*

**NABILA**



# Dédicace

*C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde **mes parents** qui m'ont permis de continuer mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras.*

*Je dédie aussi cette modeste réalisation à :*

*A mes chères sœurs, Lynda, Kahina et Nawal, qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.*

*A mes adorables frères Arezki, Khalef, Ferhat et Aziz, pour leurs encouragements et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*A toute ma famille.*

*A mon binôme Nabila qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail.*

*A mes amis et mes collègues de la promotion.*

*A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près, à la réalisation de ce travail.*

DRIFFA

---

## *Table de la matière*

---

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Glossaire**

**Introduction générale ..... 01**

### *Chapitre 01 : Revue Bibliographique*

#### I. Généralités sur la Lavande

I.1. Histoire et origine de la Lavande..... 03

I.2. Le genre *Lavandula* ..... 03

I.3. Présentation de « *Lavandula stoechas* »..... 04

I.3.1. Etude botanique..... 04

I. 3.1.1. Classification botanique ..... 04

I.3.1.2. Description botanique ..... 05

I.3.2. Répartition géographique ..... 06

I.3.3. Propriétés et emplois ..... 07

#### II. Les huiles essentielles

II.1. Définition d'une huile essentielle..... 09

II.2. Localisation des huiles essentielles ..... 10

II.3. Emplois des huiles essentielles ..... 10

II.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles ..... 11

II.5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles..... 11

II.5.1. Hydrodistillation ..... 11

II.5.2. Entraînement à la vapeur d'eau ..... 12

II.5.3. Extraction par solvant organique .....	13
II.5.4. Extraction assistée par micro-ondes .....	13
II.6. Méthodes d'analyses des huiles essentielles .....	13
II.6.1. Spectroscopie infrarouge (IR).....	13
II.6.2. Chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	14
II.6.3. Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GPC/SM).....	14
II.7. Composition chimique des huiles essentielles .....	14
II.8. Facteurs influençant la composition chimique des HEs .....	16
II.9. Propriétés pharmacologiques des HEs .....	17
II.10. Toxicité des huiles essentielles .....	17
III. Activités biologiques des HEs	
III.1. Activité antioxydante .....	18
III.1.1. Les radicaux libre .....	18
III.1.2. Les Antioxydants .....	19
III.1.3. Les types d'antioxydants .....	19
III.1.4. Détermination de l'activité antioxydante .....	20
III.2. Activité antibactérienne .....	21
III.2.1. Pouvoir antimicrobien .....	22
III.2.2. Mode d'action des HEs contre les bactéries.....	22
III.2.3. Méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne des HEs.....	23
III.3.Effet cicatrisant .....	23
IV. Formulation pharmaceutique semi-solide(émulsion) ; crème cosmétiquebiologique	
IV.1. Produit cosmétique .....	24

IV.2. Les émulsions .....	24
IV.2.1. Définition .....	24
IV.2.2. Différents systèmes d'émulsion .....	25
IV.2.3. Classification .....	25
IV.2.4. Instabilité des émulsions .....	26
IV.2.5. Formulation d'une émulsion .....	27

### *Chapitre 02 : Partie expérimentale*

1. Objectifs .....	31
2. Matériel.....	32
2.1. Matériel végétal .....	32
2.2. Microorganismes utilisés .....	32
3. Méthodologie.....	33
3.1. Evaluation du taux d'humidité du matériel végétal .....	33
3.2. Tests phytochimiques .....	33
3.3. Extraction de l'huile essentielle.....	34
3.3.1. Mode opératoire.....	35
3.3.2. Détermination de la cinétique et du rendement d'extraction.....	35
3.4. Caractérisation de l'huile essentielle .....	36
3.4.1. Caractérisation organoleptique .....	36
3.4.2. Caractérisation physico-chimique .....	36
3.5. Analyse d'huile essentielle par spectroscopie Infrarouge (IR).....	39
3.6. Activités biologiques de l'huile essentielle .....	39
3.6.1. Activité antiradicalaire DPPH ( <b>2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle</b> ).....	39
3.6.2. Screening antibactérien .....	40
3.7. Essai d'une Formulation pharmaceutique.....	41
3.7.1. Processus de la formulation .....	44
3.7.2. Contrôle de la qualité de la formulation préparée.....	45

### *Chapitre 03 : Résultats et discussions*

1. Evaluation du taux d'humidité du matériel végétal .....	46
2. Tests phytochimiques.....	47

3. Extraction de l'huile essentielle .....	48
4. Caractérisation des huiles essentielles .....	50
4.1. Caractérisations organoleptiques .....	50
4.2. Caractérisations physicochimiques .....	50
5. Analyse spectroscopique (infrarouge).....	51
6. Activités biologiques de l'huile essentielle.....	52
6.1. Activité antioxydante .....	52
6.2. Activité antibactérienne .....	55
7. Contrôle de la Formulation pharmaceutique (crème cosmétique) .....	57
7.1. Analyse macroscopique .....	57
7.2. Analyse microscopique.....	58
7.3. Mesure de pH.....	58
7.4. Test de stabilité .....	58
<b>Conclusion générale et Perspectives .....</b>	<b>60</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>62</b>

## **Annexes**

---

## *LISTE DES ABREVIATIONS*

---

**Abs** : Absorbance.

**ADN** : Acide désoxyribonucléique.

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**Bio** : Biologique.

**BK** : Beurre de karité.

**CA** : Cire d'abeille.

**CE** : Concentration efficace.

**CG/SM** : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

**CPG (GC)** : Chromatographie en phase gazeuse.

**CR** : Pourcentage de capture du radical DPPH.

**D** : Diamètres d'inhibition de la croissance microbienne.

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

***E. coli*** : *Escherichia coli*.

**E/H** : Eau /Huile.

**ERO** : Espèces réactives de l'oxygène.

**EtOH** : Ethanol.

**FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure de fer.

**GC/MS (CG/SM)** : Chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

**H/E** : Huile /Eau.

**HC** : Huile de carotte.

**HCl** : Acide chlorhydrique.

**HE** : Huile essentielle.

**HLB** : Balance Hydrophile Lipophile.

**HPLC** : Chromatographie en phase Liquide à Haute Performance.

**IC<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice minimale.

**IFRA** : International Fragrance Association.

**IR** : Spectroscopie infra-rouge.

**L sj** : Lécithine de soja.

**L.stoechas** : *Lavandula stoechas L.*

**nm** : nanomètre.

**PA** : Principe actif.

**pH** : Potentiel hydrogène.

**RMN** : Résonance magnétique nucléaire.

**S. aureus** : *Staphylocoque aureus.*

**SM** : Spectrométrie de masse.

**tr / min** : tour par minute.

**UV-Visible** : Ultraviolet-Visible.

---

## *LISTE DES FIGURES*

---

<b>Figure 01.</b> Photographie de <i>Lavandula stoechas</i> (Originale).....	05
<b>Figure 02.</b> Feuilles de <i>Lavandula stoechas</i> .....	05
<b>Figure 03.</b> Distribution géographique de <i>L. stoechas</i> .....	06
<b>Figure 04.</b> Hydrodistillation simple.....	12
<b>Figure 05.</b> Distillation à la vapeur d'eau.....	12
<b>Figure 06.</b> Isoprène ou (2-méthyl-1,3-butadiène) ; formule semi-développée.....	15
<b>Figure 07.</b> Structures chimique des composés majoritaires dans des HEs de <i>L. stoechas</i> d'Algérie.....	16
<b>Figure 08.</b> Mécanisme de la réaction d'un antioxydant.....	21
<b>Figure 09.</b> Schémas d'une émulsion simple.....	26
<b>Figure 10.</b> Schémas d'une émulsion multiple.....	26
<b>Figure 11.</b> Processus de déstabilisation d'une émulsion.....	27
<b>Figure 12.</b> Schémas d'un tensioactif.....	29
<b>Figure 13.</b> Méthodologie expérimentale.....	31
<b>Figure 14.</b> Montage de l'Hydrodistillation par Clevenger (photographie originale) .....	35
<b>Figure 15.</b> Schéma représentatif du processus de fabrication d'émulsion.....	44
<b>Figure 16.</b> Teneur en eau et en matière sèche de <i>Lavandula stoechas</i> .....	46
<b>Figure 17.</b> Evolution du rendement de l'huile essentielle de <i>L. stoechas</i> en fonction du temps d'extraction.....	48
<b>Figure 18.</b> Spectre IR de l'huile essentielle de <i>lavandula stoechas</i> .....	52
<b>Figure 19.</b> Evolution des absorbances de l'activité antioxydante en fonction des concentrations préparées.....	53

<b>Figure 20.</b> Pourcentages de capture du radical libre DPPH• de la <i>L. stoechas</i> et l'Acide Ascorbique.....	54
<b>Figure 21.</b> Zones d'inhibition de l'HE sur les disques.....	55
<b>Figure 22.</b> Représentation graphique des diamètres des zones d'inhibition.....	56
<b>Figure 23.</b> Crème élaborée.....	57
<b>Figure 24.</b> Crème sous microscope .....	58

---

## *LISTE DES TABLEAUX*

---

<b>Tableau 01.</b> Classification botanique de <i>Lavandula stoechas</i> .....	04
<b>Tableau 02.</b> Variation des principaux constituants des huiles essentielles de <i>Lavandula Stoechas</i> dans la littérature.....	16
<b>Tableau 03.</b> Différentes propriétés pharmacologiques des constituants des HE.....	17
<b>Tableau 04.</b> Les méthodes les plus utilisées pour mesurer l'activité antioxydante.....	20
<b>Tableau 05.</b> Différents systèmes d'émulsions.....	25
<b>Tableau 06.</b> Souches bactériennes étudiées.....	32
<b>Tableau 07.</b> Tests phytochimiques réalisés in vitro.....	34
<b>Tableau 08.</b> Etapes suivies pour l'évaluation de l'activité antibactérienne.....	40
<b>Tableau 09.</b> Matières premières utilisées pour la formulation.....	42
<b>Tableau 10.</b> Poids de la matière végétale avant et après séchage et H%.....	46
<b>Tableau 11.</b> Résultats du screening phytochimique de <i>L. stoechas</i> .....	47
<b>Tableau 12.</b> Rendement d'extraction de l'huile essentielle de <i>L. stoechas</i> .....	48
<b>Tableau 13.</b> Littérature des rendements de <i>L. Stoechas</i> .....	49
<b>Tableau 14.</b> Propriétés organoleptiques de l'HE de <i>L. stoechas</i> en accord avec les normes AFNOR.....	50
<b>Tableau 15.</b> Propriétés physiques de l'HE de <i>L. stoechas</i> en accord avec les normes AFNOR.....	50
<b>Tableau 16.</b> Propriétés chimiques de l'HE de <i>L. stoechas</i> en accord avec les normes AFNOR.....	51
<b>Tableau 17.</b> Groupements fonctionnels d'huile de <i>L. stoechas</i> par Infrarouge.....	52

<b>Tableau 18.</b> Activité antioxydante (%) évaluée par le radical DPPH de l'huile essentielle.....	53
<b>Tableau 19.</b> L'IC <sub>50</sub> de l'HE et acide ascorbique en µg /ml.....	54
<b>Tableau 20.</b> Diamètres des zones d'inhibition (nm) illustrant l'activité antibactérienne de L'HE pure extraite par des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i> .....	56
<b>Tableau 21.</b> Propriétés organoleptiques de notre formulation.....	57
<b>Tableau 22.</b> Résultats de stabilité après une durée de 7 jours .....	59

---

## *GLOSSAIRE*

---

**Anticonvulsivants** : stoppe les contractions involontaires et transitoires des muscles.

**Antiseptique** : substance qui tue les germes ou prévient la croissance des bactéries et des virus sur les surfaces externes du corps.

**Antispasmodique** : permet de lutter contre les spasmes (contractures, crampes, convulsions), agit généralement en empêchant la contraction des fibres musculaires de l'intestin et des voies urinaires.

**Antiviral** : perturbant le cycle de réplication d'un ou de plusieurs virus.

**Coalescence** : résulte de la fusion complète de plusieurs globules préalablement flocculés, qui finissent par perdre leur individualité pour donner un seul et même globule, à limite se traduit par la séparation de l'émulsion en deux couches.

**Crémage, sédimentation** : les particules peuvent se déplacer en fonction de leur densité vers le haut « crémage » ou vers le bas « sédimentation ».

**Floculation** : agrégation d'un nombre plus ou moins grand des particules de la phase dispersée.

**Inversion de phase** : se traduit par un brusque changement du sens de l'émulsion (une émulsion L/H devient H/L et, inversement, une émulsion H/L devient L/H).

**Mûrissement d'Ostwald** : les plus petites gouttelettes en solution dans la phase continue se dissolvent et se déposent sur des gouttelettes plus grosses.

L'homme, en émergeant sur terre, a dû au fil du temps faire le choix des végétaux : ceux qui nourrissent, ceux qui soignent. Ce résultat d'une alchimie merveilleuse entre le ciel et la terre a fait des plantes médicinales une véritable pharmacie du Bon Dieu ; LA PHYTOTHERAPIE.

La phytothérapie, l'art d'utilisation des plantes, existe depuis la nuit des temps, et demeure une source de soins. C'est une thérapie qui se base sur les vertus thérapeutiques des plantes et de leurs extraits pour le traitement et la prévention des maladies ou pour la promotion de la santé, elle est considérée comme médecine complémentaire voire alternative pour certains, moins nocive et iatrogène que les médicaments issus de l'industrie chimique.

A travers des siècles, les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales furent la principales, voir l'unique source de remèdes, Leur valeur thérapeutique réside dans leur richesse en l'huile essentielle, l'huile végétale et métabolites secondaires.

Dans l'histoire moderne, les vertus thérapeutiques des huiles essentielles occupent une place de plus en plus importante. Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de différents composés chimiques, dissous l'un dans l'autre, formant des solutions homogènes. Aujourd'hui, nous reconnaissons que les huiles essentielles qui ont des effets pharmacologiques, psychologiques et physiologiques sur l'homme, trouvent divers application dans différents domaines en parfumerie et en cosmétologie pour leurs propriétés parfumantes, dans l'industrie agro-alimentaire pour leurs propriétés aromatisantes. Cette filière prend de l'importance avec le retour actuel vers le naturel et la mondialisation de l'économie.

L'Algérie, de sa part sa situation géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogénèse et de variations climatiques, offrant ainsi une végétation riche et diverse, avec environ 4000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires. Cependant, un grand nombre de plantes médicinales reste très peu exploité en phytochimique que pharmacologique. L'intérêt porté aux plantes aromatiques et médicinales n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années.

*Lavandula Stoechas* est une espèce de lavande aromatique et médicinale de la famille des lamiacées, connue pour ses vertus cicatrisantes et régénérâtes. Elle accélère la guérison des brulures et des plaies et elles calment les inflammations cutanées qui sont dues aux piqures d'insectes.

Pour notre part, nous avons choisi d'étudier la *Lavandula Stoechas* connue sous le nom « Amezzir », largement réparti dans le pourtour méditerranéen à l'image de notre région, La Kabylie (Algérie), ainsi que son utilisation dans la médecine populaire par nos ancêtres.

En fixant comme principaux objectifs, l'étude de la cinétique d'extraction de l'huile essentielle et la caractérisation physico-chimique suivie d'une étude biologique (activité antioxydante et antibactérienne) dont le but est de préparer une crème cosmétique bio à base de son huile essentielle extraite.

Ce présent manuscrit est divisé en trois chapitres :

- ♣ Le premier chapitre présente une revue bibliographique regroupant les généralités sur la plante étudiée, les huiles essentielles et leurs propriétés biologiques ainsi qu'un aperçu sur la formulation pharmaceutique envisagée.
  
- ♣ Un deuxième chapitre comportant les méthodes adoptées pour réaliser les objectifs visés : la récolte de la plante (*Lavandula stoechas*) et son identification, extraction, screening phytochimiques, analyses physico-chimiques de l'extrait aromatique et évaluation des activités biologiques (activité antioxydante, antibactérienne) in vitro de l'essence extraite et la formulation d'une crème cosmétique bio à base de l'huile essentielle extraite.
  
- ♣ Le troisième chapitre est dédié à la présentation et l'interprétation des résultats obtenus au cours de ce travail.

Une conclusion générale exposant les principaux résultats obtenus et les perspectives issues de ce travail.

---

## I. Généralités sur la Lavande

### I.1. Histoire et origine de la Lavande

La lavande, est une plante médicinale reconnue par les Romains. Ils s'en servaient alors comme parfum mais aussi dans leur bain ou leur lessive. Elle est utilisée dans tout le bassin méditerranéen et classée comme une plante précieuse par les naturalistes Romains.

Son nom est d'ailleurs dérivé de lavare, un mot latin qui signifie « laver ». Le mot « lavandière » vient du fait qu'on ajoutait de la lavande à l'eau de lessive afin de parfumer les vêtements. Au moyen-âge on emploie la lavande pour lutter contre les maladies infectieuses. A cette époque les hommes pensaient que les mauvaises odeurs propageaient les maladies. La lavande était alors cultivée dans le jardin des monastères en compagnie d'autres plantes médicinales appelées "simples". Il faut savoir qu'à cette époque les plantes étaient les seuls éléments utilisés dans la pharmacopée [1].

Au XVI<sup>e</sup> siècle, la Faculté de Montpellier étudie les usages médicaux de la lavande. Tonique réputé, elle est aussi appréciée comme antidiabétique dans certaines régions d'Espagne.

En outre, au début du XX<sup>e</sup> siècle, un parfumeur-chimiste qui s'était brûlé les mains a pu empêcher la gangrène de s'installer en les rinçant à l'essence de lavande [2].

### I.2. Le genre *Lavandula*

Le genre *Lavandula* est le plus important de la famille des Lamiacées (Labiées, qui signifie "labié", en référence à la forme de la corolle de la fleur qui présente deux lobes en forme de lèvre). Les Lamiacées constituent une large famille de plantes dicotylédones qui comprend environ 7200 espèces et près de 236 genres répartis en 7 ou 8 sous-familles.

De nombreuses espèces de la famille et sous-famille des Nepetoideae sont des plantes aromatiques, source d'HE très utiles pour l'aromathérapie, la parfumerie et l'industrie des cosmétiques. On y rencontre aussi beaucoup d'espèces mellifères et cultivées comme plantes condimentaires et ornementales. Parmi les nombreux genres de Lamiaceae on peut citer : *Ajuga*, *Origanum*, *Lamium*, *Lavandula*, *Mentha*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Satureja*, *Melissa*, *Ocimum*, *Teucrium*, *Stachys*, *Thymus* ... [3].

### I.3. Présentation de « *Lavandula stoechas* »

*Lavandula stoechas* L. appartient à la famille des Labiées (Lamiacées). Le genre *Lavandula* se compose environ de 28 espèces, qui sont dans la plupart d'origine

méditerranéenne. *Lavandula stoechas* est un sous-arbrisseau à tiges et feuilles persistantes, jusqu'à 1 mètre de

hauteur, avec une couleur vert pâle et les fleurs de couleur bleu-violet. L'ensemble de la plante est très aromatique comprenant des fleurs et des feuilles.

*L. stoechas* est une plante tendre, qui préfère les endroits ensoleillés et les sols riches en humus, les tiges étroites sont quadrangulaires à feuilles opposées, tendent à être plus vertes que grises, à son extrémité une inflorescence terminée par un toupet de longues bractées violettes [4]. L'espèce *Lavandula stoechas* L. (*Stoechas officinarium* Moench) est communément appelée : lavande française, lavande italienne, lavande espagnole, lavande des stoechades, lavande maritime, lavande papillon ou lavande à toupet [3].

Nom vernaculaire de Lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) :

Algérien : "Helhal" en Arabe, "Amezzir" en Kabyle

Français : Lavande des stoechades, lavande maritime, lavande papillon ou lavande à toupet.

Anglais: Spanish lavender (in America), Lavender (in Europe), Italian lavender, top lavender [5].

### I.3.1. Etude botanique

#### I.3.1.1. Classification botanique

La classification botanique de *Lavandula stoechas* L. est représentée dans le tableau 01

**Tableau 0 1.** La classification botanique de *Lavandula stoechas* [6].

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous règne</b>	Plantes vasculaires
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous-embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Dicotylédones
<b>Sous-classe</b>	Dialypétales
<b>Ordre</b>	Lamiales (Labiales)
<b>Famille</b>	Lamiaceae
<b>Sous-Famille</b>	Nepetoideae

Genre	Lavandula
Espèce	<i>Lavandula stoechas</i> L.

### I.3.1.2. Description botanique

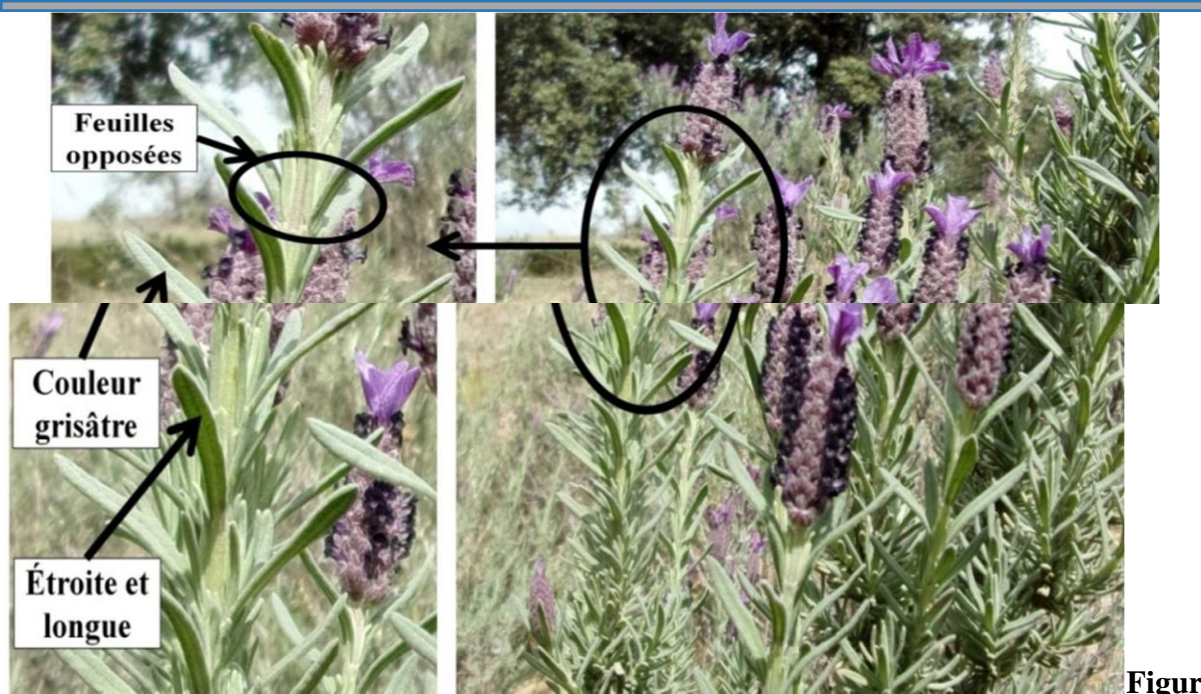
*L. stoechas* (Figure 01) se présente sous la forme d'un arbrisseau ou d'un buisson très aromatique et très ramifié, qui peuvent atteindre un mètre de haut avec une lourde odeur semblable à celle du pin.



**Figure 01.** Photographie de *Lavandula stoechas* (Originale)

Les feuilles opposées de 2-4 cm de long sont sessiles, tomenteuses, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites, recourbées sur les bords et sont souvent grises. Il existe une grande variété de forme et de couleur des feuilles selon les espèces, elles sont longues et étroites chez la plupart espèces et chez certaines, elles sont pennées ou pennées dentées, parfois pennées multiples et entièrement ou profondément découpées.

Les fruits sont sans intérêt économique comme tous ceux de la famille des Lamiacées. Cependant Ils permettent la production de graines [3].



e 02. Feuilles de *Lavandula stoechas* L.

### I.3.2. Répartition géographique

Historiquement, *Lavandula stoechas* L. fut la première lavande à être formellement décrite dont le territoire géographique le plus vaste. Elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, l'Afrique du Nord et le Moyen Orient) avec une petite disjonction sur la frontière Lybie-Egypte) (figure 03). Actuellement, elle a été introduite, est cultivée en Bretagne, Nouvelle Zélande et en Australie ... [3].

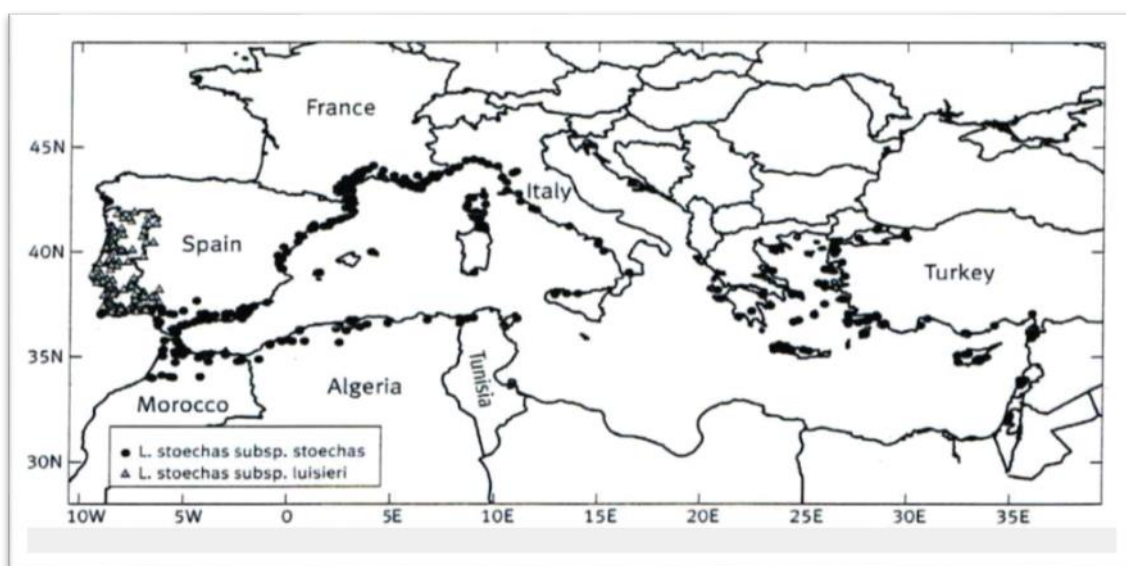


Figure 03. Distribution géographique de *L. stoechas* (d'après Upson et Andrews) [7].

En Algérie, la lavande stoechade se localise dans les collines sèches et pierreuses, les maquis des contreforts ; partout à Fort-National, Tizi-Ouzou, Drâa-el-Mizan, vallée de l'Oued Sahel, Bordj-Bouira, Beni-Mansour, Col de Tirourda, rochers du littoral et de Dellys à Bejaïa [8].

La *Lavandula stoechas* est identifiée dans les garrigues et forêts avec des sols riches en silice et les terrains acides. Elle supporte la mi- ombre et tolère le froid jusqu'à -5°C. La floraison, plus précoce chez les autres lavandes, se déroule le mois d'avril jusqu'au mois mai puis en automne [9].

### **I.3.3. Propriétés et emplois**

La Lavande a une longue histoire en usage médicinal, employée comme expectorant, antispasmodique, carminative, désinfection des plaies, contre les problèmes dermiques et psoriasis. Elle possède des propriétés antimicrobiennes, anti-carcinogènes, sédatif,

antidépresseur, antioxydant, insecticide et anti-inflammatoire. Actuellement, la Lavande est généralement utilisée dans la préparation des parfums et des savons [10].

La décoction des feuilles est utilisée dans le cas d'infections intestinales, de gastralgies ; mais c'est surtout pour ses propriétés antitussives. Les fleurs en décoction apaisent l'hystérie, ingérées telles quelles, elles seraient également efficaces pour calmer la toux, l'asthme [11].

♣ **En phytothérapie** : L'huile essentielle de *L. Stoechas* est à employer avec précaution du fait de sa très grande teneur en cétones. Elle est cependant très efficace en cas de troubles respiratoires chroniques (bronchite, sinusite...) et d'otite, grâce à ses vertus anti-catarrhale et anti-inflammatoire. Elle est en outre utile en cas des cicatrices difficiles (action cicatrisante) [12].

♣ **En parfumerie** : *L. stoechas* fût la première lavande à être utilisée en parfumerie, son HE est aujourd'hui délaissé en raison de son odeur fortement camphrée, son concurrence importante par rapport à d'autres lavandes qui se prêtent mieux à la culture intensive et dont l'odeur est plus agréable. La forte teneur en camphre généralement observée limite ses applications en cosmétologie [13].

♣ **En herboristerie :** Les fleurs de lavande sont utilisées, en infusion à l'état frais comme emménagogue, stomachique, cholagogue ainsi comme antiseptique urinaire et pulmonaire. Les fleurs sèches servent à parfumer le linge et à chasser les mites. Au stade floraison les champs de lavande constituent une excellente ressource mellifère sur pied. Les miels de lavande sont très prisés pour leurs vertus médicinales [14].

♣ Dans la cuisine, elles sont également utilisées comme herbe culinaire pour préparer un type particulier de couscous [3].

## II. Les huiles essentielles

Les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne, dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Généralement, La plante est utilisée entièrement, le plus souvent il s'agit d'une ou de plusieurs parties qui peuvent avoir chacune des utilisations différentes.

La plante possède une composition chimique très complexe, elle est constituée de centaines substances. Les substances que la plante élabore, ont un niveau d'intérêt différent. On les classe en deux groupes :

♣ **Métabolites primaires :** les matériaux nécessaires à la vie végétale qui ne présentent qu'une activité pharmacologique de base (les glucides comme la cellulose, l'amidon et les lipides, les enzymes...)

♣ **Métabolites secondaires ou spécialisés :** ces substances sont plus complexes à titre d'exemple : les polyphénols, les terpénoïdes et les alcaloïdes.

Malgré de nombreuses recherches, une infime partie des substances présentes dans les plantes a pu être identifiée. Mais on sait que c'est grâce à l'action combinée de toutes ces substances que les plantes doivent leurs vertus thérapeutiques [15].

### II.1. Définition d'une huile essentielle

---

La norme AFNOR NF T 75-006 (Octobre 1987) définit une huile essentielle comme « le produit obtenu à partir d'une matière végétale, par entraînement à la vapeur d'eau, par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, ou par distillation à sec, l'huile essentielle étant ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » [16]. Le terme "essence" définit les parfums exhalés qui sont des sécrétions naturelles produites par les différents organes de la plante, ces parfums sont dus à la présence de composés volatiles aromatiques dans les cellules végétales, le terme "huile" désigne le lipophile (c'est-à-dire hydrophobe) et la nature visqueuse de ces substances, alors que le terme "essentiel" signifie leur préciosité et leur parfum typique de plantes [17].

Les plantes aromatiques produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante reste inconnu. Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huile pour repousser ou attirer les insectes afin de favoriser la pollinisation. D'autres considèrent que l'huile est utilisée comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques. Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes [4].

## **II.2. Localisation des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont largement répandues dans le monde végétal, ils se trouvent en quantité appréciable dans environ 2000 espèces réparties en 60 familles. Actuellement, on compte environ 800,000 espèces végétales et parmi elles, seulement 10% sont capables de synthétiser une essence, c'est-à-dire les plantes aromatiques. Ces essences se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante, dans une même plante, ces huiles peuvent exister à la fois dans différents organes : les feuilles (Eucalyptus, Citronnelle, laurier noble...), les fleurs (camomille, lavande...), les zestes (citron, orange, bergamote ...), le bois (bois de rose, santal ...), l'écorce (cannelle...), la racine (vétiver...), les fruits (anis, badiane...), les rhizomes (curcuma, gingembre...), les graines (muscade...) où la composition chimique peut varier d'un organe à un autre. Ces essences aromatiques sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante [4,18].

## **II.3. Emplois des huiles essentielles**

En raison de leurs diverses propriétés, les HEs sont devenues une matière d'importance économique considérable avec un marché en constante croissance. En effet elles sont commercialisées et présentent un grand intérêt dans divers secteurs industriels comme en pharmacie par leurs pouvoirs antiseptique, analgésique, antispasmodique, apéritifs, antidiabétique ..., en alimentation par leur activité antioxydante et leur effet aromatisant, en parfumerie et en cosmétique par leur propriété odoriférante [19].

♣ **En pharmacie :** Les essences issues des plantes sont utilisées en grande partie dans la préparation d'infusion (menthe, thym, ...) et sous la forme de préparations galéniques. Plus de 40% du médicament sont à base de composants actifs des plants, tel que le **GASTRALGIN**, un digestif anti-acide qui se compose d'HE de carvi. De même, elles permettent par leurs propriétés aromatisantes de masquer l'odeur désagréable de médicaments absorbés par voie orale. Plusieurs médicaments vendus en pharmacie sont à base d'HE, par exemple les collyres, les crèmes, les élixirs... [19].

♣ **En industrie :** Les huiles essentielles entrent dans la composition de produits industriels très variés. Cela va de l'industrie des détergents (la grande majorité de la production mondiale d'huiles essentielles de lavandin est utilisées dans des lessives et adoucissants), aux colles et vernis en passant par la désinfection des locaux. L'industrie chimique s'intéresse également aux mélanges complexes de molécules que représentent les huiles essentielles. Les molécules isolées des huiles essentielles peuvent également être des supports des réactions d'hémi-synthèse. L'intérêt est principalement économique, l'hémi-synthèse se montrant bien souvent plus économique que la synthèse totale de nouvelles molécules [20].

#### II.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Malgré leurs différences de constitution, les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physico-chimiques :

- L  
Les huiles essentielles sont des substances généralement liquides, très légères, de densité inférieure à celle de l'eau ( $0,750 < d < 0,990$ ).
- E  
Elles se caractérisent par plusieurs propriétés organoleptiques (odeur, couleur, goût) ; sont souvent colorées en jaunes pâle ou incolore à température ambiante.
- E  
Elles sont inflammables, volatiles (et odorantes) en fonction de la composition chimique

(une huile essentielle riche en composés monoterpéniques est davantage volatile qu'une huile essentielle constituée majoritairement de sesquiterpènes. Cette caractéristique les différencie notamment des huiles végétales, qui sont grasses et tachent le papier de façon indélébile. Elles sont peu solubles dans l'eau et solubles dans l'alcool et dans tous les solvants organiques (chloroforme, éther de pétrole, benzène, etc.).

•

E

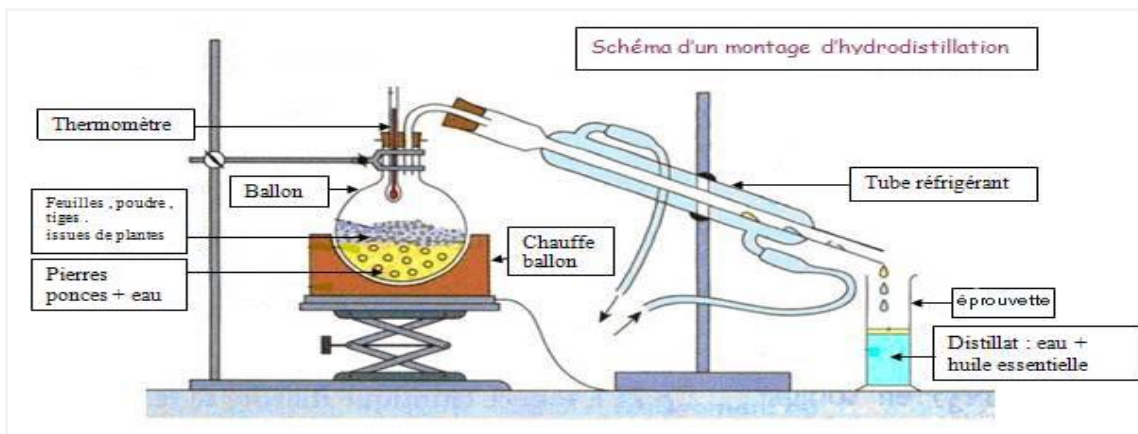
Elles se caractérisent par d'autres propriétés physico-chimiques mesurables, dont l'indice de réfraction est généralement élevé et le plus souvent sont douées d'un pouvoir rotatoire, on leur attribue des différents indices chimiques (indice d'acide, de peroxyde, de saponification, d'ester, d'iode ...). Les huiles essentielles s'oxydent et se polymérisent facilement, et pour éviter cela il faut les conserver à l'abri de la lumière et de l'air [19,21].

## II.5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Le procédé d'obtention d'une essence végétale intervient de façon déterminante dans la nature des produits d'extractions. Cette opération est délicate car elle a pour but d'extraire des molécules fragiles, élaborées par le végétal sans en altérer leur qualité. Plusieurs méthodes d'extraction sont connues et utilisées à ce jour, dont l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro distillation sont les plus souvent employés à l'échelle industrielle [22].

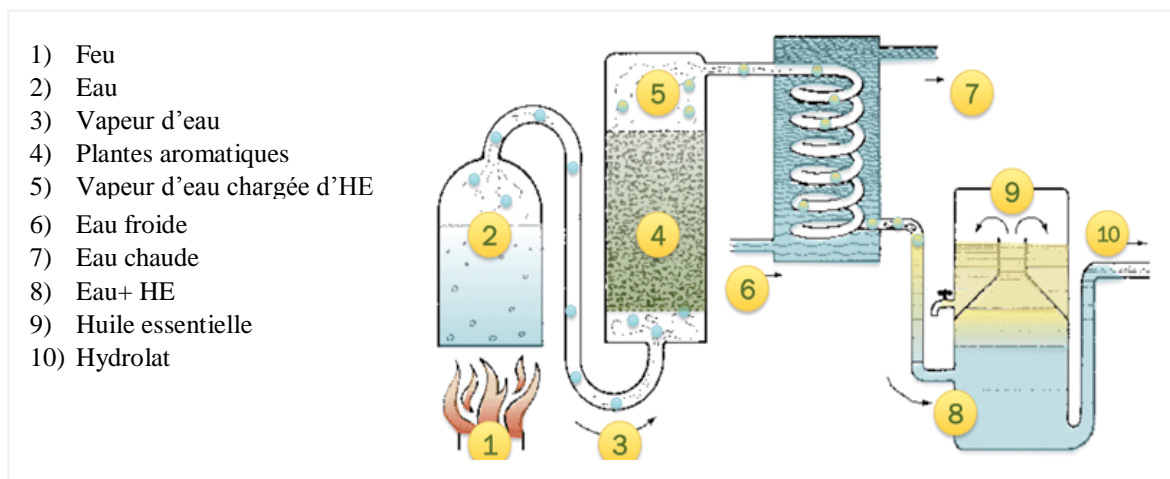
### II.5.1. Hydrodistillation (la distillation par l'eau)

C'est la technique la plus simple et la plus répandue. Elle consiste à immerger la matière première dans l'eau, ensuite récupérée après décantation. La phase aqueuse contenant les composés hydrosolubles est appelée eau de distillation (ou hydrolat ou encore eau florale) [23]. La mise en contact de l'eau et du végétal pendant le chauffage favorise l'altération des composés aromatiques, particulièrement des esters (figure 04) [24].



**Figure 04.** Hydrodistillation simple [25].**II.5.2. Entraînement à la vapeur d'eau (distillation à la vapeur d'eau)**

C'est la technique la plus utilisée pour la fabrication des HEs. C'est la seule distillation préconisée par la Pharmacopée française, car elle minimise les altérations hydrolytiques (notamment des esters). Dans cette méthode, la matière végétale ne macère pas directement dans l'eau. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, libère les molécules contenues et entraîne les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations (figure 05) [25].

**Figure 05.** Distillation à la vapeur d'eau [25].**II.5.3. Extraction par solvant organique**

Elle est réservée aux huiles essentielles non volatiles ou peu entraînables à la vapeur d'eau, elle est basée sur l'épuisement de la plante, de ses constituants odorants au moyen d'un solvant sélectif. Le solvant choisi, en plus d'être autorisé, devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène. Température d'ébullitions pas trop élevée pour permettre son élimination totale, pas trop faible pour éviter les pertes de la matière. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont : l'hexane, cyclohexane, l'éthanol, moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau.

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer, dans un extracteur, un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs,

---

le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. Les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation, cette technique évite l'action hydrolysante de la vapeur d'eau [20].

#### **II.5.4. Extraction assistée par micro-ondes**

La distillation assistée par micro-ondes fait aujourd'hui l'objet de beaucoup d'études et ne cesse d'être améliorée parce qu'elle présente beaucoup d'avantages : technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées.

L'emploi des micro-ondes constitue, par ailleurs, une méthode d'extraction à part entière en plein développement. Elle consiste à placer le matériel végétal dans un réacteur au sein d'un four micro-ondes sans l'ajout de solvant. Le chauffage interne de l'eau contenue dans la plante permet d'en dilater ses cellules, conduit à la rupture des glandes et des réceptacles oléifères. L'HE ainsi libérée est évaporée avec l'eau de la plante [20], la vapeur est ensuite récupérée et traitée de la même façon que dans les méthodes traditionnelles [26].

#### **II.6. Méthodes d'analyses des huiles essentielles**

L'analyse des huiles essentielles est une opération délicate qui nécessite la mise en œuvre de plusieurs techniques :

##### **II.6.1. La spectroscopie infrarouge (IR)**

La spectroscopie infrarouge est employée pour identifier et déterminer la composition d'un échantillon. Une table de corrélation de spectroscopie infrarouge présente dans la littérature scientifique est utilisée pour déterminer les bandes caractéristiques [27].  
Les

nouvelles techniques telles que la spectroscopie infrarouge à réflexion atténuée ou la NIR-FT REMNAN SPECTROSCOPY, ouvrent une nouvelle voie d'analyse des huiles essentielles, car on peut identifier les composants des huiles essentielles en utilisant des références spectrographiques des composés chimiques purs [28].

##### **II.6.2. Chromatographie en phase gazeuse (CPG)**

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode de séparation et d'analyse, appliquée aux composés liquides ou solide à l'état vapeur. Elle est préférentiellement utilisée

---

dans le cas des molécules volatiles comme celles qui sont présentes dans les huiles essentielles [29].

La CPG permet une évaluation quantitative et qualitative de la composition chimique des huiles essentielles. Elle présente de nombreux avantages : la facilité de mise en œuvre, temps d'analyse assez court et fiabilité des résultats. L'inconvénient majeur de cette méthode provient de la nécessité de vaporiser les produits, ce qui peut entraîner des modifications structurales [30, 31].

### **II.6.3. Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse**

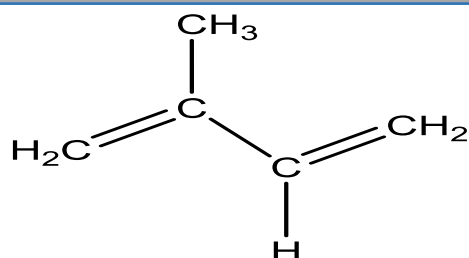
Le couplage CPG/MS possède plusieurs atouts : le chromatogramme en phase gazeuse permet de séparer les constituants d'un mélange et le spectromètre de masse associé permet d'obtenir le spectre de masse de chacun des constituants et bien souvent de les identifier. Ce couplage est la technique la plus utilisée dans le domaine des huiles essentielles [32-33].

## **II.7. Composition chimique des huiles essentielles**

La composition de nombreuses huiles essentielles a été décrite dans la littérature. Elle varie en fonction des différents facteurs, incluant le stade de développement des plantes, les organes prélevés, la période et la zone géographique de récolte [19]. D'une manière générale, les huiles essentielles sont des mélanges complexes de constituants appartenant à différentes familles chimiques. Les plus couramment représentées sont les terpénoïdes et les composés aromatiques, mais on y trouve également des constituants aliphatiques et plus rarement d'autres composants d'origines diverses (dérivés soufrés, nitriles...) [21].

### **II.7.1. Les terpénoïdes**

**II.7.2.** La structure des terpénoïdes est une combinaison d'un ou plusieurs motifs appelés unités isopréniques ( $C_5H_8$ )<sub>n</sub>, leur classification se base sur leur nombre d'unités isopréniques, donc d'atomes de carbone [34].



**Figure 06.** Isoprène ou (2-méthyl-1,3-butadiène) ; formule semi-développée

Selon le nombre d'unité(s) isoprène(s), on distingue :

Les hémiterpènes : (n=1, C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)

Les monoterpènes : (n=2, C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>).

Les sesquiterpènes : (n=3, C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>).

Les diterpènes : (n=4, C<sub>20</sub>H<sub>32</sub>).

Les sesterterpènes : (n=5, C<sub>25</sub>H<sub>40</sub>).

Les triterpènes : (n=6, C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>).

Les tétraterpènes : (n=8, C<sub>40</sub>H<sub>64</sub>).

Les polyterpènes : (n unités isopréniques).

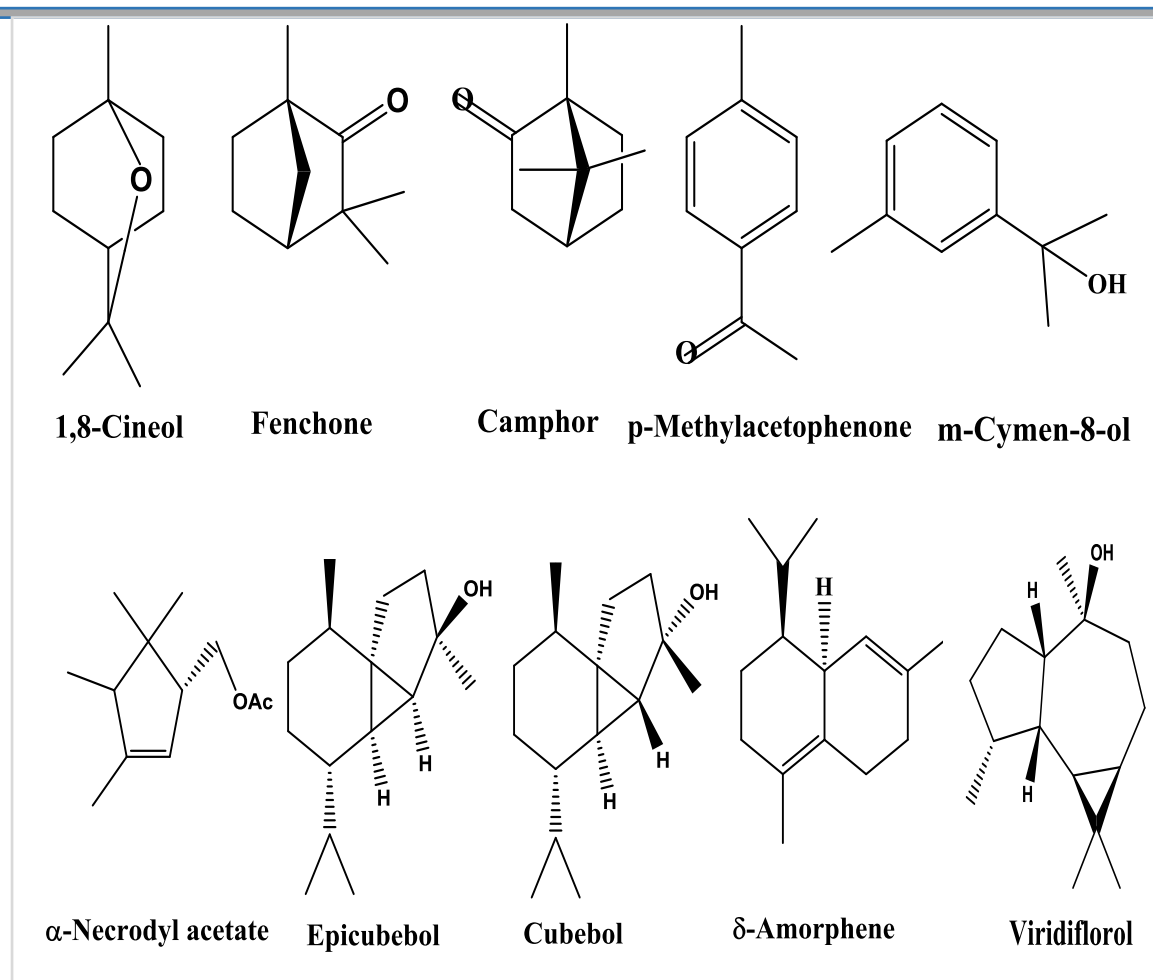
Différents types de terpènes peuvent être rencontrés dans les huiles essentielles, on retrouve surtout des mono terpènes et sesquiterpènes qui peuvent être acycliques, monocycliques ou bi cycliques [21].

### II.7.3. Les composés aromatiques

Les composés aromatiques aussi appelé composés non terpénique ou encore les phénylpropanoïdes [32]. Ils sont beaucoup moins fréquents que les terpénoïdes, mais également intéressants sur le plan olfactif. Par exemple, l'eugénol est responsable de l'odeur caractéristique du clou de girofle et l'anethol de celle de l'anis.

### II.7.4. Les composés d'origine diverse

Des produits de masses moléculaires plus importantes, non entraînaibles à la vapeur d'eau sont souvent retrouvées dans les concrètes, homologues de phénylpropane, diterpènes, coumarines. Entre autres, il faut noter que les produits soufrés qui sont généralement responsables des odeurs piquantes rappelant le radis et l'ail [34].



**Figure 07.** Structures chimique des composés majoritaires et de certains composés détectés dans les HEs de *L. stoechas* d'Algérie [3].

## II.7.5.

C

### Composition chimique

*L. stoechas* a été plus particulièrement étudiée du fait de son aire de répartition large et de son utilisation traditionnelle très ancienne dans les différents pays méditerranéens avec des résultats variables [3].

Le tableau 02 résume les principaux constituants des huiles essentielles de *L. stoechas* selon l'organe producteur et l'origine géographique dans la littérature. Ces variations sont qualitatives (composés différents) ou quantitatives (proportions différentes de certains composés).

**Tableau 02.** Variation des principaux constituants des huiles essentielles de *Lavandula Stoechas* dans la littérature [3].

Genre	Espèce	Origine	Organe	Principaux constituants en (%)	Référence
-------	--------	---------	--------	--------------------------------	-----------

<i>Lavandula</i> <i>L.stoechas</i>	Corse (France)	-	fenchone (14-75) camphre (2-56) 1,8-cinéol (3-14) acétate de myrtényle (1-4)	Ristorcelli et col. (1998)
	Crète	Feuilles et fleurs	fenchone (44-48) 1,8-cinéol (5-16) camphre (4-6) acétate de myrtényle (2-9)	Skoula et col. (1996)
	Cherchel (Algérie)	Feuilles et fleurs	fenchone (31) camphre (22) p-cymène (6)	Dob et col. (2006a)
	Cagliari (Italie)	Fleurs, feuilles et tiges	fenchone (59-72) camphre (9-15) acétate de myrtényle (3-5)	Angioni et col. (2006)
	Australie	-	camphre (48) fenchone (21) 1,8-cinéol (9)	Moon et col. (2007)
	Kairouane (Tunisie)	Feuilles	fenchone (68.2) camphre (11.2) 1,8-cinéol + limonène (4.9)	Bouzouita et col. (2005)

## II.8. Facteurs influençant la composition chimique des HEs

Il existe beaucoup de facteurs externes pouvant influencer la composition chimique et le rendement des HEs.

- L'origine géographique, la période de récolte ainsi que l'organe producteur (feuille, écorce, tige ou rhizome).
- Le cycle végétatif (la proportion des constituants d'une huile essentielle peut varier tout au long du développement de la plante).
- Le procédé d'extraction au cours de l'hydrodistillation, l'eau, l'acidité et la température peuvent induire l'hydrolyse des esters, des oxydations, l'état de la matière première a

donc également une influence non négligeable sur la composition chimique des essences.

- Les facteurs d'ordre environnemental sont susceptibles d'exercer des modifications chimiques tel que la température, la nature du sol, l'ensoleillement, altitudes...etc.
- L'existence de chimiotypes, L'ensemble des paramètres vus précédemment font qu'au sein d'une même espèce de plantes aromatiques, les différents individus génotypes ne produisent pas forcément les mêmes huiles essentielles d'un point de vue quantitatif mais surtout qualitatif [19,35].

## II.9. Propriétés pharmacologiques des HEs

La diversité des constituants présents dans les huiles essentielles entraîne des activités biologiques variées. La plupart des huiles essentielles ont les propriétés générales suivante ; antibactérienne, antifongique, antivirale, antiparasitaire, spasmolytiques, apaisantes de façon plus ou moins importante chacune selon le type de composants existants et selon la quantité. La connaissance de leurs propriétés et utilisations est donc très complexe. Les différentes activités biologiques des constituants des huiles essentielles sont résumées dans le tableau 03

**Tableau 03.** Les différentes propriétés pharmacologiques des constituants des HEs [36-25]

<i>Famille biochimique</i>	<i>Propriétés pharmacologiques principales</i>
<b>Phénols</b>	Anti-infectieux puissants et polyvalents à la fois antibactériens antiviraux, antifongiques et immunostimulants.
<b>Acides</b>	Anti-inflammatoires et antalgiques
<b>Aldéhydes</b>	Anti-inflammatoires
<b>Esters</b>	Antispasmodiques ,relaxantes et calmantes
<b>Ethers</b>	Antispasmodiques , relaxantes
<b>Cétones</b>	Anticoagulantes , cicatrisantes et quelques fois anti-infectieuses.
<b>Monoterpènes</b>	Antiseptiques
<b>Oxydes Monoterpéniques</b>	Activateurs métaboliques
<b>Sesquiterpènes</b>	Anti-inflammatoires puissants

## II.10. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles gagnent du terrain. Le public est en demande de produits naturels pour se soigner « autrement ». Les huiles essentielles ne sont pas des produits anodins et présentent certains risques de toxicité. Elles sont lipophiles, et de ce fait rapidement absorbées, que ce soit par voie respiratoire, cutanée, ou digestive, cette propriété qui est à l'origine de leur grande efficacité est également la source de leur toxicité [37].

Les HEs peuvent être plus ou moins toxique, soit in situ ; irritation, réaction allergiques et photo toxiques, soit au niveau d'un organe ; neurotoxicité (dépression ou excitation du système nerveux central, effet stupéfiant, convulsions), hépato toxicité, néphrotoxicité.... [38]

## III. Activités biologiques des HEs

De nos jours les huiles essentielles sont largement étudiées, on leur reconnaît des activités biologiques et pharmaceutiques divers : anti-inflammatoire, anti-oxydantes et anti-bactériennes...

L'incidence des maladies infectieuses bactériennes et des maladies liées au stress oxydatif a augmenté au cours des dernières décennies. Ces maladies sont liées aux difficultés rencontrées dans leur traitement, à l'augmentation de la résistance aux médicaments et aux effets secondaires des médicaments conventionnels. Dans ce contexte, les produits naturels ont un rôle clé dans la découverte de médicaments en tant que voie alternative. ....

En effet, plusieurs études [39] se sont focalisées sur les propriétés pharmacologiques des produits médicinaux et aromatiques, ainsi plusieurs recherches et revues originales ont révélé leurs activités antimicrobiennes et anti-oxydantes.

### III.1. Activité anti-oxydante

La génération des espèces réactives de l'oxygène se produit naturellement au cours de la respiration cellulaire [40]. Elle inclut les radicaux libres et certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante [41]. Ces derniers endommagent la vie cellulaire en causant l'oxydation des lipides, des protéines et de l'acide désoxyribonucléique (ADN) [42]. La production d'espèces réactives de l'oxygène est utile mais peut être néfaste pour l'organisme lors d'une production excessive et en l'absence de mécanismes de défense

---

c'est ce que l'on appelle le stress oxydatif, qui est le déséquilibre entre la génération des espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps à réparer les dommages oxydatifs. Le stress oxydatif peut favoriser la survenue de pathologies (cancers, maladies cardiovasculaires, maladies

dégénératives) ainsi qu'un vieillissement prématuré. C'est pour cela que la recherche sur les antioxydants dans les plantes s'est beaucoup développée ces dernières années, afin de permettre de trouver les meilleurs antioxydants possibles dans l'espoir de protéger notre santé et même guérir ces différentes maladies [43].

### **III.1.1. Les radicaux libres**

Un radical libre est une espèce chimique qui porte un ou plusieurs électrons non appariés sur sa couche électronique périphérique. Cela entraîne une très haute réactivité chimique avec les éléments voisins. Les espèces radicalaires sont électrophiles pour cela vont chercher à arracher un électron à une molécule voisine afin d'apparier leur électron célibataire. Ce sont des dérivés instables, toxiques et qui tentent de s'accoupler à des éléments de nos propres cellules afin de se compléter, ils réagissent et dégradent l'ADN, les lipides et détruisent les cellules saines. Les radicaux libres entraînent une réaction en chaîne qui va produire de nouveaux radicaux libres car la molécule agressée par le radical libre devient à son tour radicalaire. Les radicaux libres sont indispensables à la vie car ils participent à de nombreuses fonctions physiologiques lors de la croissance ou de la défense de l'organisme [43].

### **III.1.2. Les Antioxydants**

Les antioxydants sont des substances qui inhibent ou ralentissent l'oxydation d'un substrat et les rendent ainsi inoffensifs. Ils sont présents sous de nombreuses formes et peuvent intervenir en prévention de la formation des radicaux libres, afin de participer à leur élimination (antioxydants primaires et secondaires).

Les antioxydants sont classés selon leur mode d'action : éliminateurs de radicaux libres, chélateurs d'ions métalliques et piègeurs d'oxygène dans des systèmes fermés.

Les principaux mécanismes d'activité antioxydante sont [43-44] :

- Le piégeage direct des espèces réactives de l'oxygène (EOR).

- L'inhibition des enzymes impliquées dans le stress oxydant et la chélation des traces métalliques responsables de la production des EOR.
- La Protection des systèmes de défense antioxydants.

**III.1.3. Types d'antioxydants :** Il existe deux classes d'antioxydants : les endogènes et les exogènes.

- ♣ **Les antioxydants endogènes :** sont principalement les enzymes superoxyde dismutase, catalase et glutathion peroxydase. Ils sont capables de maintenir les espèces réactives de l'oxygène à des concentrations quasi stationnaires pour piéger ces espèces.
- ♣ **Les antioxydants exogènes :** qui sont, par définition, apportés de l'extérieur par l'alimentation.

L'alimentation joue un rôle très important dans l'apport en antioxydants exogènes qui vont venir soutenir l'effet des antioxydants endogènes. En effet, les antioxydants sont principalement apportés par les végétaux, on y retrouve notamment les polyphénols (acides phénoliques, flavonoïdes ...), les vitamines (vitamine E, vitamine C et vitamine A) ainsi que les oligoéléments (cuivre, manganèse, sélénium et zinc).

La meilleure supplémentation en antioxydant reste celle par une alimentation variée, équilibrée et riche en végétaux, donc celle par des antioxydants naturels. C'est pour cela que l'on s'intéresse de plus en plus aux antioxydants présents dans les plantes [43].

#### III.1.4. Détermination de l'activité antioxydante

La diversité de la nature et la complexité des composés phytochimiques des extraits de plantes, imposent l'élaboration de plusieurs méthodes pour évaluer l'activité antioxydante et pour estimer l'efficacité de ces substances. Les plus utilisées est celle de piégeage du radical libre DPPH. Il existe une multitude de méthodes pour la mesure de l'activité antioxydante d'un composé. Les plus utilisés sont représentés dans le tableau 04

**Tableau 04.** Les méthodes les plus utilisées pour mesurer l'activité antioxydante

<i>Méthode</i>	<i>Réaction</i>	<i>Réf</i>
<b>Méthode FRAP (Ferric</b>	Réduction de l'ion ferrique	<b>[45-46]</b>

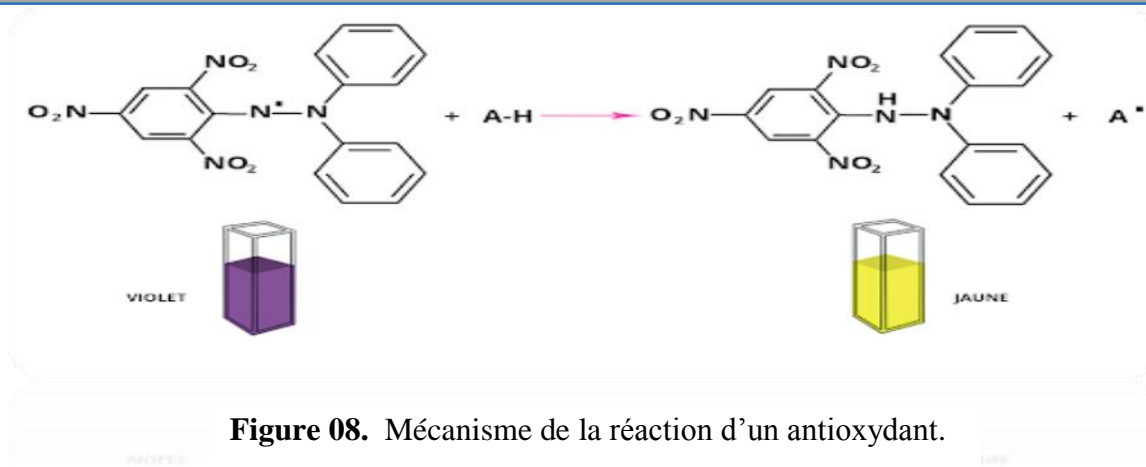
<b>Reducing Power)</b>	(Fe <sup>3+</sup> ) en ion ferreux (Fe <sup>2+</sup> ) évalue le pouvoir réducteur des composés, la lecture se fait à 700 nm	
<b>Méthode DPPH</b>	Réduction du radical libre stable de 2,2-diphénylpicrylhydrazyle (DPPH), la lecture se fait à 515-518 nm selon le solvant utilisé.	[44,47]
<b>Méthode ABTS</b>	Le sel ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2-azino bis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) perd un électron pour former un radical cation (ABTS <sup>•+</sup> ) de couleur sombre en solution. En présence de l'agent antioxydant, le radical ainsi formé est réduit pour donner ABTS <sup>+</sup> , ce qui entraîne la décoloration de la solution. La lecture se fait à 734 nm.	[46]
<b>Méthode PPM (PhosphoMolybdate)</b>	L'hydrogène et l'électron sont transférés vers le complexe oxydant (PPM).	[44]

#### 🚩 Le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle)

Le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle est un radical libre stable avec une absorption de 515 à 518 nm. Ce composé a été l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité des composés phénoliques. Il s'agit d'un test largement utilisé car il est simple et relativement reproductible [57]. Le test au radical DPPH est généralement utilisé pour les composés, qui contiennent les groupements donateurs d'hydrogène, comme R<sub>2</sub>-NH, R-OH et R-SH. Lorsque le DPPH• réagit avec un antioxydant, un atome d'hydrogène vient se fixer sur le radical, ce qui entraîne un changement de couleur (Figure 08).

La mesure de la décroissance de la coloration violette permet de déterminer l'IC 50, qui correspond à la concentration d'antioxydant nécessaire pour réduire 50% de la concentration initiale de DPPH•. Plus l'IC50 est petite, plus la molécule est antioxydant.

Le test de DPPH ou de l'activité anti-oxydante s'effectue à température ambiante afin d'éviter tout risque de dégradation thermique des molécules thermolabiles [43]. Le mécanisme de réaction est illustré dans la figure 08 où AH est l'antioxydant.



### III.2. Activité antibactérienne

Les plantes médicinales ont toujours eu une place importante dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité. Les qualités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Face à l'apparition de formes résistantes de plusieurs bactéries à certains antibiotiques, la recherche de nouvelles molécules actives et à large spectre d'action est devenue une nécessité. L'une des stratégies consiste à explorer les plantes utilisées en médecine traditionnelle [48].

#### III.2.1. Pouvoir antimicrobien

Certaines espèces microbiennes pathogènes, sont de moins en moins sensibles aux antibiotiques et développent des résistances multiples à ces derniers. Les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries, les mycètes, les virus, les parasites. L'usage des huiles essentielles, grâce à leur forte action antimicrobienne développée depuis plus d'une vingtaine d'année dans le traitement par les antibiotiques dans les pathologies infectieuses.

Les huiles essentielles ont toujours été considérées comme étant douées de propriétés antibactériennes. En effet, leurs constituants étant lipophiles, ils se lient facilement aux membranes cellulaires des micro-organismes. Leur activité antimicrobienne est principalement en fonction de leur composition chimique, en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs ; parmi ces composés chimiques ayant une efficacité à large spectre antibactériennes et antifongiques sont les phénols, les aldéhydes, les alcools et les cétones terpéniques [49].

#### III.2.2. Mode d'action des HEs contre les bactéries

---

Le mode d'action des huiles essentielles sur les cellules bactériennes n'est pas clairement élucidé. Compte-tenu de la diversité des molécules présentes dans les huiles

essentielles, l'activité antibactérienne semble résulter d'une combinaison de plusieurs modes d'action, impliquant les différentes cibles cellulaires [50], Leur spectre d'action est très étendu, car elles agissent contre un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent des résistances aux antibiotiques. Cette activité est par ailleurs variable d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre [51]. En générale, l'action de l'huile essentielle se déroule en trois étapes distinctes :

- ♣ Augmentation de la perméabilité suivie par la perte des constituants cellulaires par attaque de l'HE sur la paroi bactérienne.
- ♣ Blocage de la production de l'énergie cellulaire et de la synthèse des composants de structure par acidification de l'intérieur de la cellule.
- ♣ Mort de la bactérie par destruction de son matériel génétique.

### III.2.3. Méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles

Il existe diverses méthodes pour l'évaluation de l'activité antibactérienne. Dans notre travail, l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'HE de *L. stoechas* a été réalisée par la méthode de diffusion au milieu solide dite : « diffusion sur disque » [21,50].

#### ✚ Méthode de diffusion sur disques

La méthode de diffusion sur disques, également appelée méthode de diffusion sur milieu d'agar, consiste à mesurer in vitro l'effet antibactérien des extraits et des huiles essentielles. Cette méthode est équivalente à un antibiogramme, dans notre étude l'antibiotique est remplacé par les huiles essentielles. Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des huiles essentielles déposer sur un disque de papier de diamètre de 6mm, sur un milieu solide à l'intérieur d'une boîte de Pétri, elle permet de mettre en évidence, l'effet antibactérien de l'huile essentielle sur les bactéries, ainsi que la détermination de la résistance ou la sensibilité de ces bactéries vis-à-vis des huiles essentielles [51].

### III.3. Effet cicatrisant

---

L'utilisation des plantes en thérapeutique (phytothérapie) est très ancienne et connaît actuellement un regain d'intérêt auprès du public. La phytothérapie est considérée comme médecine complémentaire voire alternative pour certains, moins nocive

que les médicaments issus de l'industrie chimique, accessible, efficace et disponible. Il est possible d'utiliser les plantes entières ou les produits d'extraction qu'elles fournissent.

Les effets cicatrisants de plusieurs plantes ont été étudiés, et parmi eux, la lavande demeure une espèce prometteuse pour le traitement des troubles cutanés. Traditionnellement utilisé en phytothérapie pour le traitement de plusieurs affections cutanées, notamment les plaies, les brûlures et les ulcères, l'application topique d'une pommade à base de lavande stimulait efficacement la contraction de la plaie. Cet effet était lié à ses biomolécules telles que le linalol et l'acétate de linalyle.

*Lavandula stoechas* L. (lavande papillon) sous forme d'huile essentielle a prouvé son effet cicatrisant sur des rats waster ayant des plaies cutanées avec les différents traitements, qui ont été appliqués localement et quotidiennement au niveau de la région dorso-lombaire. Traditionnellement, elle est utilisée comme désobstruant, stimulant, et contre les problèmes dermiques. La lavande papillon a une faible toxicité et des HEs non diluées peuvent être utilisées pour traiter certaines brûlures et avoir des effets bénéfiques sur la cicatrisation. Cependant, des cas de dermatite allergique après contact direct avec la peau ont été rapportés [52].

#### **IV. Formulation pharmaceutique semi-solide (émulsion) ; crème cosmétique biologique**

La Pharmacopée Européenne indique que les préparations semi-solides sont des préparations présentant un aspect homogène, destinées à être appliquées sur la peau ou sur certaines muqueuses, formulée en vue d'une action locale ou transdermique de principe actif, ou d'une action émolliente ou protectrice.

##### **IV.1. Produit cosmétique**

D'après l'article L.5131-1 du code de la santé publique, un produit cosmétique est une substance ou un mélange destiné à être mis en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain (épiderme, systèmes pileux et capillaire, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue, exclusivement ou

principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles [53].

L'application cutanée des molécules pharmacologiquement actives n'est pas récente utilisés dans l'antiquité pour le traitement de brûlures. Les formes galéniques appliquées sur la peau sont diverses. Elles regroupent les pommades, pâtes, gels, les émulsions (les crèmes, laits ...), les dispositifs transdermiques ...etc.

## IV.2. Les émulsions

### IV.2.1. Définition

Les émulsions sont des systèmes complexes très fréquemment rencontrés en cosmétologie, « sont des systèmes dispersés de stabilité limitée ou thermodynamiquement instables formés de deux liquides non miscibles, l'un étant dispersé sous forme de globules de l'ordre du micron dans l'autre grâce à la présence de tensioactifs. Les émulsions sont des préparations généralement liquides, destinées à être administrées telles quelles ou à être utilisées comme excipient ». Une émulsion possède un aspect macroscopique homogène alors que sa structure microscopique est hétérogène [54-55].

### IV.2.2. Différents systèmes d'émulsion

On distingue trois grandes catégories d'émulsions selon la dimension des gouttelettes présentes dans la phase dispersée qui sont classées dans le tableau 05

**Tableau 05.** Différents systèmes d'émulsions [56]

<i>Système</i>	<i>Caractéristiques</i>
<b>Les macros-émulsions</b>	Ce sont des systèmes dispersés hors équilibre constitués de deux phases liquides non miscibles, le diamètre moyen de ces émulsions est supérieur ou égale à un micromètre.
<b>Les nano/mini émulsions</b>	Ce sont des systèmes bisphasiques dont la taille des gouttelettes est comprise entre 20 et 200 nm. Elles sont transparentes ou translucides à l'œil, stables à la sédimentation ou au crémage.
	Ce sont des systèmes monophasiques obtenus grâce à un

<b>Les microémulsions</b>	émulsifiant permettant la coexistence des molécules de la phase aqueuse et de la phase huileuse .Elles sont thermodynamiquement stable.
---------------------------	---

### IV.2.3. Classification

Selon la dispersion de la phase aqueuse et la phase huileuse, il existe essentiellement deux types d'émulsions ;

#### ❖ Les émulsions simples

- **Les émulsions Eau dans Huile (E / H) :** Dans ce type d'émulsions, la taille des particules est d'environ 1  $\mu\text{m}$ , l'huile est en phase externe et l'eau en phase interne. Ces émulsions se présentent sous forme de préparations opaques. De couleur "blanchâtre à jaunâtre" en fonction de la nature des corps gras, elles sont non conductrices du courant électrique, non lavables à l'eau et laissent un film résiduel gras sur la peau après application. On y retrouve généralement les crèmes cosmétiques [57].

- **Les émulsions Huile dans Eau (H / E) :** Elles sont les plus nombreuses. L'eau représente la phase externe et la taille des particules huileuses dispersées varie entre 1  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$ . Les préparations résultantes sont opaques, de couleur blanche, conductrices du courant électrique et lavables à l'eau. D'étalement facile, elles ne laissent pas ou très peu, un film résiduel gras sur la peau [57].

#### ❖ Les émulsions multiples

Ce sont des systèmes multiphasiques dites « émulsions en émulsions » Le diamètre des gouttelettes dans les émulsions multiples peut varier de 0,1 à 100  $\mu\text{m}$ , Le plus grand problème associé à ces émulsions est la difficulté accrue, par rapport à des émulsions simples, à les stabiliser [56]. On distingue ;

- **Les émulsions eau dans huile dans eau (E/H/E) :** dans lesquelles une émulsion E/H est dispersée sous forme de gouttelettes dans une phase aqueuse. Les gouttelettes d'huile sont ainsi entourées d'une phase aqueuse, et à leur tour entourent une ou plusieurs gouttelettes d'eau.

• **Les émulsions huile dans eau dans huile (H/E/H)** : dans lesquelles une émulsion H/E est dispersée dans une phase huileuse. Dans ce système d'émulsion, la phase aqueuse (hydrophile) sépare la phase huileuse interne et externe [58].

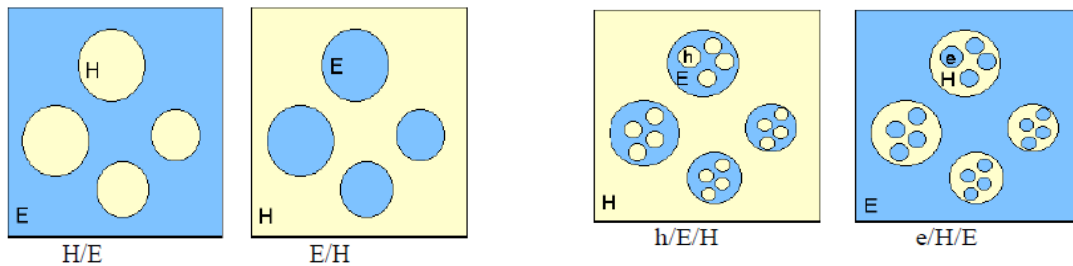


Figure 09. Schémas d'une émulsion simple.

Figure 10. Schémas d'une émulsion multiple [59].

#### IV.2.4. Instabilité des émulsions

La stabilité d'une formulation revêt plusieurs aspects : physiques, chimiques et microbiologiques. Pour être stable physiquement, l'émulsion ne doit pas montrer de démixtion, qui peut être provoquée soit par de la coalescence, soit par un phénomène de crémage/sédimentation. La stabilité physique inclut aussi une invariance du comportement rhéologique et de la granulométrie.

La stabilité chimique repose sur le fait qu'aucun des composants de l'émulsion ne doit participer à une réaction chimique pouvant soit modifier de manière grave la stabilité physique, soit perturber les propriétés applicatives (aspect, couleur, odeur, efficacité). Enfin, la formulation, pour être stable microbiologiquement, ne doit pas être un milieu de culture pour levures, moisissures, et germes bactériens. Différents mécanismes de rupture existent, ils peuvent être réversibles ou irréversibles [60].

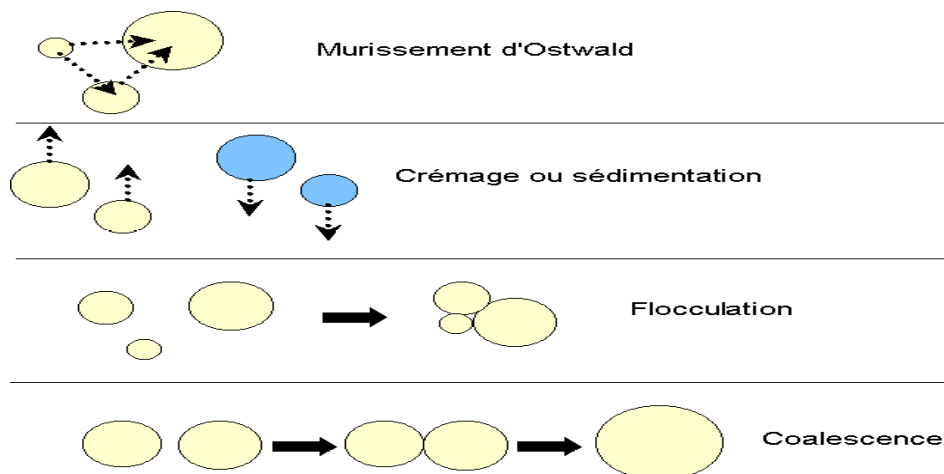


Figure11. Processus de déstabilisation d'une émulsion [59].

#### IV.2.5. Formulation d'une émulsion

La formulation recouvre l'ensemble des opérations nécessaires à la réalisation d'un produit par un mélange de matières premières. Elle consiste à associer les constituants d'un produit afin d'obtenir des propriétés spécifiques [61].

Dans une émulsion pharmaceutique, aux trois éléments de base (huile, eau et émulsifiant) viennent s'ajouter des constituants divers : principes actifs, épaississants, aromatisants, colorants, conservateurs... Dans chaque cas, les trois constituants de base doivent être choisis avec beaucoup de soin pour avoir une émulsion aux caractéristiques bien déterminées [62].

✚ **La phase lipophile** : appelée également phase grasse ou phase organique, comporte des huiles, des cires et des graisses d'origine végétale, animale ou minérale. Des substances synthétiques dérivées ou non de substances naturelles sont aussi utilisées. La phase huileuse d'une émulsion est généralement composée d'un mélange d'ingrédients (cire comme cire d'abeilles, huiles comme huile végétale ou essentielle, et graisses comme beurre de Karité, de cacao, de mangue) [63].

✚ **La phase hydrophile** : ou phase aqueuse contient de l'eau et des divers composants hydrosolubles. Les solutés de la phase aqueuse sont de nature diverse : ions minéraux, acides, bases, vitamines, glucides, protéines, etc. Parmi les solvants rencontrés dans la formulation des crèmes, l'eau est la plus utilisée à cause de ces propriétés de solvation, hydratantes et adoucissantes. Principal composant de la phase aqueuse, sa teneur dans la formulation des émulsions à usage cosmétique est de l'ordre de 60 à 85 % [64].

✚ **Des additifs** : des substances peuvent être ajoutées pour conférer au produit diverses propriétés (augmentation de la durée de conservation, modification du goût, de la texture, de l'aspect, maintien de l'humidité, etc.). Les additifs utilisés sont très variés. Ils se distribuent entre phase aqueuse et phase grasse suivant leur solubilité. On distingue :

- **Les antioxydants** : leur présence est obligatoire dans la formulation des émulsions contenant des corps gras insaturés qui, sous l'action de l'oxygène de l'air, s'oxydent et provoquent le rancissement et/ou la dénaturation de la préparation. Les principaux agents rencontrés sont : d'origine naturelle comme l'acide ascorbique, synthétique comme le méta-bisulfite ou bisulfite de sodium.
  
  - **Les adjuvants** : selon les caractéristiques organoleptiques (odeur, couleur) recherchées, les émulsions peuvent contenir des adjuvants.
    - **Les arômes** : utilisés à raison de 0,1 à 0,3 %, sont des substances odorantes et volatiles soit d'origine naturelle (extraits de fleurs, de feuilles, de fruits, résines, le castoréum, le musc) ou bien synthétique (vanilline),
    - Les **colorants** : sont des molécules capables de colorer un support grâce à leur aptitude à absorber une partie de la lumière visible.
  
  - **Les conservateurs** : ce sont des substances capables de s'opposer au développement des germes bactériens et fongiques qui peuvent se retrouver dans les préparations pharmaceutiques et cosmétiques.
- ✚ **Les émulsionnants** : ils sont des systèmes thermodynamiquement instables qui se séparent, plus ou moins rapidement, en deux phases. On parle de systèmes hors équilibre [54].

En raison de cette instabilité, des tensioactifs et des épaississants qui sont des molécules amphiphiles sont ajoutés au milieu. Les tensioactifs se placent en effet à l'interface des deux phases, de manière à ce que la partie hydrophile se trouve dans la phase aqueuse et la partie hydrophobe dans la phase huileuse. Ils entraînent ainsi une forte diminution de la tension interfaciale ( $\gamma$ ) et de l'énergie libre de surface et empêchent de ce fait le rassemblement des gouttelettes dispersées et les phénomènes de coalescence [54,59].

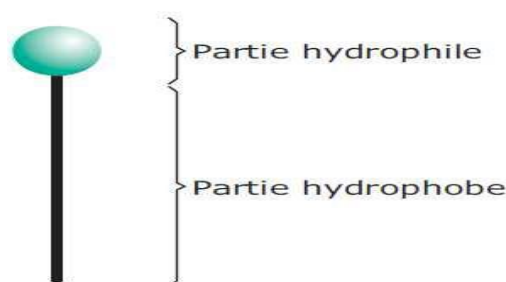


Figure 12. Schémas d'un tensioactif [59].

Les tensioactifs sont souvent distingués en fonction de leur origine naturelle ou synthétique, de leur caractère ionique, ou de la valeur de leur balance hydrophile / lipophile (HLB).

### ✚ Notion des HLB (balance hydrophile–lipophile)

La formulation des émulsions a suscité de nombreuses études durant le vingtième siècle, ce qui a conduit au développement de plusieurs concepts. La méthode HLB (ou méthode de Griffin) est très utilisée. Elle est basée sur la classification des tensioactifs par hydrophilie croissante et sur l'utilisation de règles simples de calcul des propriétés des mélanges de tensioactifs.

La valeur HLB varie de 0 à 20. Elle est souvent utilisée pour classer les tensioactifs :

- Les tensioactifs lipophiles avec une fraction lipophile prédominante, solubles dans la phase grasse et ayant des valeurs HLB comprise entre 0 et 8.
- Les tensioactifs à polarité intermédiaire (HLB est comprise entre 8 et 12) regroupent les esters d'acides gras et de polyoxyéthylène glycols (PEG) et les esters d'alcools gras et de PEG.
- Les tensioactifs hydrophiles, de valeur HLB s'échelonnant de 12 à 20, sont solubles dans la phase aqueuse car la fraction hydrophile est importante.

Les tensioactifs sont souvent utilisés en mélange : la valeur HLB d'un mélange binaire est déterminée par l'équation suivante :

$$\text{HLB}_m = (\text{HLB}_a \times X) + (\text{HLB}_b \times (1-X)) \quad (1)$$

D'ou:

- $\text{HLB}_a$  : valeur du HLB du surfactif lipophile
- $\text{HLB}_b$  : valeur du HLB du surfactif hydrophile
- $\text{HLB}_m$  : valeur du HLB du mélange du surfactif

---

- 

X : pourcentage du

surfactif lipophile

Pour augmenter l'intérêt pratique du HLB, une seconde notion est introduite pour décrire la nature de la phase huileuse : le HLB requis (critique). L'HLB critique ( $HLB_c$ ) est une caractéristique des phases lipophiles et il est indispensable de connaître l'HLB critique de l'huile ou du mélange d'huiles à émulsionner pour faire le choix de l'émulsifiant ou, le plus souvent, du couplage des émulsifiants à utiliser. Sa connaissance facilite le choix d'un surfactif au moment de l'emploi.

Dans le cas d'émulsions de type l'eau dans l'huile, on utilise des tensioactifs de faible HLB ( $HLB < 7$ ). Pour des émulsions de type l'huile dans l'eau, on choisit des tensioactifs de plus forte HLB ( $HLB \geq 8$ ) [54,59].

1. Objectifs

L'objectif de ce travail est l'extraction de l'huile essentielle de *L. stoechas* récoltée dans la région de Boghni Tizi-Ouzou (Tizi Medden-Rmila), évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne et la préparation d'une crème cosmétique utilisée pour son effet cicatrisant.

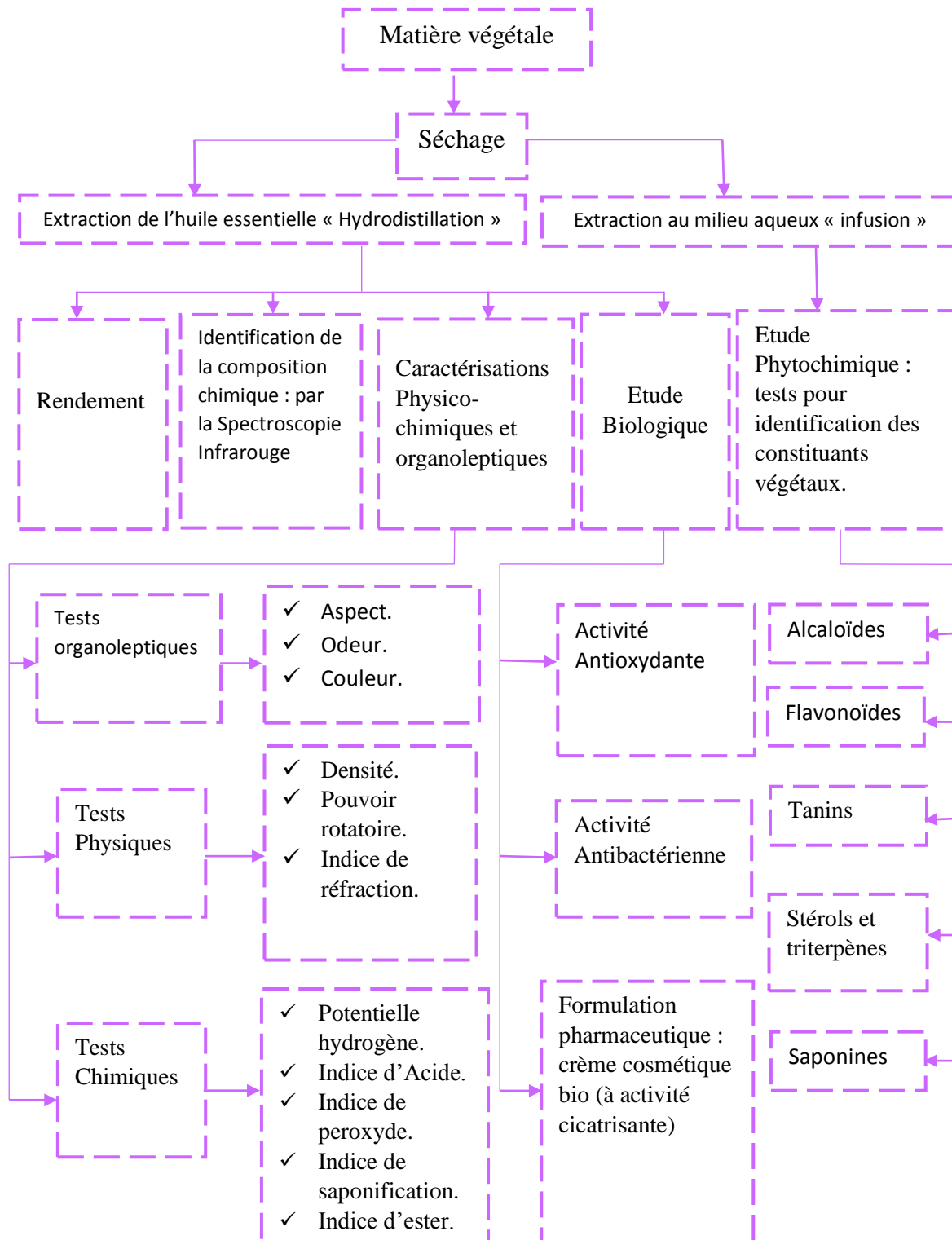


Figure 13. Méthodologie expérimentale

## 2. Matériel

### 2.1. Matériel végétal

Notre étude a porté sur la partie aérienne (feuilles) de *L. stoechas* récoltée au mois de Mai 2021 en plein floraison dans la région de Boghni (Tizi Medden-Rmila) à environ 50 km au sud-ouest du Chef-lieu de la Wilaya de Tizi Ouzou. L'identification botanique a été réalisée au laboratoire botanique de la Faculté des Sciences Biologique et Agronomique de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Les feuilles récoltées sont séchées à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant 15 jours.

### 2.2. Microorganismes utilisés (souches bactériennes)

Les souches bactériennes testées dans notre présent travail ont été fournis par le laboratoire de Microbiologie de la faculté des Sciences Biologique et Agronomique de l'Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Les souches utilisées sont représentées dans le tableau 06

**Tableau 06.** Souches bactériennes étudiées

<i>Souches bactériennes</i>	<i>Caractéristiques</i>	<i>Références</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ce sont des Cocci Gram positif, commensal de l'homme, se révèle être pathogène, <i>S. aureus</i> représente l'agent commun des infections postopératoires de blessures, endocardite aigue, intoxication alimentaire	MU50
<i>Escherichia coli</i>	colibacille : c'est une bactérie Gram négatif, commensal du tube digestif de l'homme et de l'animal, <i>E. coli</i> représente la bactérie la plus impliquée dans les infections aiguës d'appareil urinaire, elle provoque également les diarrhées d'été, diarrhée infantile et les intoxications alimentaires.	ATTC25922

L'ensemble du matériels, équipements ainsi que des produits utilisés sont mentionnés dans l'annexe 1.

### 3. Méthodologie

#### 3.1. Evaluation du taux d'humidité du matériel végétal

Le taux d'humidité, ou la teneur en eau, est définie comme étant la perte de masse subie par la matière végétale soumise à une opération de séchage ou à une dessiccation par évaporation [67]. Le taux d'humidité est évalué à l'aide de formule suivante :

D'où :

$$H (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \% \quad (1)$$

**H** : teneur en eau (%)

**m<sub>1</sub>** : masse de l'échantillon avant dessiccation (g)

**m<sub>2</sub>** : masse de l'échantillon après dessiccation (g)

#### 3.2. Tests Phytochimiques (Screening Phytochimiques)

Ces tests ont été réalisés au niveau du laboratoire de chimie organique de la faculté des Sciences de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Le screening Phytochimique est une étude qualitative des extraits aqueux ou méthanoliques d'une plante donnée, qui met en évidence la présence ou non de quelques métabolites secondaires. Ces réactions sont basées sur les phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques.

L'extrait aqueux est obtenu par infusion de 10g de poudre de feuilles séchées de *L. stoechas* dans un volume de 100mL d'eau distillée bouillante, après 2 heures de contact la phase aqueuse de l'infusé est filtrée sur un papier filtre, l'extrait obtenu doit être conservé dans un flacon en verre stérile. Les tests effectués sont indiqués avec leur mode opératoire dans le tableau 07

**Tableau 07.** Tests Phytochimiques réalisés

<i>Tests</i>	<i>Mode opératoire</i>
<i>Alcaloïdes</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réactions de précipitation avec les réactifs de Mayer et Wagner [66].</li> <li>• Prendre 1 ml de l'extrait à analyser dans deux tube à essai et ajouter 5 gouttes de réactif de Mayer dans le premier tube, 5 gouttes de réactif de Wagner dans le seconde tube, l'apparition d'un précipité blanc, brun,</li> </ul>

respectivement, relève la présence d'alcaloïdes.

- Tanins**
- Dans un tube à essai, introduit 5 ml d'extrait à analyser, ajouter 1 ml d'une solution aqueuse de FeCl<sub>3</sub> à 1 %.
  - La présence des tanins est indiquée par une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre [67].

- Flavonoïdes**
- Quelques gouttes de solution d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) à 1 % sont ajoutés à une portion de filtrat. L'observation de la couleur jaune indique la présence de flavonoïdes dans l'extrait [68].

- Saponines**
- Dans une série de 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10, introduire respectivement 1,2, 3...10ml de la solution à analyser. Ajuster le volume de chaque tube à 10 ml avec de l'eau distillée.
  - Agiter chaque tube dans le sens de la longueur du tube pendant 15 secondes à raison de 2 agitations par seconde. Laisser reposer 15 min et mesurer la hauteur de la mousse produite dans chaque tube.

L'indice de mousse (I) est calculée par la formule suivante :

$$I = 1000 / N$$

N est le numéro du tube où la hauteur de mousse est égale à 1 cm [69].

- Stérols  
et  
triterpènes**
- Les stérols et les terpènes ont été recherchés par la réaction de Liebermann Buchard
  - Introduit 10 ml de la solution à analyser dans un bécher, ajouter 5ml d'anhydride acétique puis 5ml de chloroforme.
  - A l'aide d'une pipete ajouter 1ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré sur la paroi du bécher sans agiter. Laisser reposer 30 min. La formation d'un anneau rouge brunâtre à la zone de contact des deux liquides et une coloration violette de la couche surnageant révèlent la présence de stérols et triterpènes [70].

### 3.3. Extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation (Type Clevenger)

#### 3.3.1. Mode opératoire

L'extraction a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche en entomologie appliquée de la Faculté des Sciences Biologique et Agronomique de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou par l'hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger. Les feuilles séchées de *L. Stoechas* (100g) sont placées dans un ballon tricol de 2 litre rempli d'eau distillée (2/3 du volume du ballon) est relié à un Clevenger et soumis à l'ébullition pendant 50 min. Les vapeurs formées montent le long de la colonne en entraînant les huiles essentielles. Ces vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et récupérées dans une ampoule à décanter. L'huile essentielle obtenue est conservée dans un flacon ombrés au réfrigérateur à 4°C.

(Figure 14)



**Figure 14.** Montage de l'Hydrodistillation par Clevenger (photographie originale).

#### 3.3.2. Détermination de la cinétique et du rendement d'extraction

L'objectif visé dans ce travail est l'étude expérimentale de la cinétique d'extraction de l'huile essentielle des feuilles de *L. stoechas* à l'état sec. Le principe de la méthode consiste à suivre l'évolution de la masse de l'huile d'une même quantité de plante à des intervalles de temps de 15 mn qui s'étalent de 0 à 50 minutes. Les quantités des huiles essentielles obtenues vont être exploitées dans le but de calculer le rendement à chaque intervalle de temps. Le rendement est la quantité maximale d'huile essentielle que fournit une masse donnée de végétal pendant une période donnée [71].

Le rendement est calculé par la formule suivante :

**D'ou:**

$$R (\%) = (m_{HE} / m_{MVS}) \times 100 \quad (2)$$

- R (%) : Rendement en huile essentielle
- $m_{HE}$  : masse d'huile essentielle
- $m_{MVS}$  : masse de matière végétale sèche

### 3.4. Caractérisation de l'huile essentielle

#### 3.4.1. Caractérisation organoleptique

L'évaluation des propriétés organoleptiques constitue généralement une partie des études visant à analyser les facteurs qui affectent la qualité de l'huile essentielle. Dans le présent travail, trois critères sont considérés pour évaluer la qualité organoleptique : l'odeur, la couleur, l'aspect.

#### 3.4.2. Caractérisation physico-chimique

Les HEs sont caractérisées par leurs propriétés physiques (densité, pouvoir rotatoire, indice de réfraction...) ainsi que par leurs propriétés chimiques (indice d'acide, d'ester, d'iode et de carbonyle) permettant d'évaluer la nature des composés organiques (acide, ester, alcène, carbonyle) présents dans L'essence [19].

##### ❖ Densité relative

La densité d'une huile essentielle et le rapport de sa masse volumique à la masse d'un corps pris comme référence, de l'eau distillée à 20 °C. Son symbole est  $d_{20}^{20}$ .

La méthode de référence utilise des pycnomètres. Des volumes d'huile essentielle et d'eau sont successivement pesés [72].

La densité relative est donnée par la formule suivante :

$$d_{20}^{20} = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) \quad (3)$$

D'où :

- $m_0$  : masse du pycnomètre vide (en g).
- $m_1$  : masse du pycnomètre rempli d'eau (en g).
- $m_2$  : masse du pycnomètre remplie d'HE (en g).

##### ❖ Indice de réfraction

L'indice de réfraction,  $n_D^t$ , « Est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux d'une longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante ». La longueur d'onde

utilisée est de  $589,3 \pm 0,3$  nm, correspondant aux radiations  $D_1$  et  $D_2$  du spectre de sodium. La température de référence est de  $20^\circ\text{C}$ , sauf pour les huiles essentielles qui ne se trouvent pas à l'état liquide à cette température. L'indice de réfraction  $n_D^{20}$  à la température de référence est donné par la relation :

d'où :

$$n_D^{20} = n_D^{t'} + 0.0004 (t' - t) \quad (4)$$

- $n_D^{20}$  : indice de réfraction de référence
- $n_D^{t'}$  : indice de réfraction à une température différente de  $20^\circ\text{C}$
- $T'$  : température de mesure de l'indice de réfraction de l'HE
- 0,0004 : constante d'indice de réfraction lorsque la température varie

Le réfractomètre d'Abbe a été utilisé pour mesurer l'indice de réfraction de l'huile essentielle, à une température de  $20^\circ\text{C}$ , indiquée par le thermomètre de l'appareil.

#### ❖ Pouvoir rotatoire $\alpha_D^t$

Le pouvoir rotatoire d'une huile essentielle est « l'angle et/ou le degré d'angle, exprimé en milliradians, selon lequel tourne le plan de polarisation d'une radiation lumineuse d'une longueur d'onde de  $589 \pm 0,3$  nm, lorsque celle-ci traverse une épaisseur de 100 mm d'huile essentielle dans des conditions de température bien déterminées » [72].

Elle est déterminée selon la relation :

$$\alpha_D^{20} = \alpha / LC \quad (5)$$

D'où :

- $\alpha$  : valeur lue sur l'appareil en milli degré
- $L$  : épaisseur du film en cm
- $C$  : concentration de l'essence (g/100 ml)

Il a été obtenu sur un polarimètre de Laurent équipé d'une lampe à raie du sodium de longueur d'onde 589 nm. La concentration de solution est de 0,2g d'HE dans 100mL d'éthanol.

#### ❖ Potentielle d'Hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène mesure l'activité chimique des ions hydrogènes  $\text{H}^+$  en solution. La mesure de pH a été faite à l'aide d'un pH mètre de type HI2209-01.

#### ❖ Indice d'acide

C'est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1 gramme d'huile essentielle [73].

L'indice d'acide (IA) est calculé par la formule suivante :

D'où :

$$I.A = \frac{V.N.56.1}{m} \quad (6)$$

- N : normalité de la solution de KOH (en mol/L)
- V : Volume consommé de KOH (en ml)
- m : masse de l'huile (en g)
- 56,11 : masse molaire de KOH (g /mol)

#### ❖ Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde exprime la quantité d'oxygène actif en millimoles ou en milliéquivalents par Kg de corps gras. L'oxygène actif est l'oxygène existant sous forme de peroxyde, d'hydroperoxyde ou d'époxyde dans une matière grasse [74].

L'indice de peroxyde (IP) est calculé par la formule suivante

D'où :

$$\text{Indice de peroxyde} = \frac{(V-V_0) \times N \times 100}{m} \quad (7)$$

- N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_3$ )
- $V_0$  : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc (en ml)
- V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai (en ml)
- m : prise d'essai en gramme

#### ❖ Indice de saponification

L'indice de saponification IS est la quantité d'hydroxyde de potassium, exprimée en milligrammes, nécessaire pour saponifier 1 g de corps gras [75].

L'indice de saponification (IS) est calculé par la formule suivante :

$$I.S = \frac{N.(V_0 - V_1).56.1}{m} \quad (8)$$

D'ou :

- $V_0$  : volume de Hcl en ml dans le test à blanc en ml
- $V_1$  : volume de Hcl en ml nécessaire pour neutraliser l'excès de la potasse
- m : masse d'huile prise en gramme

- N : la normalité de la solution potassique
- 56,1 : masse molaire de KOH.

#### ❖ Indice d'ester

L'indice d'ester (IE) d'un corps gras est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1 g de corps gras [75].

Cet indice n'est pas mesuré expérimentalement, mais il est plutôt déduit en faisant la différence entre l'indice de saponification (IS) et l'indice d'acide (IA) :

$$\text{IE} = \text{IS} - \text{IA} \quad (9)$$

### 3.5. Analyse de l'huile essentielle par spectroscopie Infrarouge (IR)

L'analyse a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyse de la faculté des Sciences de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. L'absorption du rayonnement infrarouge de l'échantillon (HE) est mesurée en transmission et en fonction de nombre d'onde, typiquement de 4000 à 600  $\text{cm}^{-1}$ .

### 3.6. Activités biologiques de l'huile essentielle

#### 3.6.1. Activité antiradicalaire DPPH' (2,2-diphénylpicrylhydrazyl)

L'activité antioxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres . Dans notre étude, elle a été évaluée par la méthode de DPPH' au niveau du laboratoire Chimie pharmaceutique de la faculté des Sciences de l'UMMTO. La réduction du DPPH est contrôlée en mesurant l'absorbance des solutions éthanoliques des HEs testées sur une gamme de concentration (500 ; 250 ; 125 ; 62,5 ; et 31,25 mg/ml). 40  $\mu\text{l}$  de différentes concentrations des huiles essentielles ont été ajoutés à 2ml de solution de 0.4 mM de DPPH dans l'EtOH. Après 60 min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance a été lue contre un blanc (EtOH) à 518 nm.

Le pourcentage de capture du radical peut être calculé à partir de la relation ci-dessous :

$$\text{CR}\% = \frac{[A_0 - A]}{A_0} \times 100 \quad (10)$$

D'ou:

- % CR : le pourcentage de capture du radical DPPH
- $A_0$  : valeur d'absorbance du blanc (DPPH dans le méthanol).
- A: valeurs d'absorbance de l'échantillon d'huile essentielle (DPPH avec HE).



La concentration d'extrait fournissant 50% d'activité de piégeage des radicaux ( $IC_{50}$ ) a été calculée en utilisant la courbe de régression linéaire :  $y = ax + b$  (figure 20). L'acide ascorbique a été utilisé comme un standard antioxydant.

### 3.6.2. Screening antibactérien

L'étude de l'activité antibactérienne a été évalué selon la méthode des aromatogrammes (diffusion sur disques dans un milieu gélosé) au niveau du laboratoire de Recherche en Entomologie appliquée de la Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques de l'UMMTO.

L'activité antibactérienne est estimée en mesurant les diamètres des zones d'inhibitions en millimètre (mm). Les étapes suivies afin de réaliser l'activité antibactériennes in vitro sont détaillées dans le tableau 08

**Tableau 08.** Etapes suivies pour l'évaluation de l'activité antibactérienne

<i>Etape</i>	<i>protocole</i>	<i>Photographie</i>
<b><i>Préparation du milieu de culture</i></b>	La gélose Mueller Hinton a été coulé dans des boîtes de pétri stériles d'une épaisseur de 4mm et d'un diamètre de 90 mm dans un milieu stérile, on laisse refroidir et solidifier sur la pailleasse.	
<b><i>Préparation de l'inoculum bactérien</i></b>	La réactivation des souches a été effectuée par ensemencement de l'espèce bactérienne dans des boîtes de pétri contenant de la gélose Mueller Hinton, puis incubées à l'étuve à 37°C pendant 24 heures.	

**Préparation de la suspension bactérienne** A partir des cultures jeunes, on prélève 3 à 5 colonies bien isolés et identiques dans 10 ml d'eau physiologique stérile.



**L'ensemencement de l'inoculum par écouvillonnage** 1ml de chaque suspension de culture bactérienne est étalé à la surface du milieu gélosé Muller Hinton à l'aide d'un écouvillon



**Dépôt des disques stériles dans les boîtes pétri** A l'aide d'une pince bactériologique stérile on dépose dans chaque boîte de pétri quatre disques stériles de papier Wattman de 6mm de diamètre sur la surface de la gélose précédemment inoculée avec les microorganismes choisis.



**Déposer les différents volumes de l'HE sur chaque disque** Imbibber les disques par Les différentes concentrations d'huile essentielle pure de *L. stoechas* extraite. Les boîtes sont ensuite fermées et laissées à la température ambiante pendant 20 min. L'activité antibactérienne est déterminée après l'incubation des boîtes dans une étuve à 37°C pendant 24 heures.



**Lecture des résultats** La lecture se fait par mesure des diamètres des zones d'inhibitions en mm qui correspond à la distance autour des disques.

Les diamètres des zones d'inhibition mesurées sont appréciés comme suit : [51]

- **Non sensible (-)** de diamètre inférieur ou égal à 8 mm
- **Sensible (+)** pour un diamètre compris entre 8 et 14 mm
- **Très sensible (++)** pour un diamètre compris entre 14 et 20 mm
- **Extrêmement sensible (+++)** pour un diamètre égal ou supérieur à 20 mm

### 3.7. Essai d'une Formulation pharmaceutique


L'objectif de notre travail a été la mise au point d'une formule galénique topique, stable et naturelle adaptée à l'extrait aromatique (HE) de lavande papillon (*L. stoechas*). La forme pharmaceutique choisie est celle d'une émulsion hydrophile, largement utilisée pour le traitement local des pathologies cutanées.






Pour cela, nous nous sommes basés sur la composition optimale d'une formule déjà élaboré [76]. Pour l'élaboration d'une émulsion stable nous avons utilisé la notion de HLB critique et la méthode directe. Afin d'améliorer l'efficacité et la consistance de cette émulsion l'huile de carotte a été utilisée à la place d'huile d'amande douce pour étudier la stabilité de la crème pendant 7 jours.

Notre formule d'émulsion sera donc de type L/H pour les raisons suivantes : [54,77]

- ♣ Bonne tolérance.
- ♣ Un fort pouvoir pénétrant (contrairement aux émulsions H/L qui est faible).
- ♣ Lavables à l'eau ce qui n'est pas le cas pour les émulsions H/L.
- ♣ Les émulsions H/E subissent plus de métamorphoses du véhicule après application : Le frottement provoque l'évaporation de la phase aqueuse et entraîne un effet rafraîchissant. Comme ces émulsions ne déposent pas de film huileux à la surface de la peau, elles peuvent libérer des matériaux lipophiles dans la peau aussi bien que des molécules solubles dans l'eau à partir de la phase continue. La matière première utilisée est résumée dans le tableau 09

**Tableau 09.** Matières premières utilisées pour la formulation

Nature de phase	Matière première	Origine	Propriétés physiques	Rôle
Phase Huileuse	 Cire d'abeille	animale (mélange d'acides et esters)	Aspect peu solide de couleur miel	Effet filmogène et nourrit la peau

		Phosphatidyl-glycérade végétale	Aspect pâteux de couleur jaune	Protège, nourrit et assoupli la peau
	<p>Beurre de karité</p>			
		Végétale (Carotol : 30 à 70 %)	Liquide légèrement orangé	nourrissante, cicatrisante et protectrice
	<p>Huile de carotte</p>			
		Phosphatidyl-glycérade	Liquide visqueux de couleur jaune avec une légère odeur d'œuf.	Emulsifiant
	<p>Lécithine de soja</p>			
		Végétale	Liquide Jaune pale	Principe actif ,activité cicatrisante
	<p>HE de L.stoechas</p>			
<b>Phase aqueuse</b>		végétale	Liquide transparent	Astringent, purifiant, il nettoie et adoucit la peau, revitalisant, rafraichissant, action réparatrice.
	<p>Hydrolat de L. stoechas</p>			

### 3.7.1. Processus de la formulation

Le processus de la formulation est représenté dans le schéma (Figure 15)

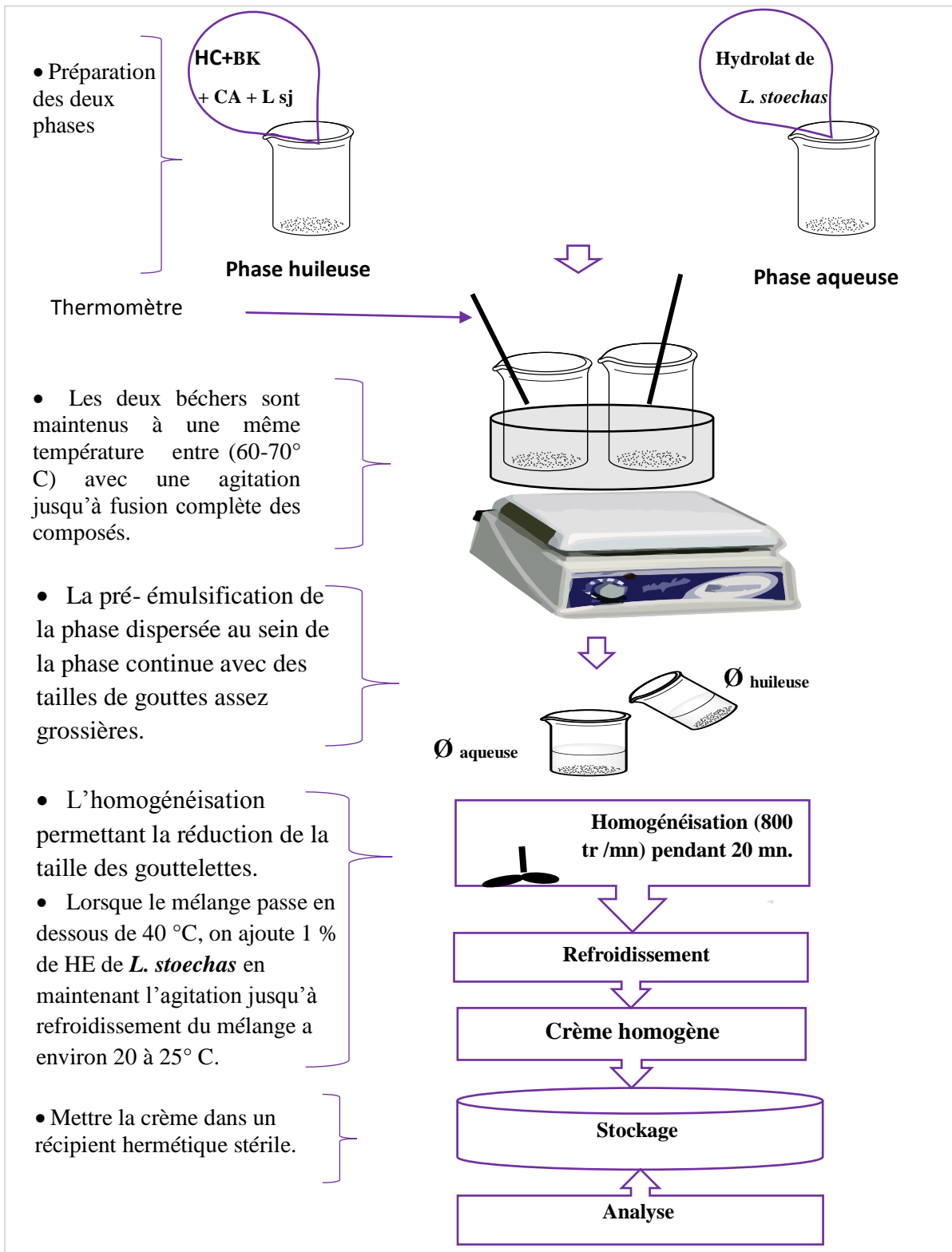


Figure 15. Schéma représentatif du processus de fabrication d'émulsion

### 3.7.2. Contrôle de la qualité de la formulation préparée

Tout produit fini doit subir des tests et analyses de qualité pour être apte à son utilisation et sa commercialisation, parmi les tests réalisés in vitro on distingue :

❖ **Caractère macroscopique**

L'observation de la couleur, la consistance et l'odeur de la crème

❖ **Caractère microscopique**

Nous avons vérifié l'homogénéité de notre préparation à l'aide d'un microscope de type OPTIKA B-150. En l'étalant une quantité de cette dernière sur une lame pour contrôler la dispersion des gouttelettes du liquide dans l'émulsion.

➤ **Mesure du pH**

Le pH de la crème a été mesuré à l'aide d'un pH mètre de type HI2209-01.

➤ **Tests de stabilité**

Ce test est basé sur la stabilité à la centrifugation, ainsi à la température :

- Stabilité à la centrifugation : soumettre l'émulsion à une centrifugation et observer l'aspect des émulsions (crémage, sédimentation, séparation de phases).
- Stabilité à la chaleur et au froid : le contrôle de stabilité est complété par des essais de conservation à différentes températures.

- Le premier échantillon au frigo à 4°C
- Le deuxième à la température ambiante

} Pendant 7 jours afin de mesurer sa stabilité au cours du temps.

### 1. Evaluation du taux d'humidité du matériel végétal

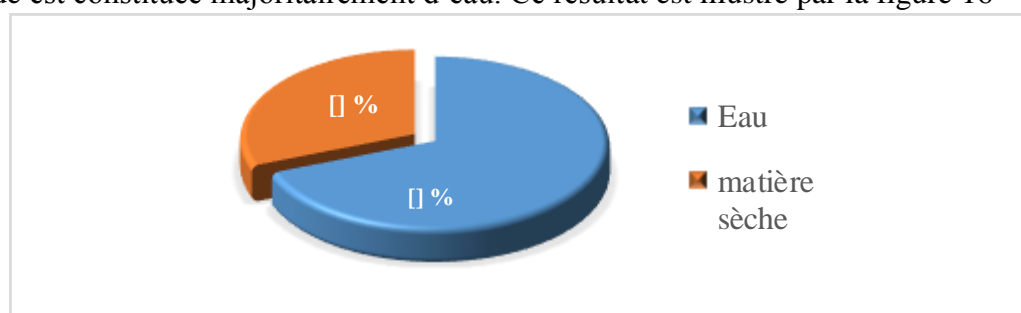
Dans le but de contribuer à la valorisation du procédé de séchage et de stockage des plantes médicinales, nous nous sommes intéressés à l'étude du taux d'humidité.

Le taux d'humidité évalué pour la partie aérienne (feuilles) de lavande papillon (*L. stoechas*) a été calculé par rapport à la masse de la matière végétale sèche et fraîche. L'ensemble des résultats est mentionné dans le tableau 10

**Tableau 10.** Poids de la matière végétale avant et après séchage et H%

Plante	Organe	Masse fraîche (g)	Masse sèche (g)	Taux d'humidité (%)
<i>L. stoechas</i>	feuilles	3662	1132	69,08

D'après ces résultats, le taux d'humidité est de 69,08 %, ceci signifie que la Lavande stoechade est constituée majoritairement d'eau. Ce résultat est illustré par la figure 16



**Figure 16.** Teneur en eau et en matière sèche de *Lavandula stoechas*

Les végétaux sont riches en eau, les plantes fraîches renferment 60 à 80 % d'eau. Pour assurer une bonne conservation, la teneur en eau doit être inférieure ou égale à 10 % [78].

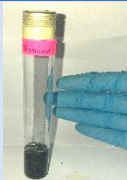




Le taux d'humidité de *L. stoechas* de la région de Boghni (Tizi Medden-Rmila) correspond à environ 69.08 %, et donc cela signifie approximativement plus de la moitié du poids de la plante fraîche est constituée d'eau et le reste du poids de la plante (30,92 %) c'est la matière sèche (figure 16).

Parallèlement, le taux d'humidité de cette espèce au Maroc est constitué plus de la moitié du poids frais (64 %) [79]. L'inversement, la plante fraîche de la région d'Oum el Alou de Tlemcen (Algérie) est constitué la moitié (52,5 %) du poids [80]. Plusieurs facteurs pourraient influencer la teneur en eau et en matière sèche des plantes comme la nature des fibres, l'âge des plantes, l'état du sol et la durée de conservation du végétal après récolte [79].

## 2. Tests phytochimiques

Dans le but de rechercher les différentes classes des substances secondaires dans l'extrait aqueux de *L. stoechas*, un screening Phytochimique a été réalisé via la conduite d'un ensemble de réactions qualitatives de caractérisation (précipitation, coloration par des réactifs spécifiques) de différents composés chimiques à savoir : les flavonoïdes, les saponines, les tanins, les alcaloïdes, des stérols et triterpènes (tableau 11). Les résultats de la caractérisation chimique sont classés en fonction des différents critères d'observation que nous avons notés ainsi : +++ : Réaction très positive ; ++ : Réaction positive ; + : Réaction moyennement positive ; - : Test négatif.

Tableau 11. Résultats du screening Phytochimique de *L. stoechas*

<i>Métabolites secondaires</i>	<i>Réaction</i>	<i>Résultats observés</i>	<i>Réaction positive /négative</i>
<b>Tanins</b>	Coloration : $FeCl_3$	 (++)	Présence de la couleur verdâtre.
<b>Flavonoïdes</b>	Coloration : $AlCl_3$	 (-)	Absence de la couleur rose/rouge.
<b>Alcaloïdes</b>	Précipitations Réactifs ; Mayer Wagner	 (a) : Mayer (-) (b) : Wagner (-)	Absence de Précipité blanc pour (a). Absence de Précipité brun pour (b)
<b>Saponines</b>	Test de Mousse	 (+++)	La hauteur de la mousse est égale à 1 cm dans le tube n°10.(I=100)
<b>Stérols et Triterpènes</b>	Coloration : Liebermann Buchard	 (+++)	Présence d'un anneau rouge brunâtre a la zone de contact de deux liquides.

Le criblage Phytochimique de la partie aérienne (feuilles séchées) de lavande papillon étudié a mis en évidence la présence de plusieurs composés chimiques doués d'activités biologiques intéressantes. L'extrait aqueux de la *L. stoechas* est riche en tanins, saponines, stérols et triterpènes. Par contre il ne renferme pas d'alcaloïdes et les flavonoïdes.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenues par Warda *et al.* (2009). En effet, ces auteurs signalent la présence de tanins, de saponines, de stérols et triterpènes et l'absence d'alcaloïdes [81]. Et aussi avec ceux obtenues par Bachiri *et al.* (2016) qui ont signalé la présence des tanins, de stérols et triterpènes et l'absence d'alcaloïdes et flavonoïdes [79]. Ceci s'explique par l'influence du milieu sur la composition en substances bioactives produites par la plante. Elle tient compte aussi de la saison de récolte, la partie utilisée et le mode d'extraction utilisé (infusion, décoction, macération).

### 3. Extraction de l'huile essentielle

#### 3.1. Détermination de la cinétique et du rendement d'extraction

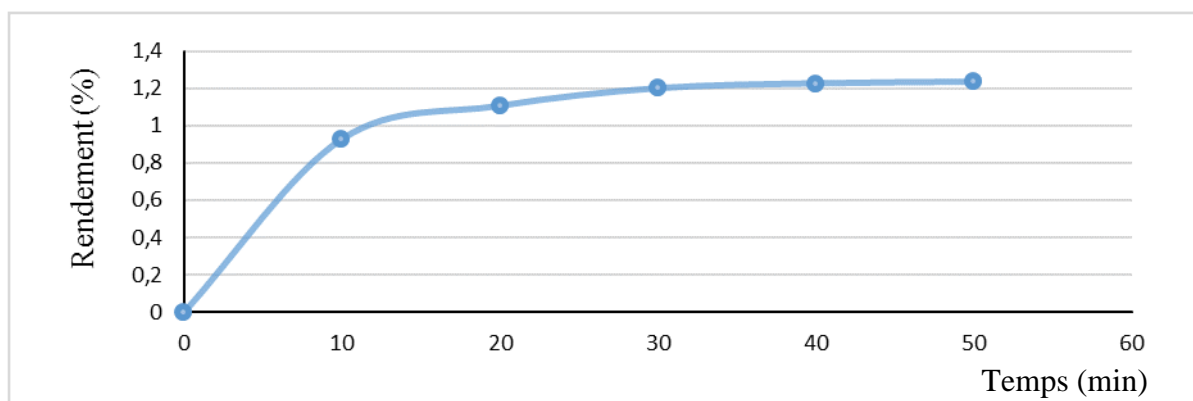
Le rendement de l'huile essentielle a été calculé en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante.

Le résultat de rendement de l'extrait aromatique (HE) obtenu est mentionné dans le tableau 12

**Tableau 12.** Rendement d'extraction de l'huile essentielle de *L. stoechas*

Plante	organe	Masse de la plante (g)	Masse de l'huile essentielle (g)	Temps (min)	Rendement %
<i>L. stoechas</i>	Feuilles	100	1,2333	50	1,23

Les données du tableau 12 indiquent qu'on a obtenu une quantité huileuse très importante qui est de l'ordre 1,23%. L'évolution du rendement en fonction du temps est représentée par le graphe (figure 17)



**Figure 17.** Evolution du rendement de l'huile essentielle de *L. stoechas* en fonction du temps d'extraction

La cinétique d'extraction consiste à déterminer le rendement en fonction du temps d'extraction. Cette étude a pour but de fixer le temps nécessaire pour extraire le maximum d'huile essentielle des feuilles de *L. stoechas*.

La cinétique d'extraction de l'huile essentielle des feuilles sèches de la lavande papillon indique que le rendement augmente en fonction de temps puis il se stabilise. Les résultats représentés dans la figure montrent que pour une durée de traitement relative à 50 min nous avons pu atteindre un palier traduisant l'équilibre.

Le calcul de rendement en HE par rapport au poids total de la partie aérienne (feuilles) de la lavande papillon est de 1,23%, ce rendement est comparable à ceux obtenus dans la littérature (tableau 13).

**Tableau 13.** Littérature des rendements de *L. Stoechas*

<i>Pays</i>	<i>Rendement (%)</i>	<i>Référence</i>
Grèce	0,06-1,46	[82]
Inde	0,77-1,20	[83]
Turquie	1,33	[84]
Nord d'Algérie	0,34-1,63	[85]

La variation du rendement des HEs dépend de nombreux facteurs tel que la méthode d'extraction utilisée, les parties de la plante utilisées, les produits et les réactifs utilisés dans l'extraction, l'environnement, le génotype des plantes, l'origine géographique, la période de récolte de la plante, le degré de séchage, les conditions de séchage, temps et température de séchage et la présence des mauvaises herbes [86].

Plusieurs travaux aussi relatifs au séchage des plantes aromatiques et médicinales indiquent des modifications considérables, particulièrement sur le plan quantitatif au niveau des HEs. Une plante qui n'est pas séchée dans de bonnes conditions, elle risque de se dégrader, et par la suite, la perte de la totalité de ses huiles essentielles [87].

#### 4. Caractérisation de l'huile essentielle

##### 4.1. Caractérisations organoleptiques

Les différentes caractéristiques organoleptiques constituent un moyen de vérification et de contrôle de la qualité de l'HE. Les paramètres organoleptiques de notre HE sont présentés dans le tableau 14 en accord avec les normes AFNOR [88].

**Tableau 14.** Propriétés organoleptiques de l'HE de *L. stoechas* en accord avec les normes AFNOR

<i>Caractéristiques</i>	<i>Aspect</i>	<i>Odeur</i>	<i>couleur</i>
HE extraite de <i>L.stoechas</i>	Liquide mobile, limpide	Caractéristique, agréable parfumée et camphrée.	Jaune pâle.
AFNOR [11]	Liquide mobile, limpide	Très légèrement camphrée.	Jaune clair.

##### 4.2. Caractérisations physico-chimiques

###### 4.2.1. Caractéristiques physiques

Les différentes caractéristiques physiques de l'HE de lavande papillon (*L. stoechas*) ont été notées et présentées dans le tableau 15 en accord avec les normes AFNOR [88].

**Tableau 15.** Propriétés physiques de l'HE de *L. stoechas* en accord avec les normes AFNOR

<i>Caractéristiques</i>	<i>Densité</i> $d_{20}^{20}$	<i>Indice de réfraction</i> $n_D^{20}$	<i>Pouvoir rotatoire</i> $\alpha_D^{20}$
HE extraite de <i>L.stoechas</i>	0,9416	1,474	-8,2
AFNOR [11]	0,922 - 0,950	1.465 - 1.475	Compris entre -6 et -11.5

Les données du tableau 15 ont montrés que nos résultats sont en accord avec la norme AFNOR.

###### 4.2.2. Caractéristiques chimiques

Les différentes caractéristiques chimiques de l'essence extraite de lavande papillon (*L. stoechas*) ont été notées et présentées dans le tableau 16

**Tableau 16.** Propriétés chimiques de l'HE de *L. stoechas* en accord avec les normes AFNOR

<i>Caractéristiques</i>	<i>IA</i>	<i>pH</i>	<i>IP</i>	<i>IS</i>	<i>IE</i>
HE extraite de <i>L.stoechas</i>	1,122	6	9,1	3772,725	3771,603
AFNOR	maximum: 2	5-6,5	/	/	/

L'indice d'acide (ou acidité) indique d'une part le degré de conservation d'une huile et d'autres part la qualité d'huile alimentaire ; souvent cet indice est de valeur inférieure ou égale à 2. Notre résultat obtenu pour l'huile essentielle de *L. stoechas* analysée est conforme avec celui des normes AFNOR [88].

- ♣ Le pH des HEs est compris entre 5-6,5 (un caractère acide), et notre l'huile essentielle est conforme à cette exigence. Par conséquent, ce résultat peut amener à un bon caractère stabilisateur contre les micro-organismes ; ce qui permettra à cette huile de jouer le rôle d'un conservateur dans les produits alimentaires.
- ♣ L'indice de peroxyde (IP) est un bon indicateur de l'état de conservation d'un corps gras. Il permet de voir l'état d'oxydation des huiles essentielles et de contrôler les premières étapes de l'altération oxydative. Le "Code of Practice" de l'IFRA (International Fragrance Association), 38ème Amendement recommande que l'indice de peroxyde ne doit pas dépasser 20meqO<sub>2</sub>/ Kg d'huile. La valeur de l'IP obtenue avec l'HE de *L. stoechas* (9,1 meq d'O<sub>2</sub>/Kg) est conforme aux normes IFRA, huile ne présente aucun état d'oxydation.
- ♣ L'indice de saponification (IS), c'est un indice qui est très utile dans l'industrie des savons, une huile qui se caractérise par un indice de saponification important est une huile très commode pour servir dans la fabrication du savon. Sa valeur dans notre HE de *L. stoechas* est de l'ordre de 3772,725 mg (KOH)/1g d'huile ce qui explique que notre plante étudiée est très riche en acide gras.
- ♣ La valeur de l'indice d'ester(IE) de notre huile est plus élevé a environ 3771,603 mg (KOH)/g d'huile et pas loin de la valeur de l'indice de saponification, ce qui veut dire que cette huile contient une quantité appréciables d'acide gras libre. Par conséquent des conditionnements doivent être pris afin de limiter une dénaturation ultérieure qui conduirait à une décoloration de l'huile.

### 5. Analyse spectroscopique (Spectre Infrarouge)

Le spectre infrarouge (figure 18) se présente sous forme d'une suite de bandes d'absorption, fine et plus ou moins larges, l'axe des abscisses représente le nombre d'onde en

$\text{cm}^{-1}$ , il est orienté de la droite vers la gauche (de  $600 \text{ cm}^{-1}$  à  $4000 \text{ cm}^{-1}$ ). L'axe des ordonnées est orienté vers le haut et représente la transmittance en %. Dans la pratique, on ne cherche pas à identifier toutes les bandes compte tenu de leur grand nombre ; on vérifie seulement la présence ou l'absence d'une bande caractéristique d'un groupement fonctionnel donné.

Les résultats de l'étude spectroscopique par IR ont révélé la présence de divers groupements fonctionnels dans l'extrait aromatique (HE) extraite par la partie aérienne de la Lavande papillon (*Lavandula stoechas*) avec les différentes valeurs de pic. Les résultats sont représentés dans le tableau 17 et la figure 18

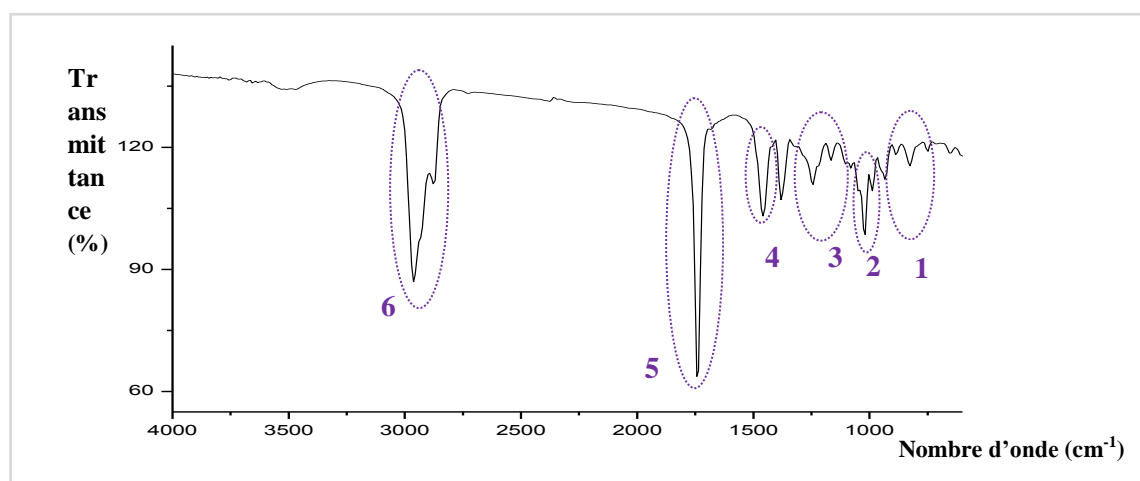


Figure 18. Spectre IR de l'huile essentielle de *lavandula stoechas*

Tableau 17. Groupements fonctionnels d'huile de *L. stoechas* par Infrarouge

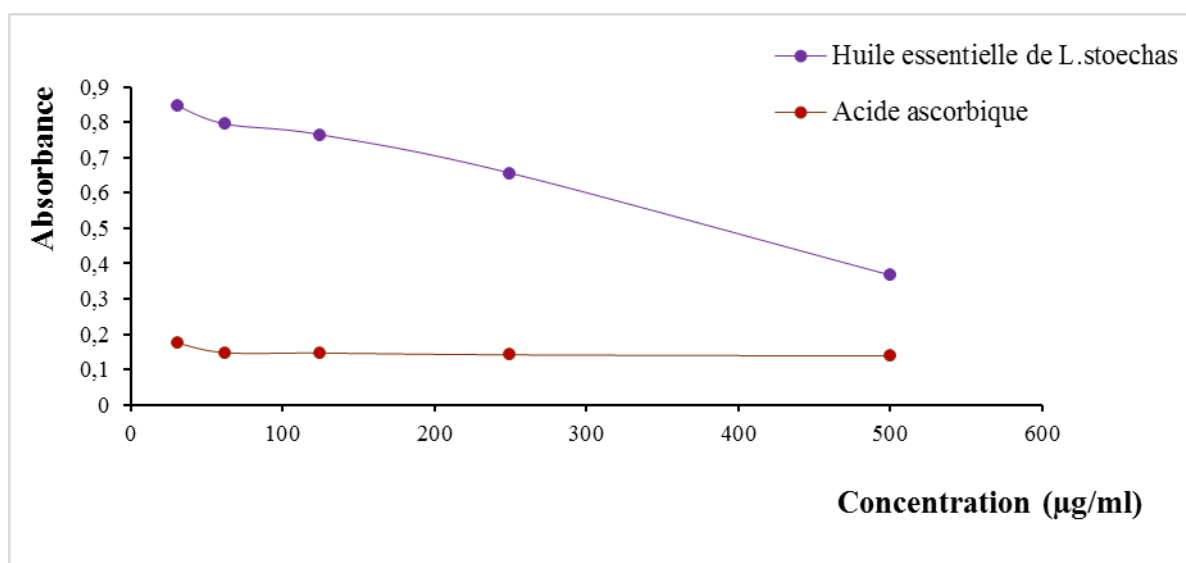
Indice	Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	Nature de vibration	Intensité et forme	Liaison	fonctions
1	700-800	déformation	Variables, 3 à 4 bandes	$\text{C}_{\text{trigonal-H}}$ aromatique	Aromatique
2	1000	déformation	Moyenne, large	$\text{C}_{\text{trigonal-H}}$ de (CH=CH) E, Z	Alcène
3	1050-1300	déformation	Variables 3 à 4 bandes	C-O	Ethers, Acides, Alcools
4	1450	élongation	Moyenne, large	C=C	Aromatique
5	1750	élongation	Forte, fine	C=O	Carbonyle
6	2958	élongation	Forte, fine	O-H	Acide carboxylique

## 6. Activité biologiques de l'huile essentielle

### 6.1. Activité antioxydante

L'activité antioxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres. Dans notre travail, l'huile essentielle de la lavande papillon a été évaluée in vitro par le test de piégeage du radical DPPH, l'un des substrats les plus utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse [89].

Les valeurs des absorbances (Abs) qui ont été mesurés à 518 nm à différentes concentrations pour l'huile essentielle de *L. stoechas* ainsi l'acide ascorbique sont illustrées dans la figure 19



**Figure 19.** Evolution des absorbances de l'activité antioxydante en fonction des concentrations préparées

La figure 19 nous montre que plus les absorbances diminuent plus que les concentrations augmentent soit pour l'HE ou bien pour les solutions d'acide ascorbique.

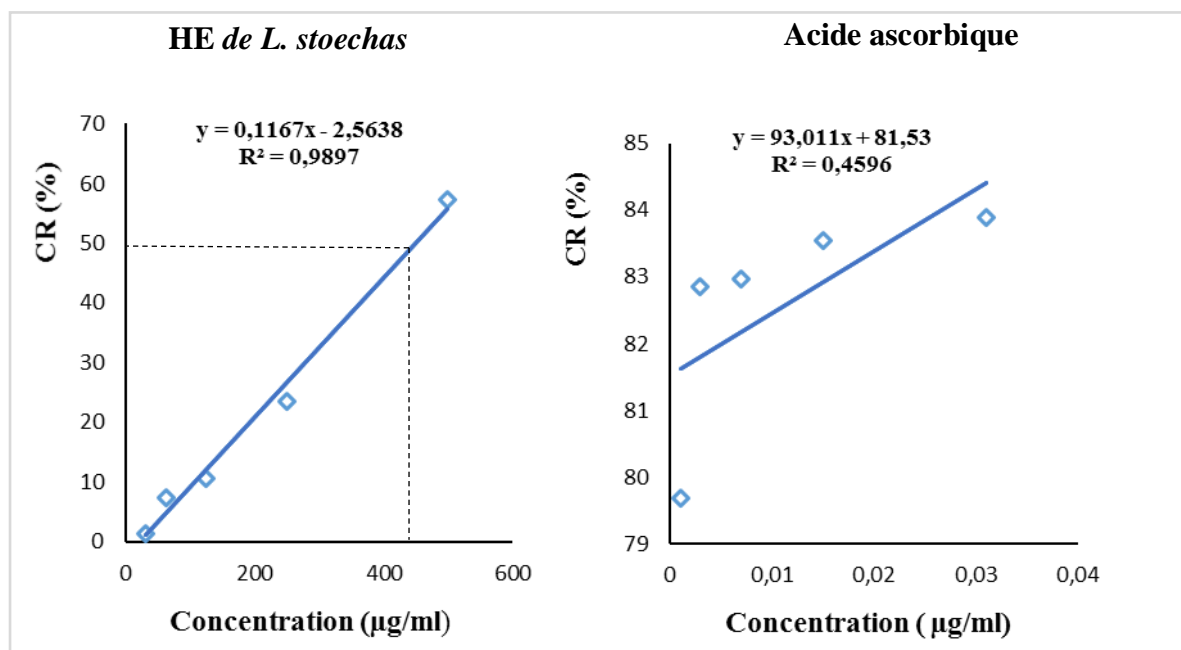
Les pourcentages de capture du radical DPPH ont été calculés par la relation (10). Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 18

**Tableau 18.** Activité antioxydante (%) évaluée par le radical DPPH de l'huile essentielle

<i>Echantillon</i>	<i>Activité de piégeage de DPPH (CR%)</i>
HE de <i>L.stoechas</i>	57,29
Acide ascorbique	84,24

Au vu de ces résultats, l'huile essentielle a manifesté une faible activité antioxydante comparé à celle de l'acide ascorbique.

La concentration efficace ( $CE_{50}$ ) est inversement liée à la capacité antioxydante d'un composé, car elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur de  $CE_{50}$  est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande.



**Figure 20.** Pourcentages de capture du radical libre DPPH' de la *L. stoechas* et l'Acide Ascorbique

La concentration inhibitrice minimale ( $IC_{50}$ ), ou bien ( $CE_{50}$ ) est estimée par extrapolation à % CR = 50% en traçant la courbe % CR en fonction de la concentration (figure 20)

**Tableau 19.** L' $IC_{50}$  de l'HE et acide ascorbique en µg /ml

Echantillons	$IC_{50}$ (µg /ml)
Huile essentielle de <i>L. stoechas</i>	450,51
Acide ascorbique (vitamine C)	0,34

Comme figurant sur le tableau ci-dessus, l'huile est dotée d'un pouvoir antioxydant qui est en accord avec celui trouvé dans la littérature qui ont montré l'existence d'une activité antioxydante de l'huile essentielle de *L. stoechas* (de la région de Constantine, Algérie) avec une  $IC_{50}$  ( $584 \pm 0,58$  µg/ml) mais moins efficace par rapport à la vitamine E ( $384 \pm 0,76$

$\mu\text{g/ml}$ ). [93] et plus élevé que celles de la région de la wilaya de Bouira (Lakhedaria, Ain Bessam, Taguedit) avec des valeurs d'IC50 de ( $5100\mu\text{g/ml}$  ;  $32420\mu\text{g/ml}$  ;  $26800\mu\text{g/ml}$ ) [3]

## 6.2. Activité antibactérienne

Le pouvoir antibactérien de l'HE pure extraite par la partie aérienne (feuilles) de *L. stoechas* de la région de Boghni (Tizi Medden-Rmila) est évalué in vitro qualitativement par la méthode de diffusion sur disque, estimé en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant l'HE vis-à-vis de deux germes pathogènes testés et *E. coli* (Gram-) et *S. aureus* (Gram+).



Les résultats concernant l'activité antimicrobienne in vitro obtenus à l'aide de cette méthode montrent que l'activité antibactérienne de l'HE est en fonction des bactéries cibles. Il s'est avéré que l'HE n'a aucune activité antimicrobienne vis-à-vis de *S. aureus*.

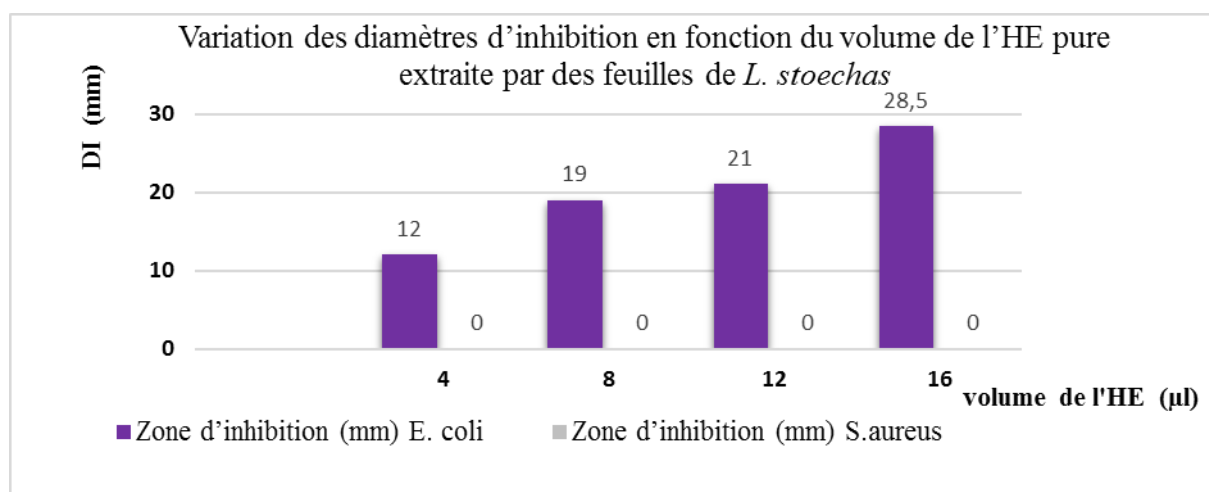
*E. coli* a montré une très grande sensibilité à l'HE, avec un diamètre d'inhibition de 28,5 mm pour une concentration de  $16\mu\text{l}$ . Les valeurs de ces diamètres d'inhibition relevées par l'HE testée sont classées dans le tableau 19 selon les différents volumes déposés sur les disques 4, 8, 12,  $16\mu\text{l}$ .

**Tableau 20.** Diamètres des zones d'inhibition (mm) illustrant l'activité antibactérienne de l'HE pure extraite par des feuilles de *Lavandula stoechas*

	volume de l'HE ( $\mu\text{l}$ / disque)			
	4	8	12	16
<i>E. coli</i>				

	Diamètre d'inhibition (mm)	12	19	21	28,5
	sensibilité	Sensible (+)	Très sensible (++)	Extrêmement sensible (+++)	Extrêmement sensible (+++)
S. aureus Gram(+)	Diamètre d'inhibition (mm)	Ø	Ø	Ø	Ø
	sensibilité	Non sensible (-)	Non sensible (-)	Non sensible (-)	Non sensible (-)

(-) Non sensible, (+) Sensible, (++) Très sensible, (+++) Extrêmement sensible Ø : pas d'inhibition observée.



**Figure 22.** Représentation graphique des diamètres des zones d'inhibition

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux de la littérature qui ont montré que *S. aureus* est moins sensible à l'HE de *L. Stoechas* [80]. Par contre il a été rapporté que l'huile volatile de plantes de *L. stoechas* en provenance de Tunisie a une activité antibactérienne vis-à-vis de *S. aureus* [91]. Et l'HE de *L. stoechas* de Turquie montre un effet inhibiteur sur les deux souches bactériennes (*E. coli* et *S. aureus*) [92].

L'activité antibactérienne des extraits de plantes dépend de la composition chimique qui varie selon d'un certain nombre de facteurs tels que, la période de récolte, les conditions

édaphoclimatiques, la méthode d'extraction, la composition chimique, ainsi que les types de microorganismes testés et les conditions de réalisation des tests [79,93].

## 7. Contrôle de la formulation pharmaceutique (crème cosmétique)

Nous avons préparé une crème cosmétique bio à base d'huile essentielle de lavande papillon a activité cicatrisante. L'analyse macroscopique et microscopique, le test de stabilité par centrifugation en fonction du temps ainsi la mesure du pH a servi comme éléments de contrôle pour notre formulation.

### 7.1. Analyse macroscopique

Les propriétés organoleptiques de notre crème élaborée sont regroupées dans le tableau 21.



Figure 23. Crème élaborée

Tableau 21. Propriétés organoleptiques de notre formulation

Aspect	Apparence	Couleur	Odeur	Toucher	étalement	Texture
Onctueuse Brillant	Homogène (aucune présence de grumeau ou gouttes d'huile ou d'eau)	jaune verdâtre clair.	Odeur aromatique (odeur de l'huile essentielle de <i>L. stoechas</i> ).	Très fraiche au touché, peu collante.	Très bon étalement, très bonne pénétration après application à la main.	Légèrement épaisse .

### 7.2. Analyse microscopique

A l'aide d'un microscope optique, l'examen microscopique de la crème préparée confirme la répartition homogène des gouttelettes dispersées.



### 7.3. Mesure de pH

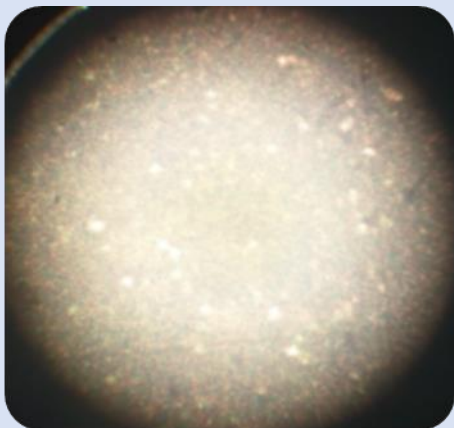
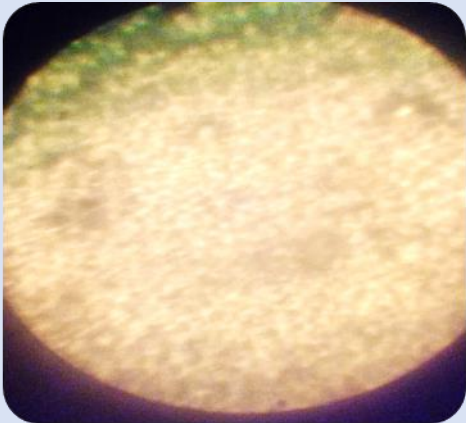
Cette mesure est effectuée à l'aide d'un pH mètre à température ambiante, la valeur obtenue pour notre crème préparée est de 6,02 donc elle est neutre et présente un pH proche de celui recommandé pour les crèmes cosmétiques (4,5 – 7) par conséquent, aucun risque d'irritation cutanée [54].

### 7.4. Test de stabilité

○ **Stabilité à la centrifugation :** La crème cosmétique a été soumise au test de résistance à la centrifugation à une vitesse de 3000 tours/min pendant 10 min à température ambiante. Les résultats montrent que la crème résiste à la centrifugation et ne présente pas de phénomènes de séparation de phases.

○ **La stabilité après une semaine de conservation :** Un suivi de stabilité au cours d'une semaine par appréciation visuelle et microscopique a été réalisé. Les résultats observés sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 22.** Résultats de stabilité après une durée de 7 jours

	Conservation à température ambiante	Conservation dans un réfrigérateur à 4°C
Images sous microscope		
Résultats	Les particules ont presque la même taille.	Les particules observées possèdent des dimensions presque identiques.

D'après les résultats du tableau 22 on peut conclure que notre crème préparée présente une homogénéité remarquable (qui est un paramètre de stabilité) après une semaine de conservation à la température ambiante et au réfrigérateur (4 °C).

De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales constituent une source insoupçonnée de molécules bioactives qui pourront servir à de nouvelles thérapies complémentaire aux thérapies conventionnelles. De meilleures connaissances et exploitation de ces plantes par l'étude de la composition chimique de leurs substances actives restent parmi les préoccupations majeures des chercheurs.

Plusieurs études ont été réalisées sur les plantes appartenant à la famille des lamiacées, elles ont montré la richesse de ces dernières en composés bioactifs. Cependant, il existe peu de données et d'études évaluant la composition chimique et le potentiel antimicrobien de la plante *L. stoechas*. Dans ce contexte nous nous sommes intéressées à l'étude générale de cette plante en passant par son identification, screening phytochimique, extraction de l'huile essentielle, caractéristiques physicochimiques, analyse spectrophotométrie à infrarouge, l'évaluation de son pouvoir antioxydant et antibactérien et mis au point une formulation cosmétique.

Au terme de notre travail, l'étude botanique a confirmé l'identité de l'espèce, Le screening phytochimique a mis en évidence la richesse de l'extrait aqueux en Saponines, Tanins, Stéroïdes et Triterpènes et l'absence des alcaloïdes et flavonoïdes.

L'extraction d'huile essentielle par l'hydrodistillation s'est révélée l'une des techniques les plus appropriées avec un rendement estimé de 1,23 %, important par rapport à d'autres travaux similaires.

L'étude des caractéristiques physicochimiques de l'huile essentielle sont en accord avec les données de la littérature et à ceux donnés par les normes AFNOR et la pharmacopée.

L'étude de l'activité antioxydante par la méthode de piégeage du radical libre DPPH a révélé que l'huile essentielle de *L. stoechas* est moyennement faible par rapport au standard l'acide ascorbique.

En ce qui concerne le pouvoir antibactérien de l'essence de *L. Stoechas* montre que l'HE a exercé une importante action inhibitrice à l'égard d'*Escherichia coli* et inactif sur la *Staphylococcus aureus*.

Nous avons mis au point une formulation cosmétique à base de l'huile essentielle de *L. Stoechas*. Les tests de contrôle effectués sur la crème montrent qu'elle est homogène et

stable. De plus elle présente un pH proche de celui recommandé par la pharmacopée pour les crèmes cosmétique (4,5 – 7).

Toutefois, il serait intéressant d'approfondir l'étude de l'activité antibactérienne en envisageant d'autres souches et l'étude de nouvelles activités biologiques de la plante (activités cicatrisante, antiinflammatoire, anticancéreuse ...).

Exploitation de ce pouvoir antimicrobien dans l'industrie pharmaceutique pour enrichir l'arsenal thérapeutique.

Utiliser d'autres techniques d'analyses telle que CPG, HPLC et la RMN afin d'identifier la composition chimique de l'huile essentielle de *L. stoechas*.

Notre présente étude pourra servir à d'éventuelles études cliniques, (essais de tolérance locale) et la mise en forme définitive de la préparation, ainsi l'identification des substances responsables de l'activité cicatrisante.

Par ailleurs, des essais d'isolation de substances biologiquement actives à partir des huiles essentielles des plantes médicinales pourront constituer un créneau d'avenir très prometteur pour l'industrie pharmaceutique et cosmétique en Algérie.

---

## *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

- [1] : LIMONIER A.2018. La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université de Marseille. France.
- [2] : BOUZABATA A.2015. Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique myrtus communis l. Thèse de Doctorat : Sciences Pharmaceutiques : Université benyoucef benkhedda, Alger. Algérie.
- [3] : BENABDELKADER T.2012. Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas* sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Thèse de Doctorat : Biologie et Ecophysiologie Végétale : Université Jean Monnet - Saint-Etienne ; Ecole normale supérieure de Kouba (Alger). France.
- [4] : BOUCHIKHI T.Z.2011.Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de Doctorat : biologie, option : écologie animale : Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen.
- [5] : BELLAKHDAR J.1997.la pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. IBIS pess. p : 318.
- [6] : LUCIENNE.A.D.2010. Plantes médicinales d'algerie.2<sup>ème</sup>ed. Alger : Berti.ISBN: 978-9961-69-202-8. P : 118.
- [7] : UPSON T. et ANDREWS S. 2004. The genus *Lavandula*. Edition Timber Press, Portland and Oregon, Etats-Unis. p : 442.
- [8] : DEBEAUX M.O. 1894. Flore de la Kabylie du Djurdjura. Edition librairie des sciences naturelles de Paul Klingksieck, Paris. P : 288.
- [9] : QUEZEL P, SANTA S. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition Centre National de la Recherche Scientifique, France. P : 781.
- [10] : MOHAMMEDI Z, ATIK F.2012. Pouvoir antifongique et antioxydant de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.J. Nature & Techrsitaires. P : 34-39.

- [11] : BELOUED A.2005 : Plante médicinales d'Algérie. Offices des publications scientifiques. P : 20-150.
- [12] : BURTON J. 1993. Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales 2ème Ed. Lavoisier, Illinois, USA.
- [13] : ISMAN M. 2002. Problème et perspectives de commercialisation des insecticides d'origine botanique. Biopesticides d'origine végétales. Cbjr Renault-Roger, end Cv Phylogène, Ed., Tec and Doc Editions, Lavoisier, Paris, France. P : 300-311.
- [14] : ZRIRA S. 2017. Valorisation de la lavande du Maroc. Transfert de technologie en agriculture,4, ISSN :1114-0852.
- [15] : CHARBIER J.Y. 2010.Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université de Nancy 1.
- [16] : DJIBO A.K. 2000.Analyse des huiles essentielles de quelques plantes de la flore de Burkina Faso appartenant aux familles des Lamiaceae (*Hyptis spicigera* Lam. *Hyptis suaveolens* Poit, *Ocimum americanum* L.) et des Poaceae (*Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng, *Cymbopogon giganteus* Chiov et *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf : Substances naturelles à propriétés pesticides et pharmacologiques : Université de Ouagadougou.
- [17] : Li Y, FABIANO-TIXIER A.S et CHEMAT F. 2014. Essential oils as agents in green chemistry. Springer Cham Heidelberg, New York, Dordrecht, London, p: 78.
- [18] : BUVAT C.2017. Conseils en aromathérapie à l'officine : création de fiches conseils Pratiques à destination de l'équipe officinale : Thèse de Doctorat : pharmacie : université Grenoble Alpes.
- [19] : OUIS N. 2015.Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de doctorat : Chimie organique : Université d'Oran.
- [20] : DESCHEPPER R.2017.Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse de doctorat : Pharmacie : Université de Marseille.
- [21] : ELODIE G.2010. Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action : Thèse de Doctorat : Biochimie - Biologie moléculaire : Université de Corse-Pasquale Paoli.

[22] : GRUNWALD J. Janick C.2006.Guide de la phytothérapie. 2ème édition. Italie : marabout.

[23] : BOUZABATA A.2015. Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique myrtus communis l. Thèse de doctorat : Sciences Pharmaceutiques : Université Badji Mokhtar Annaba.

[24] : NOWICKI J.2019. Les Dangers De L'utilisation Abusive Des Huiles Essentielles. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université de Lille 2.

[25] : LAURENT J.2017. Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine. Thèse de doctorat : Pharmacie : Université Paul Sabatier Toulouse III.

[26] : BOUKHATEM M.N, FERHAT A, KAMELI A.2019. Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : revue de littérature. Agrobiologia, 9(2) : 1653-1659, ISSN : 2507-7627.

[27] : PINHEIRO A.2008. Influence des composés oxygénés issus de la biomasse lignocellulosique et de leurs produits d'hydrodéoxygénation sur les cinétiques des réactions d'hydrotraitement de gazoles. Thèse de Doctorat. Lyon : université Claude Bernard.

[28] : BENAZZOUZ M.2011. Les huiles essentielles, importance et potentialités : mise à jour Bibliographique des dernières recherches sur leurs emplois et toxicité et analyse de laComposition de l'huile essentielle de quinze plantes des plus consommées au Maroc. Thèse de Doctorat. Université Mohammed V.

[29] :SUTOUR. S.2010. Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthes de corse et de kumquats. Thèse de doctorat, l'Université de Corse.

[30] : BRUNETON J. 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème éditions. Paris : Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

[31] : SAMATE A. D.2002. Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : valorisation. Thèse de Doctorat : Chimie organique : Université de Ouagadougou.

[32] : HOFFMANN E et VINCENT S.2005. Spectrométrie de masse. 3e édition, BUNOD.

[33] : CARVALLI J.F. 2002. Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN de carbone -13 d'huile essentielle de Madagascar. Thèse de Doctorat, Université de Corse Pascal Paoli.

- [34] : RANDRIANAREVELO R.2010. Etude De L'activité Antimicrobienne D'une Plante Endémique De Madagascar « *Cinnamosma fragrans* », Alternative Aux Antibiotiques En Crevetticulture. Thèse de Doctorat : Biochimie (Biotechnologie-Microbiologie). Université d'Antananarivo.
- [35] : SYLVIE M, CATHERINE R et BOSDEVEIX R. 2008. La botanique biologie et physiologie végétales 2eme édition. p : 15.
- [36] : MEBAREKI N.2010.Extraction de l'huile essentielle de thymus fontanesii et application à la formulation d'une forme médicamenteuse- antimicrobienne, thèse de magistère : génie des procédés chimique et pharmaceutique. Université M'Hamed Bougara de Boumerdès.
- [37] : DESCHEPPER R.2017. Variabilité De La Composition Des Huiles Essentielles Et Intérêt De La Notion De Chémotype En Aromathérapie. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université d'Aix Marseille.
- [38] : DEGRYSE A.C. et al. 2008. Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Atelier santé environment -IGS- EHESP, p : 87.
- [39] : BOUYAHYA A, ABDESLAM E. T, ABRINI J, TALBAOUI A, FELAH H, BAKRI Y, DAKKA N.2017.*Lavandula stoechas* essential oil from Morocco as novel source of antileishmanial, antibacterial and antioxidant activities. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 12, p: 179-184.
- [40]: DASGUPTA N. 2007. Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: a comparative study. Food Chem. 101, p : 471 – 474.
- [41] : HUBERT R. 1998. Biochimie de l'aliment, acides aminés et oligopeptides. Ensia.
- [42] : SERTEYN D. et col. 2002. La nature chimique et la réactivité de l'oxygène. Annale de médecine vétérinaire, 137 (53) p : 146.
- [43] : GUILLOUTY A.2016. Plantes médicinales et antioxydants. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université TOULOUSE III PAUL SABATIER.
- [44] : KEBBAB R.2014. Etude du pouvoir antioxydant des polyphénols issus des margines d'olives de la variété Chamlal : Evaluation de l'activité avant et après déglycosylation. Thèse de magister UMMTO.

- [45]: PULIDO R., BRAVO L, et SAURA-CALIXTO F. 2000. Antioxydant activity of dietary polyphenol as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. J Agric Food Chem, Vol 48, p : 3396-402.
- [46] : POPOVICI C, ILONKA S, BARTEK T. 2009. Evaluation de l'activité antioxydant des composés Phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Revue de génie industriel, Vol4, p : 25-39.
- [47] : PORTES, E. 2008. Synthèse et études de tétrahydrocurcuminoïdes : propriétés Photochimiques et antioxydantes, applications à la préservation de matériaux d'origine naturelle. Thèse Doctorat, Université de BORDEAUX I.
- [48]: HADDOUCHI F, ZERHOUNI K, SIDI-YEKHELEF A, CHAUCHE T.M. 2016. Evaluation of antimicrobial activity of different extracts of *Helichrysum stoechas* subsp. *rupestre*. J. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, 85, p : 152 – 159.
- [49]: ALWASH M. S. et al. 2013. Identification and mode of action of antibacterial components from *Melastoma malabathricum* linn leaves. American journal of infectious diseases, 9(2), p: 46-58.
- [50]: KALEMBA D, KUNICKA A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Curr. Med. Chem, 10, p: 813-829
- [51]: PONCE A.G. et col. 2003. Antimicrobial Activity of essential oils on the native *microflora* of organic swiss chard. Lebensm. -Wiss.U. Technol. 36, p: 679-684.
- [52] : BELAROUÏ M, TABATOUCHE W. 2020. Formulation d'une crème dermique à base d'huile essentielle de Lavande Papillon et étude de ses propriétés thérapeutiques. Mémoire de Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire : Université de Blida.
- [53] : LACHARME L. 2011. Les Produits Cosmétiques Biologiques : Labels, Composition Et Analyse Critique De Quelques Formules. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université Joseph Fourier.
- [54] : SADOU FZ, HEMOUDI N, RABHI N, KECILI F. 2020. Formulation d'une crème anti-brûlure à base de plante *Carthamus caeruleus* L. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.
- [55] : CAULLET L, DOS SANTOS A, KNIPPER G, RUSALEN M, SEIGNEUR M. 2018. Les Émulsions Alimentaires Et Cosmétiques : Florentin Michaux.

- [56] : DUPONT J.2017.Procédés microfluidiques d'émulsification : Potentiel pour la pharmacie. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université de Lille 2.
- [57] : TOÉ S, Lawaldia N, Tchaida M.2004. Essais De Mises Au Point De Formulation De Crèmes Et Laits Corporels A Base Du Beurre De Karité Du Burkina Faso. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université d'OUAGADOUGOU.
- [58] : LIONNE C. 2015.La cosmétique biologique Un retour Aux Sources ? Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université de Lille 2.
- [59] : DERRAS M. I, BECHLAGHEM M.2017. Essais de mise au point de formulation d'une crème cosmétique hydratante anti âge. Thèse de Doctorat : Pharmacie : Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen.
- [60] : BROCHETTE P. 1999.Emulsification : Elaboration et étude des émulsions. Techniques del'ingénieur, traité Génie des procédés. J2150 : 1-18.
- [61] : HELENE K. 2008.Formulation d'une émulsion Eau dans Huile avec desingrédients naturels. Thèse pour le DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE. p.59.
- [62] : LE HIR A. 2009.Pharmacie Galénique : Bonnes Pratiques de Fabrication des médicaments.9eme édition. Paris : Masson, P.151.978-294-61204-6.
- [63] : DOUMEIX O. 2011.Opérations Unitaires En Génie Biologique. Tome 1 : Les Émulsions.CRDP d'Aquitaine.
- [64] : Le Hir A. 1992.Pharmacie Galénique : Bonnes Pratiques de Fabrication des médicaments. 6eme édition. Paris : Masson,p : 377.
- [65]: TWIDELL E. K, WAGNER J.J, THIEX N.J. 2002. Use a Microwave oven to determine moisture content of forages. Extension Extra, 14, 50, 8077- 8282.
- [66]: OULDYEROU K. et col.2020.Etude Comparative Entre Les Plantes : Malva Sylvestris, Olea Europea, Citrus Aurantium, Utilisées Dans Le Traitement Du Diabète Dans La Médecine Traditionnelle De La Région De Mascara. Journal of Advanced Research in Science and Technology, 7,1, 79-91.
- [67]: MUANDA F.N.2010. Identification De Polyphénols, Evaluation De Leur Activité Antioxydante Et Etude De Leurs Propriétés Biologiques. Thèse de Doctorat : Chimie organique :Ecole doctorale SESAMES.
- [68] : EDEOGA H. O, OKWU D. E, MBBAEBLE. 2005. Phytochemical Constituents of Some Nigerian medecinal plants. African Journal of Biotechnology, 4, 7,685-688.
- [69] : EL-HAOUH H, BOUFELLOUS M, BERRANI A, TAZOUGART H, BENGUEDDOUR R.2018. Screening Phytochimique D'une Plante Medicinale: Mentha

Spicata L. American Journal of Innovative Research and Applied Sciences.p:228. ISSN 2429-5396.

[70] : MARREF S. E.2018. Contribution à l'étude des activités biologiques de l'extrait méthanoïque de la plante *Gladiolus segetum* in vivo et in vitro. Thèse De Doctorat : Biotechnologie des Molécules Bioactives et Pathologies Cellulaires : Université Mustafa Ben Boulaid Batna 2.

[71] : TALEB-TOUDERT K.2015. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de Doctorat :Sciences biologiques :Université MOULOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou.

[72] : CHEMATF, Fernandez X.2012.La Chimie Des Huiles Essentielles, Tradition Et Innovation.Vuibert: ISBN: 97823110102.

[73]: BOURKHISS M, Chaouch A, Ouhssine M, Bourkhiss B, Rassam.2015. Étude Physicochimique De L'huile Essentielle De *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters Du Plateau Central Marocain Physicochemical Study of The Essential Oil Of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters From Moroccan Central Plateau. Les Technologies De Laboratoire. 9.P : 3.

[74]: JAHOUACH W.2009. Etude Des Proprietes Physico-Chimiques Des Huiles D'olive Et De Grignon D'olive Decolorees Par Des Argiles Tunisiennes Actives Aux Ondes Ultrasonores. Thèse de Doctorat : Chimie : Université De Sfax.

[75] : NOVIDZRO K.M, WOKPOR. K, AMOUSSOU FAGLA.B, KOUDOUVO.K, DOTSE.K, OSSEYI.E, KOUMAGLO.K.H.2019.Analyse des lipides – Extraction, paramètre physicochimique. Constituant majeur.Techniques De L'ingénieur.p:2645.

[76] : BOUMDAL Z.2015.Formulation et contrôle d'une crème cosmétique réparatrice Bio a activité cicatrisante à base d'huile essentielle de lavande vrais. Mémoire de Master : Matériaux et produits organique industrielles : Université Blida 1.

[77] : LE HIR A. 2016.Pharmacie Galénique : Bonnes Pratiques de Fabrication des médicaments.10eme édition. Paris : Masson. P.151.978-2-294-74900-1.

[78] : PARIS R. et col. 1965. Précis de matière médicinale. Collection de précis de pharmacie.

- [79] : BACHIRI L. et col. 2016. Étude Phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de Lavande Autochtones au Maroc : « *Lavandula Stoechas L. et Lavandula Dentata L.* ». European scientific journal edition, 12, 30,313.
- [80] : MOHAMMEDI Z. 2006 : Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen, Algérie. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. Thèse de Magistère En Biologie. Option : Produits Naturels, Activités biologiques et Synthèse.
- [81] : WARDA K, MARKOUL M, LARHINI A, ABBAD A, ROMAN A, BOUSKRAOUDI M.2009. Antibacterial evaluation of selected Moroccan medicinal plants against *Streptococcus pneumoniae*.
- [82]: CHRISTOS N. 2010. Chemical compounds and essential oil release through decomposition process from *Lavandula Stoechas* in Mediterranean region. Elsevier. p: 1-9.
- [83]: SHARMA S. et col. 1983. Morphological and oil content variation in *Lavender* introduced in Kashmir. Indian perfumery, 27, p: 28-31.
- [84]: GÖREN A.C. et col. 2002. The chemical constituents and biological activity of essential oil of *Lavandula Stoechas Ssp.* Natur Forsch, 57(9), 10, p: 797-800.
- [85]: BENABDELKADER T. et col. 2011. Essential oils from wild population of Algerian *Lavandula Stoechas*: composition chemical variability and in vitro biological properties. Chem Biodivers. p : 937-53.
- [86] : BESOMBES C. 2008. Thèse : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques. Application généralisées.
- [87] : AGHFIR M. et col. 2007. Séchage solaire convective pour la conservation des feuilles du *Romarin (Rosmarinus Officinalis)*.13<sup>ème</sup> Journée internationale de séchage thermique. Albi, France.
- [88] : AFNOR. 2000. Association Française de Normalisation, Recueil de normes Française « Huiles essentielles ». AFNOR, Paris. AFNOR NF T 75-006.
- [89] : KHOLKHAL F, LAZOUNI H.A, BENDAHOU M, BOUBLENZA I, CHABANE S et CHAOUCH T.2013. Étude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus ssp. Coloratus*. Afrique Science 09,1, 151 – 158.
- [90] : BARKAT M. LAIB I.2012. Antioxidant activity of the essential oil from the flowers of *Lavandula stoechas*. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy, 4, 7, p: 96-101.

- [91] : BOUZOUITA N, KACHOURI F, HAMDI M. AND CHAABOUNR M.M. 2005. Volatile constituents and antimicrobial activity of *Lavandula stoechas* L. oil from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research*, 17, 584-586.
- [92] : GÖREN A.C, TOPÇU G, BILSELA G, BILSELA M, AYDOGMUS Z ET PEZZUTO J.M.Z. 2002. The chemical constituents and biological activity of essential oil of *Lavandula stoechas* ssp. *Stoechas*. *Z. Naturforsch.* 57c 797- 800.
- [93] : AL-REZA S.M, RAHMAN A, AND KANG S.C. 2010. Inhibition of plant pathogens in vitro and in Vivo with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L : *Pesticide biochemistry and Physiology*, Vol 96 : 86-92.



			Acide chlorhydrique Éther Iode
<b>Étude Antioxydante</b>	Balance analytique Spectromètre UV	Micropipette Tube à hémolyse en verre Fioles jaugées Bécher	Éthanol DPPH Acide ascorbique Huile essentielle
<b>Étude Antibactérienne</b>	Écouvillons Bec bunsen Étuve Pince Bec benzène. Papier Wattman	Micropipette. Boîtes de Pétrie.	Eau physiologique Gélose Mueller Hinton. Gaz butane. Huile essentielle.
<b>Formulation ( crème cosmétique biologique)</b>	Agitateur à hélice Plaque chauffante Support élévateur Balance analytique PH-mètre Thermomètre Béchers Cristalliseur	Bécher Spatule	Huile essentielle. Hydrolat de lavande. Eau distillée. Huile de carotte. Huile d'amande douce. Beurre de karité Cire d'abeille lécithine de soja

## **Annexe 02 : Mode opératoires des tests chimiques**

### **✓ Mode opératoire d'Indice d'acide**

Une masse de 0,5 g de l'HE, un volume de 20 ml d'éthanol et 2 à 3 gouttes de la ont été introduit dans un erlenmeyer propre et sec, mélanger et homogénéiser, une solution de KOH éthanoïque  $10^{-2}M$ .

### **✓ Mode opératoire d'indice de peroxyde**

- Une prise d'essai de 1 g d'huile est dissolvée dans un mélange chloroforme et 15 ml d'acide acétique avec 1 ml de solution aqueuse
- L'ensemble est conservé à l'abri de la lumière pendant cinq minutes

- Le mélange est additionné à 75 ml d'eau distillée, puis dosé à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium (0,01N) en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon (solution aqueuse à 1%).
- Un essai à blanc est réalisé en parallèle dans les mêmes conditions opératoires.

✓ **Mode opératoire d'indice de saponification**

- Dans un ballon de 250ml muni d'un réfrigérant à reflux, on introduit 1g d'HE et 25ml d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium (KOH) 0.5 N.
- L'ensemble est porté au reflux pendant 30 min.
- Après refroidissement de la solution, On ajoute 1ml de phénolphtaléine.
- On dose l'excès de potasse par d'acide chlorhydrique (HCl) 0,5 N tout en agitant constamment jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine.
- On effectue dans les mêmes conditions un essai à blanc.

## Résumé

Cette étude a pour objectif l'extraction et l'analyse de l'huile essentielle du lavande papillon récolté dans la région de Boghni Tizi-Ouzou (Tizi Medden-Rmila). L'extraction a été réalisée avec l'hydrodistillation. Le rendement obtenu est de 1,23%, L'essence extraite a été caractérisée par analyses physico-chimiques suivi d'une analyse spectroscopique IR. L'étude du pouvoir antioxydant par la méthode de piégeage du radical libre DPPH•. Cette étude a révélé une activité moyenne avec une concentration inhibitrice (IC50) de 450,51µg/ml. L'estimation de l'effet antimicrobien a été déterminée, l'effet inhibiteur le plus marqué a été obtenu avec *E. coli*. A cet effet une formulation d'une émulsion hydrophile a été préparée à base de cette huile essentielle.

**Mots clés :** lavande papillon, identification, extraction, huile essentielle, activités biologiques, émulsion hydrophile

## Abstract

This study aims to study and analyze the essential oil of butterfly lavender harvested in the region of Boghni Tizi-Ouzou (Tizi Medden-Rmila). The extraction was carried out with hydrodistillation. The yield obtained is 1.23%. The extracted essence was characterized by physicochemical analysis followed by IR spectroscopic analysis. The study of the antioxidant power by the method of trapping the free radical DPPH-. This study revealed an average activity with an inhibitory concentration (IC50) of 450.51µg/ml. The estimation of the antimicrobial effect was determined; the most marked inhibitory effect was obtained with *E. coli*. For this purpose, a formulation of a hydrophilic emulsion was prepared based on this essential oil.

**Key words:** butterfly lavender, identification, extraction, essential oil, biological activities, hydrophilic emulsion