

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE DE BLIDA 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

## *Mémoire de fin d'étude*

*En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV*

*Filière Sciences Biologiques*

*Option : Biodiversité et physiologie végétale*

## *Thème*

**Etude Rétrospective De L'huile Essentielle De *Lavandula stoechas* Prevenant De Deux Régions différentes d'Algerie  
(Bordj El Emir Abdelkader et Beni Ali)**

***Présenté par :***

*M<sup>lle</sup> Ahmed Ben Ali Sofia*

*M<sup>lle</sup> Elimam Chahla Dhahbia*

***Date de la soutenance :***

*Le : 15/07/2021*

***Devant le jury :***

<b>Nom</b>	<b>Grade</b>	<b>Lieu</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>me</sup> Benmanssour.N</b>	<b>M.A.A.</b>	<b>U.S.D.B.1</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> BENSALAH.L</b>	<b>M.A.A.</b>	<b>U.S.D.B.1</b>	<b>Promotrice</b>
<b>M<sup>me</sup> Benassal.N</b>	<b>M.A.A.</b>	<b>U.S.D.B.1</b>	<b>Examinatrice</b>

***Année universitaire : 2020/2021 - Blida -***

## **Remerciements**

*Au terme de ce travail, On tient à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.*

*Au bout de ce travail*

*Nous remercions de tout cœur **Mme BENSALAH** pour avoir encadré et dirigé ce travail et pour sa patience, pour ses conseils, et la confiance qui nous a accordée afin de réaliser ce travail.*

*Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.*

*On remercie infiniment **Monsieur Bentoumi Yacine** pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.*

*Notre profonde gratitude va également à **Madame Bouchareb Djamila**, de nous avoir accueilli dans son laboratoire « Bio Lera » et pour la confiance et l'aide qu'il nous a accordé, pour sa disponibilité et pour le temps consacré.*

*On exprime également nos remerciements à tous les enseignants du département de Biologie et toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à tous nos camarades de la promotion.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

### *A Ma chère mère*

*Aucune dédicace ne saurai exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as consenti pour mon instruction et mon bien être. Je te remercie pour le soutien et l'Amour que tu me portes depuis mon enfance et j'espère que ta bénédiction m'accompagnera toujours.*

### *A la mémoire de Mon père*

*Ce travail est surtout dédié à mon père **El-Fantouche**, décédé trop tôt, qui a toujours été présent dans mon cœur et qui m'a poussé et motivé dans mes études. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours priée pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !*

### *A mes adorables sœurs, et mon très Cher frère*

*Je souhaiterais dédier une pensée particulières à mes sœurs **Hind** et **Yasmine**, mon frère **Ayoub**, qui ont toujours répondu présents et ont été d'un grand secours moral en toutes situations.*

### *A toutes mes amies.*

### *A ma binôme **Chahla** Merci pour ton amitié.*

*A toute la promo de Biodiversité et physiologie végétale 2020-2021.*

*Sofia*

## *Dédicace*

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

*A l'homme, mon précieux offre de dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect :*  
***mon chère père MOHAMED.***

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

***L'adorable mère Fatima zohra.***

*Je ne saurais jamais vous remercier pour votre soutien et confiance sans faille. Que vous trouvez ici l'expression de ma gratitude. Que dieu vous bénisse et vous accorde une très longue vie.*

*A mon unique bonheur, ma source de motivation, ma chère sœur Radia qui sait toujours comment procurer la joie pour toute la famille.*

*A mon unique frère Ali que j'aime trop.*

*A mes cousines Ikram, Noryam, Ryane, Aya, Leila, Yousra.*

*A ma meilleure ami Hanane.*

*A ma famille.*

*A ma chère binôme : Sofia.*

*A toute personne m'ayant aidé ou soutenue.*

*A toute la promo de Biodiversité et physiologie végétale 2020-2021.*

*Chahla*

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Aspect général de <i>Lavandula stoechas</i> (Lim, 2014).....	<b>4</b>
<b>Figure 2 :</b> Distribution géographique de <i>L.Stoechas</i> dans le monde (Ez zoubi et al., 2020).....	<b>6</b>
<b>Figure 3 :</b> Origines géographiques des onze populations algériennes de <i>L.Stoechas</i> (Benabdelkader et al., 2011).....	<b>6</b>
<b>Figure 4 :</b> Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation (Lucchesi, 2005).....	<b>9</b>
<b>Figure 5 :</b> Photo avant (a) et après (b) le séchage.....	<b>11</b>
<b>Figure 6 :</b> Appareil de l'extraction par hydrodistillation de type clevenger (original).....	<b>12</b>
<b>Figure 7 :</b> Appareil de la chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS), laboratoire C.R.A.P.C (photo original).....	<b>14</b>
<b>Figure 8 :</b> Rendement des huiles essentielle de Beni Ali et de Bordj El Emir Abdelkader.....	<b>16</b>
<b>Figure 9:</b> Huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> .....	<b>17</b>
<b>Figure 10 :</b> Les composés majoritaires de l'huile essentielle de <i>L.stoechas</i> de Bordj El Emir Abdelkader et Beni Ali.....	<b>20</b>
<b>Figure 1 :</b> structure de molécule d'isoprène .....	<b>AnnexeI</b>
<b>Figure 2 :</b> structures chimiques de certains composants des huiles essentiels (Bakkali et al., 2008).....	<b>AnnexeI</b>
<b>Figure 3 :</b> schéma de montage de l'entraînement à la vapeur d'eau (Chenni, 2016).....	<b>AnnexeI</b>
<b>Figure 4 :</b> extraction par Hydrodiffusion.....	<b>AnnexeI</b>
<b>Figure 5 :</b> Chromatographe de la région Beni Ali.....	<b>AnnexeII</b>
<b>Figure 6:</b> Chromatographe de la région Bordj El Emir abdelkader.....	<b>AnnexeII</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> -Conditions climatiques et géographiques des deux régions de récolte (Faïza Marniche et al., 2014);( <a href="https://elevationmap.net/">https://elevationmap.net/</a> ).....	<b>12</b>
<b>Tableau 2</b> -conditions opératoires des analyses en GC/SM.....	<b>15</b>
<b>Tableau 3</b> -Propriétés organoleptiques des huiles essentielles de <i>Lavandula stoechas</i> de deux régions.....	<b>17</b>
<b>Tableau 4</b> -Compositions chimiques de l'huile essentielle de <i>L. stoechas</i> par GC/MS.....	<b>18</b>
<b>Tableau 5</b> - Composition chimique majoritaires des huiles essentielles de <i>Lavandula stoechas</i> provenant de différentes régions de l'Algérie.....	<b>21</b>
<b>Tableau 1</b> - Rendement en H.E de <i>Lavandula stoechas</i> obtenu parhydrodistillation.....	<b>AnnexeII</b>

# Sommaire

Introduction.....	1
<b>Chapitre I : synthèse bibliographique</b>	
I.1. La famille des Lamiaceae.....	3
I.2. <i>Lavandula stoechas</i> .....	3
I.2.1.Description botanique.....	3
I.2.1.1.Appareil végétatif .....	3
I.2.1.2.Appareil reproducteur.....	4
I.2.2. Systématique.....	4
I.2.3.Noms vernaculaires.....	5
I.2.4.Répartition géographique.....	5
I.2.5. La Composition chimique de l'huile essentielle de <i>lavandula stoechas</i> .....	7
I.2.6.Domaine d'utilisation.....	7
I.3.Généralité sur les huiles essentielles.....	8
I.3.1. Définition.....	8
I.3.2.Composition chimique.....	8
I.3.3. Les méthodes d'extraction.....	9
I.3.4.Les domaine d'application des huiles essentielles.....	10
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b>	
II.1. Matériel .....	11
II.1.1. Matériel biologique.....	11
II.2. Méthodes.....	12
II.2.1.Extraction des huiles essentielles.....	12

<b>II.2.1.1. Principe.....</b>	<b>13</b>
<b>II.2.1.2. Mode opératoire.....</b>	<b>13</b>
<b>II.3. Détermination du rendement d'extraction.....</b>	<b>13</b>
<b>II.4. Propriétés organoleptiques.....</b>	<b>13</b>
<b>II.5. Analyse chromatographique des huiles essentielles de <i>L.stoechas</i>.....</b>	<b>14</b>
<b>II.5.1. Principe.....</b>	<b>14</b>

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

<b>III.1. Rendement.....</b>	<b>16</b>
<b>III.2. Propriétés organoleptiques.....</b>	<b>17</b>
<b>III.3. Résultats de l'analyse du chromatographique de l'huile essentielle... </b>	<b>18</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>23</b>
<b>Références bibliographique</b>	
<b>Annexes</b>	



## Résumé

Dans la cadre de la valorisation de la flore spontanée Algérienne, nous sommes intéressés à la diversité de la composition chimique des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* provenant de Beni Ali et Bordj El Emir abdelkader de Blida.

Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'une appareil de type Clevenger à partir des parties aériennes de *Lavandula stoechas*. Nous avons trouvé un rendement en huiles essentielles de 0.6805% et 0.571% pour la région de Beni Ali et Bordj El Emir abdelkader respectivement.

La détermination de la composition chimique des huiles essentielles, réalisé par Chromatographie en phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse (CG-MS), a révélé la présence de 70 composés dans l'huile essentielle de Beni Ali et 66 composés pour l'huile essentielle de Bordj El Emir.

Nous avons trouvé que les constituants majoritaires de l'huile essentielle de la région de Beni Ali sont : le Fenchone (39.37%), Camphre (12.44%), 1,8-cinéole (10.47%) et Myrtenylacetate (3.05%), alors dans celle de Bordj El Emir Abdelkader nous avons trouvé que le Fenchone est le composé majoritaire avec un taux de 46.78% suivi par 1,8 cinéole (16.14%), le Camphre (9.12%) et Myrtenylacetate (2.39%).

De ces résultats, nous avons déduit que les monoterpènes sont les constituants majoritaires des huiles essentielles analysées et que le fenchone est le chémotype pour les deux régions.

**Mots clés :** *Lavandula stoechas*, huile essentielle, CG-MS, fenchone, chemotype.

## **Abstract**

Within the framework of the valorisation of the spontaneous Algerian flora, we are interested in the diversity of the composition of essential oils of *Lavandula stoechas* coming from Beni Ali and Bordj El Emir abdelkader.

The essential oils were extracted by Clevenger type hydrodistillation from the aerial parts of *Lavandula stoechas*. We found a yield in essential oils of 0.6805% and 0.571% for the region of Beni Ali and Bordj El Emir abdelkader respectively.

The determination of the chemical composition of essential oils, carried out by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), revealed the presence of 70 compounds in the essential oil of Beni Ali and 66 compounds for the essential oil of *lavandula stoechas* of Bordj El Emir.

We found that the major constituents of the essential oil of Beni Ali area are: Fenchone (39.37%), Camphor (12.44%), 1,8-cineole (10.47%) and Myrtenylacetate (3.05%), while in that of Bordj El Emir Abdelkader we found that the Fenchone is the majority compound with a rate of 46.78% followed by 1.8 cineole (16.14%), Camphor (9.12%) and Myrtenylacetate (2.39%).

From these results, we deduced that monoterpenes are the majority constituents of the analyzed essential oils and that fenchone is the chemotype for both regions.

**Key words:** *Lavandula stoechas*, essential oil, GC-MS, fenchone, chemotype.

## الملخص

في إطار تهمين النباتات الجزائرية، اهتمامنا كان منصبا علي المكونات الكيميائية للزيوت الأساسية لنبته الحلحال الناشئة في منطقتين مختلفتين (بني علي وبرج الأمير عبد القادر). الزيوت الأساسية المستخلصة من الأجزاء العلوية لنبته الحلحال عن طريق التقطير المائي لقد حققت مردود بلغ 0.6805% و 0.571% لمنطقة بني علي وبرج الأمير عبد القادر علي التوالي.

كشفت تحديد التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية، الذي تم بواسطة التحليلات الكروماتوغرافية عن وجود 70 مكون في الزيت الأساسي لبني علي و66 مكون أساسي لبرج إلامير عبد القادر.

وجدنا أن المكونات الأساسية في الزيت لمنطقة بني علي هي: فينكون (39.37%) ، وكافور (12.44%) ، و1.8-سينيول (10.47%) ، وميرتينيلاسيئات (3.05%) ، ثم في بورج أمير عبد القادر وجدنا الفينكون بمعدل 46.78% يليه 1.8 سينيول (16.14%) ، وكافور (9.12%) ، وميرتينيلاسيئات (2.39%).

واستخلصنا من هذه النتائج أن المونوترينينات هي أغلبية مكونات الزيوت الأساسية التي تم تحليلها وأن الفينكون هو النموذج الكيميائي لكلا المنطقتين.

**الكلمات المفتاحية:** الحلحال، الزيوت الأساسية، فنكون، كروماتوغرافيا الغاز إلى جانب مطياف الكتلة، النمط الكيميائي.

# **INTRODUCTION**

Depuis l'aube de l'humanité, les plantes permettent à l'homme non seulement de se nourrir, se vêtir, se loger, se chauffer, se parfumer ...mais aussi de maintenir son équilibre, soulager ses souffrances, préserver et soigner les maladies qui nuisent à sa santé **(Ouis, 2015)**.

Les plantes médicinales ont fait un retour en force, s'appuyant sur des valeurs sûres testées depuis de longues années par nos ancêtres. Plusieurs facteurs sont derrière ce regain d'intérêts tels que, le coût moins élevé que les médicaments conventionnels, la relative disponibilité surtout dans les régions éloignées, la méfiance vis-à-vis des produits de synthèse ou tout simplement l'envie de consommer " Bio". Aujourd'hui, bien que nous ayons vu le développement spectaculaire des médicaments synthétiques, nombreux pays même développés continuent à compter sur les remèdes traditionnels. L'organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que près de 80 % d'habitants qui peuplent la planète a essentiellement recours aux médecines traditionnelles **(BOUNIHI, 2016)**.

Les plantes aromatiques sont utilisées comme tous les végétaux en médecine, en parfumerie, en cosmétique et pour l'aromatisation culinaire. Elles font partie de notre quotidien sans que nous le sachions. Il reste difficile de définir les molécules responsables de l'action, bien que certains effets pharmacologiques prouvés sur l'animal aient été attribués à des composés tels que les alcaloïdes, les terpènes, les stéroïdes et les composés polyphénoliques **(MAKHLLOUFI, 2010)**.

Les huiles essentielles ont, à toutes époques, occupé une place importante dans la vie quotidienne des hommes qui les utilisaient autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner. La connaissance des huiles essentielles remonte à fort longtemps puisque l'homme préhistorique pratiquait déjà, à sa manière, l'extraction des principes odorants des plantes. Il plongeait, dans un même récipient rempli d'eau, des plantes odorantes et des pierres brûlantes. La vapeur dégagée entraînait les molécules volatiles, puis le tout était recueilli à l'aide d'une peau d'animal dont l'essorage donnait quelques gouttes d'huile essentielle **(MOUCHEM METAHRI, 2015)**.

La composition chimique des huiles essentielles est très fluctuante. En effet, elle dépend d'un grand nombre de facteurs d'ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat, etc...) ou technologiques (mode de culture ou d'extraction d'huile essentielle de la plante). (Figueredo, 2007).

Le chémotype est défini comme un « groupe chimiquement défini au sein d'une population d'individus morphologiquement indiscernables ». Le concept de chémotype permet de distinguer deux ou plusieurs huiles essentielles de composition chimique différente produites à partir de plantes de la même espèce, définie par sa dénomination scientifique et non à partir de sa dénomination commune (DESCHEPPER, 2017).

L'Algérie est dotée d'un patrimoine floristique très diversifié, notamment dans le domaine des plantes aromatiques (BOUZABATA, 2015). Dans le cadre de la valorisation des espèces végétales algériennes, et compte tenu des vertus thérapeutiques que représentent les Labiées, nous nous sommes intéressés à l'espèce de *Lavandula stoechas* provenant de deux régions différentes (Beni Ali et Bordj El Emir Abdelkader), plusieurs travaux ont étudié la composition chimique des huiles essentielles de l'espèce de *Lavandula stoechas* dans des différentes régions de l'Algérie, mais aucun travail a été fait dans ces régions de la wilaya de Blida.

L'objectif assigné à notre travail consiste à étudier la composition chimique des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* de deux régions par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse GC/MS.

L'étude est divisée donc en trois chapitres :

✓ Le premier chapitre est une synthèse bibliographique. Dans laquelle nous présentons des généralités sur *Lavandula stoechas*, et sur les huiles essentielles.

✓ Le deuxième chapitre comprend le matériel végétal utilisé, ainsi que les méthodes expérimentales utilisées.

✓ Le troisième chapitre présente les résultats obtenus qui seront suivis d'une discussion et d'une conclusion générale.



**Chapitre I**  
**Synthèse bibliographique**

## I.1. La famille des lamiaceae :

Il s'agit de l'une des principales familles de plantes dicotylédones (**Benabdelkader 2012; ABEDINI 2013**), qui comprend environ 258 genres et 6900 espèces plus ou moins cosmopolites, mais particulièrement répandues depuis le Bassin méditerranéen jusqu'en Asie centrale (**Belmont, 2013 ; ABEDINI, 2013**).

Dans la flore de l'Algérie, les Lamiaceae sont représentées par 28 genres et 146 espèces ; Elle contient une très large gamme de composés comme les terpénoïdes, les iridoïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, les huiles essentielles et plus précisément les courtes chaînes des terpénoïdes qui sont responsables de l'odeur et la saveur caractéristique des Lamiacées (**BENDIF, 2017**).

Ce sont généralement des plantes herbacées odorantes, à tiges quadrangulaires, feuilles en général, opposées sans stipules (**BECHLEM, 2018; Chenni, 2016; Mahfouf, 2018**). Le plus souvent hermaphrodites, les fleurs pentamères sont généralement réunies en cymes axillaires plus ou moins contractées simulant souvent des verticilles, ou encore condensées au sommet des tiges, et simulant des épis fruit constitué par 4 akènes plus ou moins soudés par leur face interne (**BECHLEM, 2018**).

## I.2. *Lavandula stoechas* :

### I.2.1. Description botanique :

#### I.2.1.1. Appareil végétatif :

La Lavande stéchnade est un sous-arbrisseau au port étalé (dense et touffu) qui fait entre 30 et 50cm de hauteur (**PERILLAUD, 2018**), C'est une plante tendre, qui préfère les endroits ensoleillés et les sols riches (**BOUCHIKHI, 2011 ; MOHAMMEDI et ATIK, 2011**).

- **Feuilles** : *L. stoechas* possède des feuilles supérieures lancéolées elliptiques, opposées et persistantes, de couleur tend à être plus verte que grise (**LOUKHAOUKHA, 2019**).

- **Tiges** : Elles sont de couleur grisâtre, ramifiées, carrées quand jeunes, poussent souvent le long du sol, puis se plier vers le haut, densément poilus (**siddiqui et al., 2016**)



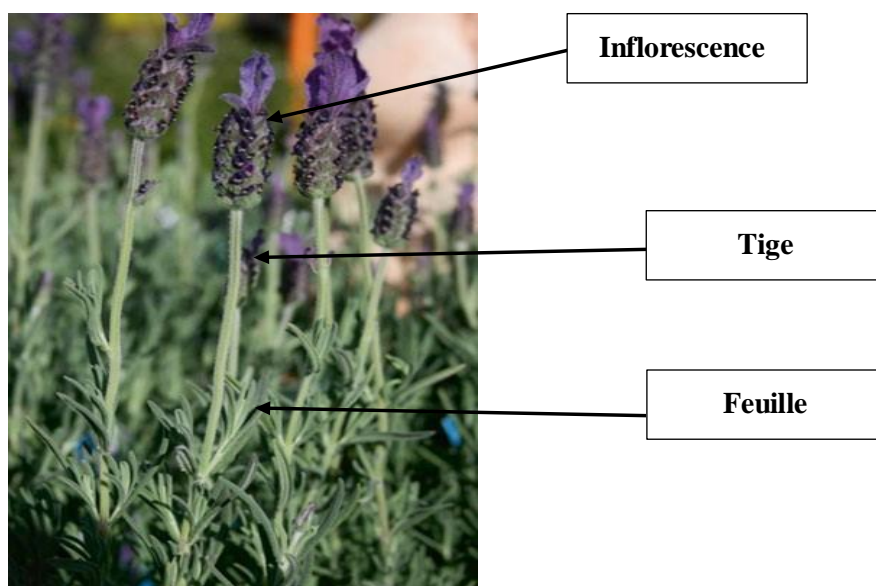


Figure 1 : Aspect général de *Lavandula stoechas* (Lim, 2014).

#### I.2.1.2. Appareil reproducteur :

- **Fleurs** : Parmi toutes les espèces du genre *Lavandula*, la Lavande stéchade est celle qui possède les plus grosses fleurs. Il s'agit d'une inflorescence en forme d'épi (comme toutes les lavandes) de couleur violette très marquée tirant vers le pourpre. La particularité des fleurs de la Lavande stéchade vient du fait que l'épi est surmonté de bractées de grandes tailles et d'une couleur plus claire que le reste de l'épi (Fig.1) (PERILLAUD, 2018).

- **Fruits** : Les lavandes présentent des fruits secs indéhiscent de type akène et plus exactement appelés : nucule (LOUKHAOUKHA 2019). Elles sont Brun pâles avec de nombreuses taches sombres, brillants, noix triangulaire d'environ 2 mm de diamètre, glabres (siddiqui et al 2016).

La floraison, se déroule d'avril à mai puis en automne (Benabdelkader 2012).

#### I.2.2. Systématique :

D'après QUEZEL et SANTA (1963) in [Mr.BOUCHIKHI.,2011], la systématique de *Lavandula stoechas* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots

- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : Lamiacées
- Genre : *Lavandula*
- Espèce : *Lavandula stoechas* (L.)

### I.2.3. Noms vernaculaires :

L'espèce *L. stoechas* comporte des noms vernaculaires partout dans le monde et qui sont les suivants :

- En français : Lavande à toupet, lavande stéchade, lavande papillon, lavande des maures, Lavande maritime, Lavande des îles d'Hyères, stéchas d'Arabie, Lavande française, Lavande italienne, Lavande espagnole (**Loukhaoukha, 2019; Perillaud, 2018; Benabdelkader, 2012**).
- En arabe : El-kehila, El halhal, el khouzzama.
- En anglais : French lavender.
- En berbère : amezir (**Loukhaoukha, 2019**).

### I.2.4. Répartition géographique :

*L. stoechas* est réparti sur trois continents (Afrique, Europe et Asie). Elle pousse autour du bassin méditerranéen, notamment au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Espagne, en Grèce, en France, en Italie et en Turquie. On la trouve également en Arabie Saoudite et en Iran (**Fig.2**). (**Ez zoubi et al., 2020**).

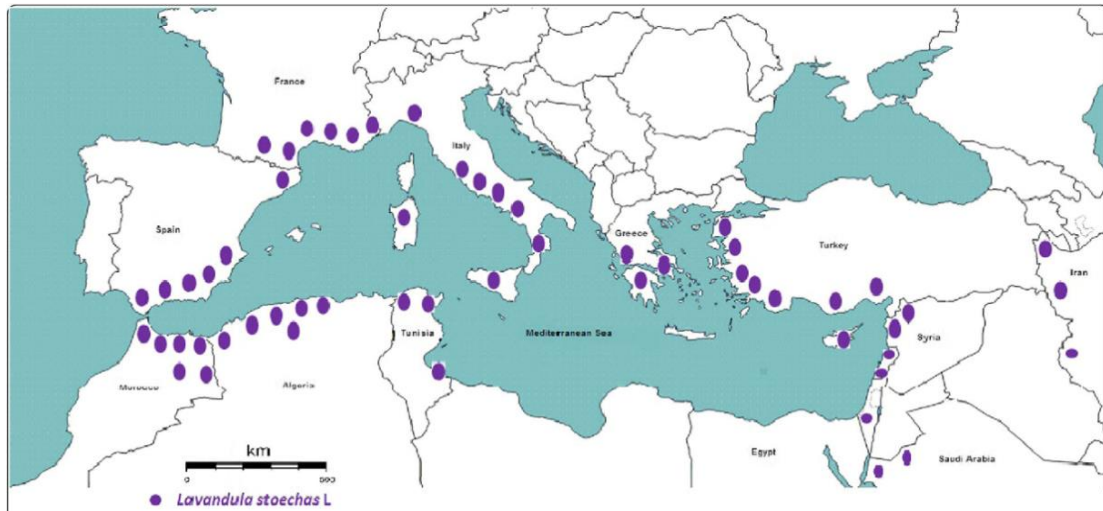


Figure 2 : Distribution géographique de *L.Stoechas* dans le monde (Ez zoubi et al., 2020).

En Algérie, *L. stoechas* est largement distribué dans toutes les franges nord du pays. Il a été signalé que cette plante est répandue dans tout le bassin méditerranéen, où elle peut être un composant commun des végétations arbustives à faible croissance sur des sols acides (bruyère) (fig.3) (Benabdelkader et al., 2011).

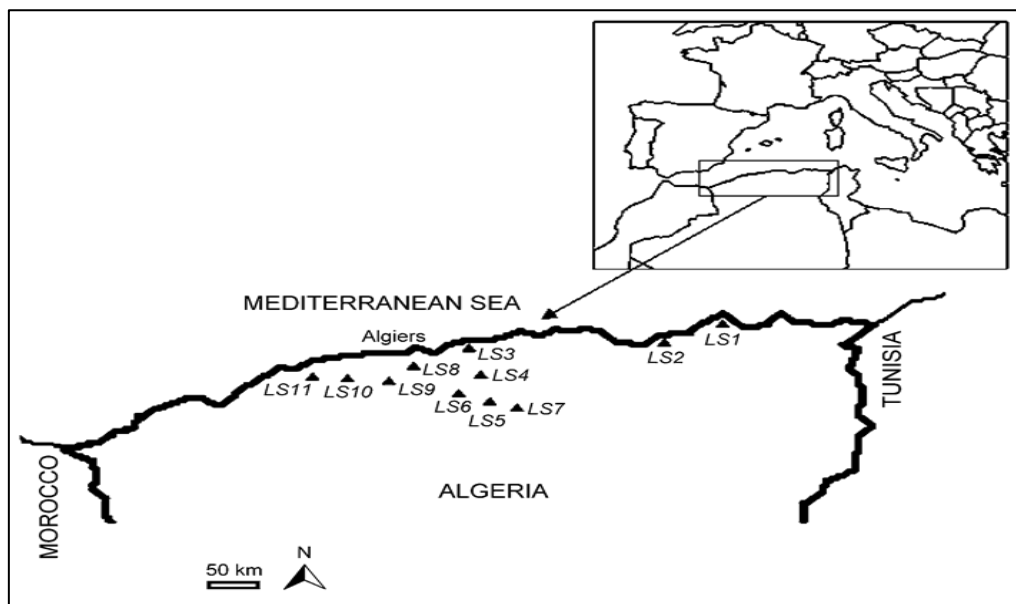


Figure 3: Origines géographiques des onze populations algériennes de *L.Stoechas* (Benabdelkader et al., 2011).

### I.2.5. La Composition chimique de l'huile essentielle de *lavandula stoechas* :

Les compositions chimiques de nombreuses HEs ont été décrites. Elles varient en fonction de différents facteurs, incluant le stade de développement des plantes, les organes prélevés, la période et la zone géographique de récolte (Daouda 2015).

L'huile essentielle de *stoechas* L. renferme nombreux composés phytochimiques dont les majoritaires sont : Le fenchone ; acétate de myrtényle ,  $\alpha$ -pinène, camphre et 1,8-cinéole (Kırmızıbekmeza et al., 2009 ; MOHAMMEDI et ATIK, 2011; Ez zoubi, 2020).

### I.2.6. Domaine d'utilisation :

Cette plante est utilisée dans plusieurs domaines :

**Domaine médicinal :** *Lavandula stoechas* est une espèce très connue pour ses propriétés et vertus thérapeutiques et médicinales, elle est efficace pour le traitement de plusieurs maladies, l'apoplexie, l'épilepsie et des maladies similaires. Contre les obstructions du foie, des poumons, des fondants, de l'utérus et de la vessie (Gerard, 1633). Les pointes de fleurs ont été utilisées en interne pour les maux de tête, l'irritabilité, les rhumes fébriles et les nausées. En externe, Elle est utilisée pour les plaies, les douleurs rhumatismales et comme insectifuge (répulsif pour insectes) (Sepideh, 2016) ; a pour nettoyer les blessures, donne de la force à la tête, au cerveau, au foie, à la rate, à l'estomac et aux intestins, expulse les crudités du cerveau et clarifie l'intellect (Siddiqui et al., 2016) .

**Domaine alimentaire :** On peut faire infuser des fleurs de lavande dans du lait, utilisé ensuite pour la préparation de glace ou de crème à la lavande. Dans certaines régions du Maghreb, *Lavandula stoechas* est utilisée comme herbe culinaire pour préparer un type particulier de couscous (Benabdelkader 2012).

**Domaine cosmétologique :** Les fleurs de lavande, séchées, sont très résistantes et conservent leurs arômes très longtemps, les anciens utilisent la lavande dans l'eau du bain pour son parfum et ses propriétés antiseptiques et calmantes.

L'essence de lavande contient des composants différents selon les espèces, On l'obtient par distillation des sommités florales. C'est bien sûr la parfumerie qui fait le plus gros usage de la lavande on peut tout parfumer avec la lavande, depuis les savonnettes jusqu'aux détergents et

au papier hygiénique. Dans les parfums proprement dits, la lavande est surtout réservée aux hommes, soit en soliflore dans les eaux de toilette, et dans les eaux de Cologne (**Lis-Balchin, 2002 ; Dupin et Festy, 2012 ; Lim, 2014**).

### **I.3. Généralité sur les huiles essentielles :**

#### **I.3.1. Définition :**

L'huile essentielles, ou essence végétale, se définit étant un liquide hydrophobe des composés odoriférants volatils sécrétés par une plante, généralement présentes à de très faibles concentration, ce mélange complexe de diverses molécules (alcools, terpènes, cétone, etc.) est obtenu par distillation à la vapeur d'eau, expression ou distillation sèche (**Xavier et Chenat, 2012**). De très nombreuses espèces végétales produisent les huiles essentielles. Il en existe plus de 2000 espèces appartenant à environ 60 familles. Citons, à titre d'exemple, les Lamiacées, Astéracées, Rutacées, Myrtacées, Apocynacées, Apiacées, Géraniacées, Myrtacées, Rosacées, Rutacées, Pinacées, Cupressacées.

Les huiles essentielles se retrouvent dans toutes les parties de la plante comme les fleurs (lavande, bergamote, jasmin, rose), les feuilles (lavande, citronnelle, Laurel, romarin, sauge, sapin), les tiges (citronnelle, lemongrass), les racines (vétiver, angélique), les rhizomes (gingembre, acorus), le bois (santal), l'écorce (cannelier), les fruits (bleuet, citron) et les graines (muscade, aneth), au niveau des glandes, les poiles et les poches sécréteurs (**Benabdelkader, 2012**), elles peuvent aussi être défini comme des composés volatils, naturels et complexes caractérisés par une forte odeur et formés par des plantes aromatiques comme métabolites secondaires (**Bakkali et al., 2008**).

#### **I.3.2. Composition chimique :**

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels très complexes qui peuvent contenir environ 20 à 60 composants à des concentrations très différentes. Elles sont caractérisées par deux ou trois composants principaux à des concentrations assez élevées (20-70%) par rapport aux d'autres composants présents à l'état de traces. En général, ces composants majeurs déterminent les propriétés biologiques des huiles essentielles. Les composants comprennent deux groupes d'origine biosynthétique distincte. Le groupe principal est composé de terpènes et l'autre de constituants aromatiques et aliphatiques, tous caractérisés par un faible poids moléculaire (**Bakkali et al., 2008**).

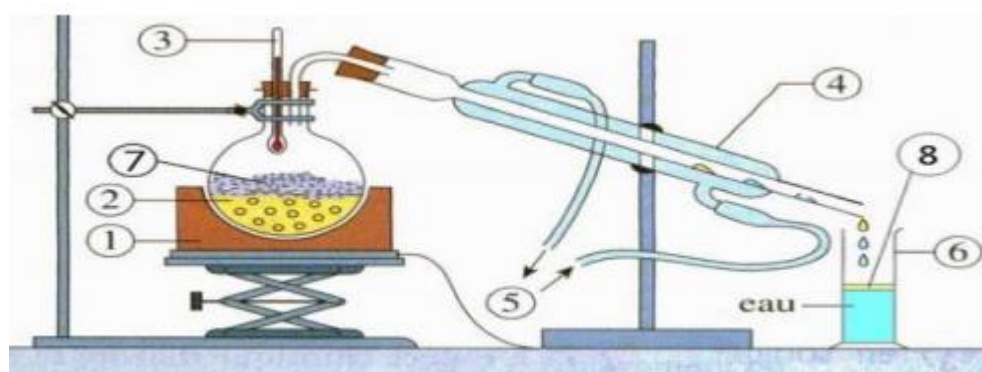
La composition chimique des huiles essentielles peut varier selon l'organe, la nature du sol, les facteurs climatiques, le mode d'extraction. Si la plante n'est pas séchée aussitôt après récolte ou si le séchage est aléatoire, la plante risque de perdre la totalité de ses huiles essentielles qui sont fortement volatiles, la lumière et la température de jour influent également sur la teneur et la composition chimiques des huiles essentielles (**Benziane, 2007**).

### I.3.3. Les méthodes d'extraction :

Parmi les plusieurs procédés d'extraction des huiles essentielles (**Annexe I**), l'hydrodistillation est souvent utilisé.

#### Hydrodistillation :

Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau placé sur une source de chaleur. L'ensemble est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azéotrope. Ainsi le mélange « eau + huile essentielle » distille à une température ambiante 100 C. Il est ensuite refroidi et condensé dans un essencier 'réfrigérant'. Une fois condensées l'eau et molécule aromatiques se séparent par différence de densité, en une phase aqueuse et une phase organique : huile essentielle. En laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger (**Lucchesi, 2005**).



**Figure 4** : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation (**Lucchesi, 2005**)

- |  |           |                        |                |
|--|-----------|------------------------|----------------|
| 1. Chauffe ballon                            | 2. Ballon | 3. Thermomètre         | 4. Réfrigérant |
| 5. Entrer et sortie d'eau de refroidissement |           | 6. Epprouvette graduée |                |
| 7. Matière à extraire l'essence              |           | 8. La couche d'HE      |                |

### **I.3.4. Les domaine d'application des huiles essentielles :**

En raison de leurs diverses propriétés, les huiles essentielles 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, apéritif, antidiabétique..., en alimentation par leur activité anti-oxydante et leur effet aromatisant, en parfumerie et en cosmétique par leur propriété odoriférante (**Ouis, 2015 ; Loukhaoukha, 2019**).

#### **1. Agro-alimentaire :**

En vertu de leurs propriétés antiseptiques et aromatisantes, les huiles essentielles sont employées quotidiennement dans les préparations culinaires (ail, laurier, thym...). Elles sont également très prisées en liquoristerie (boissons anisées) et en confiserie (bonbons, chocolat...). Leur pouvoir antioxydant leur permet de conserver les aliments en évitant les moisissures, conservation du 'smen' par exemple par le thym et le romarin (**ouis, 2015**).

#### **2. Cosmétologie et parfumerie :**

Les huiles essentielles sont recherchées dans l'industrie des parfums et des cosmétiques en raison de leurs propriétés odoriférantes. L'industrie de la parfumerie consomme d'importants tonnages d'essences (60%) en particulier celles de rose, de jasmin, de violette, de verveine... les huiles essentielles sont aussi consommées en cosmétologie pour parfumer les produits cosmétiques : les dentifrices, les shampoings, les crèmes solaires, les rouges à lèvres, les savons... etc (**Ouis, 2015**).

#### **3. Pharmacie :**

Les essences issues des plantes sont utilisées en grande partie dans la préparation d'infusion (menthe, verveine, thym...) et sous la forme de préparations galéniques. Plus de 40% de médicaments sont à base de composants actifs de plantes, par exemple gastralgine est un digestif anti-acide qui se compose d'huiles essentielles de carvi (**Ouis, 2015**).

# **Chapitre II**

## **Matériel et méthodes**



Notre stage pratique qui a duré 3 mois (de mai au juin 2021) a pour but de chercher la composition des huiles essentielles de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* récoltée de deux régions du nord algérien. Notre travail a été réalisé dans :

- Laboratoire de production « Bio Lera » pour l'extraction des huiles essentielles et le calcul du rendement.
- Centre de recherche scientifique C.R.A.P.C (Bou Ismail, Tipaza) pour l'analyse chromatographique des huiles essentielles obtenues.

## II.1. Matériel

### II.1.1. Matériel biologique

La partie aérienne (tige, feuille, fleur) de *Lavandula stoechas* (**Fig.5**) a été récoltée le fin d'avril 2021 en deux régions différentes : Beni Ali (piste des Châtaigniers) située à 50 km au sud-ouest d'Alger dans le parc national de Chréa, et Bordj El Emir Abdelkader. située sur les hauteurs de la localité d'Ain Romana (Blida). Les conditions géographiques des sites de récolte sont regroupées dans le tableau 1.



**Figure 5 : Photo avant (a) et après (b) le séchage**

**Tableau 1-Conditions climatiques et géographiques des deux régions de récolte (Faïza Marniche et al., 2014);(<https://elevationmap.net/>)**

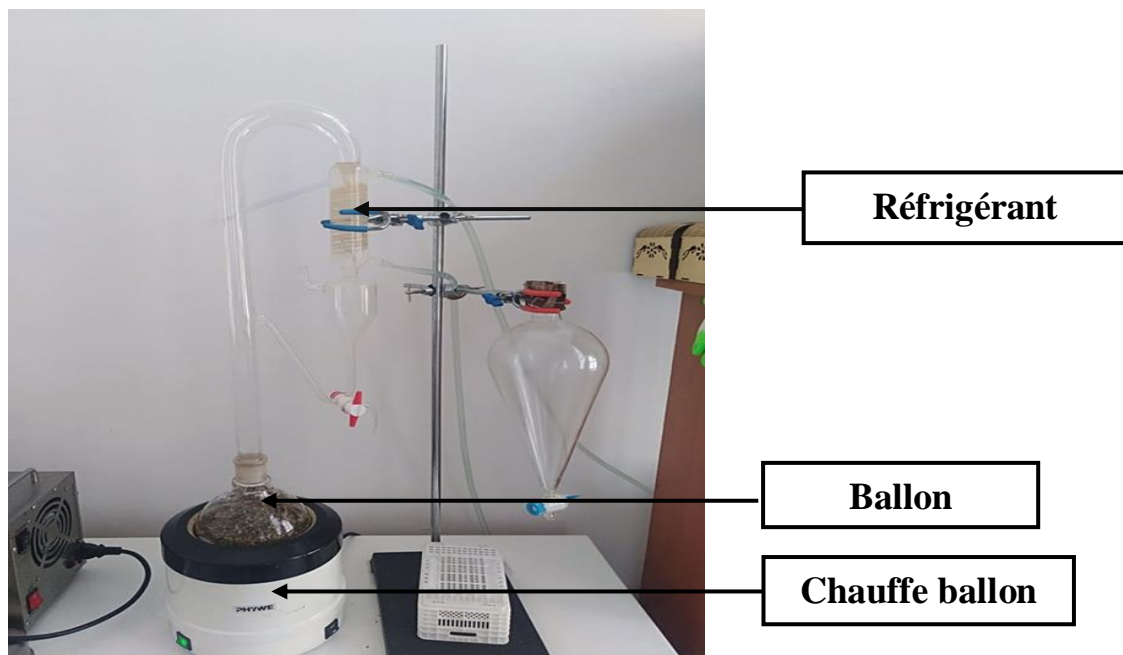
Région	Altitude	Latitude	Longitude	Climat
Beni Ali	1040 m	36.45 N	2.86 E	méditerranéen avec été chaud
Bordj El Emir Abdelkader	198.00 m	36.43 N	2.74 E	méditerranéen avec été chaud

Une identification botanique a été effectuée par Mme Benassel (enseignant chercheur. au département de biologie, faculté de sciences de la nature et de la vie à l'université de Blida 1). La plante a été séchée dans un endroit sec et bien aéré, à l'abri de la lumière et à une température ambiante pendant 15 jours. Une fois la plante est séchée nous avons réalisée l'extraction des huiles essentielles.

## II.2. Méthodes :

### II.2.1. Extraction des huiles essentielles :

L'extraction des huiles essentielles réalisé par le procédé d'hydrodistillation, grâce à un appareil du type Clevenger (**fig.6**).



**Figure 6 : Appareil de l'extraction par hydrodistillation de type clevenger (original).**

### II.2.1.1. Principe :

L'hydrodistillation consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau, l'ensemble est porté à ébullition. Les composés volatils et semi-volatils sont entraînés par la vapeur d'eau, qui est ensuite condensée (ouis, 2015).

### II.2.1.2. Mode opératoire :

- Introduire 60g de *Lavandula stoechas* séchée et réduit en petits morceaux dans un ballon en verre de 1000ml avec une quantité suffisante d'eau sans remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition.

- Chauffer à l'aide d'un chauffe ballon. Après ébullition, la vapeur d'eau entraîne les constituants volatils, pour se condenser par la suite dans le système de refroidissement.

- l'opération d'extraction dure 90min après l'apparition de la première goutte de distillat.

Trois essais ont été réalisés pour chaque région, Les huiles essentielles sont récupérées au niveau du décanteur. Et conservées dans des flacons ambrés, bien fermés et à une basse température.

### II.3. Détermination du rendement d'extraction :

Le rendement en huile essentielle (R%) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (M0) et la masse de la matière végétale utilisée (M1). Le rendement est exprimé en pourcentage, il est exprimé par la formule suivante :

$$R\% = \frac{M0}{M1} \times 100$$

### II.4. Propriétés organoleptiques :

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.

### II.5. Analyse chromatographique des huiles essentielles de *L.stoechas* :

L'étude analytique de l'huile essentielle a été réalisée par chromatographe en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse fonctionnant en mode impact électronique (IE) (Fig.7).



Figure 7 : Appareil de la chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS), laboratoire C.R.A.P.C (photo original).

#### II.5.1. Principe :

La soumission de l'HE *L. stoechas* à la CG-SM déclenche un processus à plusieurs étapes : ❖

**Ionisation** : les molécules présentes dans l'échantillon se volatilisent sous l'effet du vide et de la haute température (200°C), il en résulte un mélange d'ions issus de la fragmentation de départ.

❖ **Accélération** : les ions formés se dirigent vers le dispositif de séparation sous l'effet d'un champ magnétique augmentant ainsi leurs énergies cinétiques.

❖ **Séparation** : les ions seront distribués selon leur rapport masse / charge.

❖ **Détection**: après séparation, les ions sont recueillis par un détecteur sensible aux charges électriques transportées.

❖ **Traitement du signal** : le signal de sortie de l'appareil conduit au spectre de masse qui constitue la représentation conventionnelle de l'abondance des ions en fonction du rapport masse / charge.

La comparaison informatique du spectre d'un pic inconnu avec une ou plusieurs « banques de données » de référence permet son identification (Alloun, 2019 ; Loukhaoukha, 2019).

**Tableau 2-conditions opératoires des analyses en GC/SM**

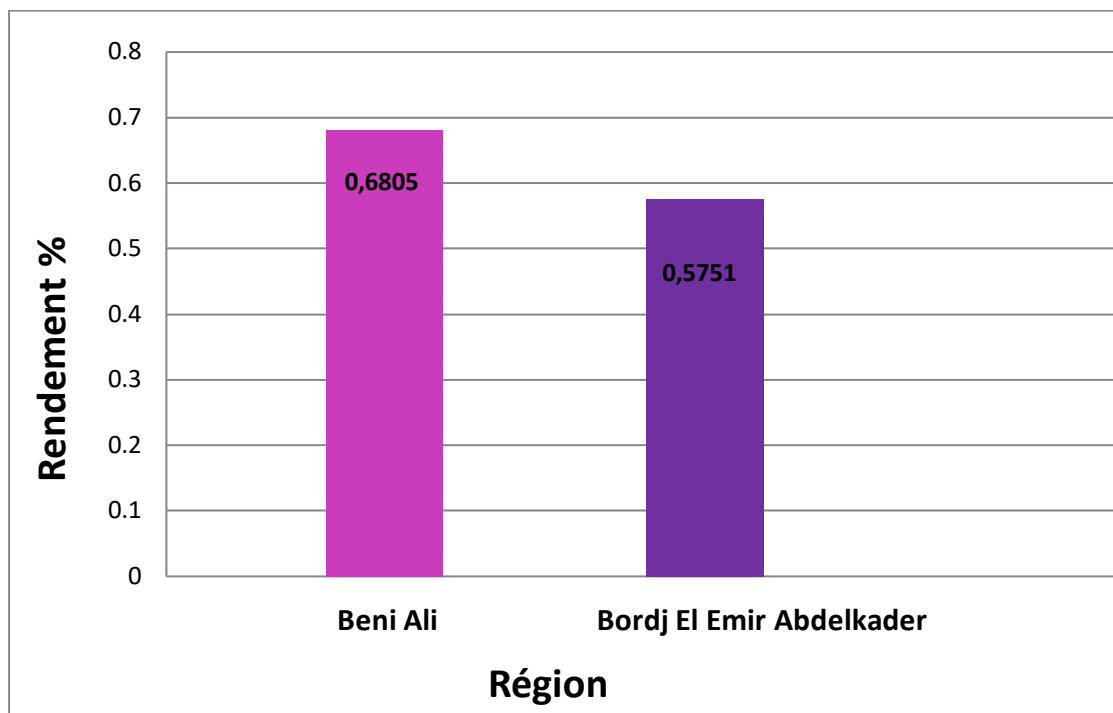
<b>Paramètres d'analyse</b>	
<b>Equipement</b>	chromatographe : (Hewlett packard agilent 6890) plus spectromètre de masse : (Hewlett packard agilent 5973)
<b>Injecteur</b>	- température 250c° - mode d'injection : (split.1 ; 20) - volume injecté : 0.2 µl
<b>Colonne</b>	- type : (HP-5MS) - Dimensions : 30 m long, 0.25mm D int, épaisseur film 0.25 µm.
<b>Température du four</b>	60°C pendant 8min, 2°C /min jusqu'à 250°C, isotherme pendant 10 min
<b>Durée d'analyse</b>	113 min
<b>gaz vecteur</b>	l'Hélium pureté N6.0, débit GV : 0.5 ml/min
<b>Détecteur de masse</b>	- mode d'analyse : Scan Tic (de 30 à550). - Délait de solvant : 3.5 min. - Intensité du filament :70 ev. - Type de l'analyseur de masse : quadripôles - Température de l'interface : 280°C - Température de la source : 230°C. -Type d'ionisation :Impact électronique

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

### III.1. Rendement :

Le rendement en l'huile essentielle obtenu à partir de la partie aérienne de la plante de deux régions est noté dans ( **tableau 1 en annexe II et Fig.8**).



**Figure 8 : Rendement de l'huile essentielle de Beni Ali et de Borj El Emir Abdelkader.**

D'après les résultats regroupés dans (**tableau 4 en annexe II et Fig.9**), on remarque que le rendement en l'huile essentielle de la région de Beni Ali (0.6805%) est plus élevée que celui de Bordj El Emir Abdelkader (0.5751%). Ces rendements sont comparables à ceux obtenus dans d'autres travaux. En effet (**Benabdelkader et al., 2011**) ont montré que le rendement des H.E, extraites par hydrodistillation, à partir de 11 populations de *Lavandula stoechas* poussant à l'état sauvage dans les régions de Nord d'Algérie varie entre 0.34% et 1.63%, ce qui est similaire à notre rendement.

Par contre, nos résultats sont inférieurs à celui obtenu par (**Dob et al., 2006**) évalué à 1.1%. De sa part (**Mohammedi et Atik, 2011**) ont obtenu un bon rendement en l'huile essentielle 2.01%, aussi, en Turquie (**Mehmet et al., 2018**) ont obtenu un rendement de 2.9%.

Il est bien connu que le rendement en métabolites secondaires des plantes tel que les huiles essentielles dépend des facteurs génétiques, des parties utilisées des plantes, de mode d'extraction, de saison et lieu de la collecte (climat et les propriétés du sol)(**Benabdelkader et al., 2011**).

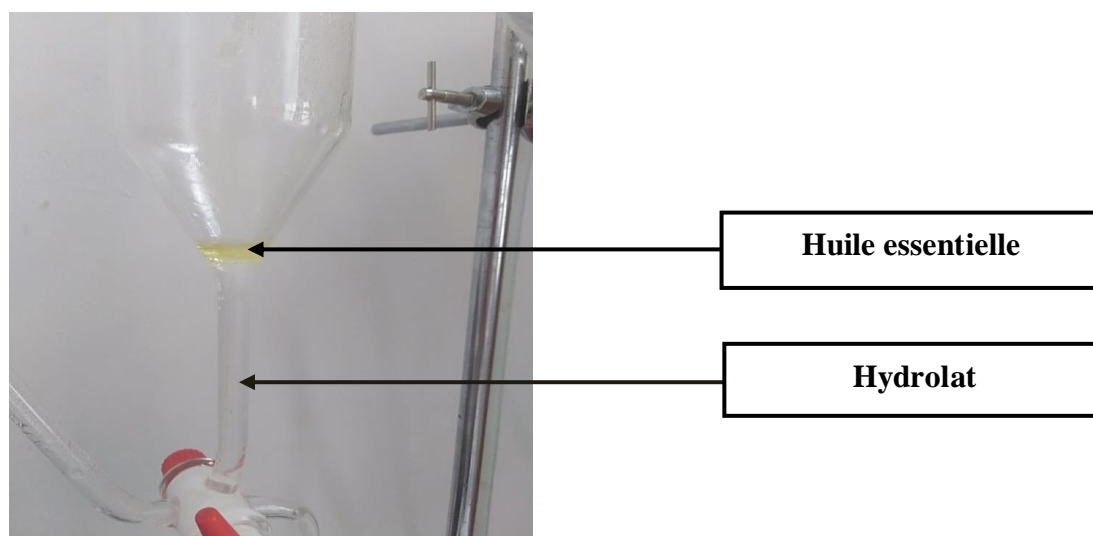


Figure 9 : Huile essentielle de *Lavandula stoechas*.

### III.2. Propriétés organoleptiques

Les propriétés organoleptiques constituant un moyen de vérification et de contrôle de la qualité de l'huile essentielle.

Les résultats du contrôle des paramètres organoleptiques de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* de Beni Ali, et l'huile essentielle de Bordj El Emir Abdelkader sont colligés dans le tableau. Ces paramètres sont accord avec ceux répertoriés dans les normes (AFNOR 2000).

Tableau 3-Propriétés organoleptiques des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* de deux régions.

Caractéristiques organoleptique	H.E de Beni Ali	H.E de Bordj El Emir Abdelkader	AFNOR 2000
<b>Aspect</b>	Liquide mobile	Liquide mobile	Liquide mobile, limpide
<b>couleur</b>	Jaune claire	Jaune pale	Jaune claire
<b>Odeur</b>	Caractéristique rappelant l'odeur des sommités fleuries. Persistante. Fortement camphrée.	Caractéristique. Persistante. Camphrée.	Odeur caractéristique de lavande, légèrement camphrée.



### III.3. Résultats de l'analyse du chromatographique de l'huile essentielle :

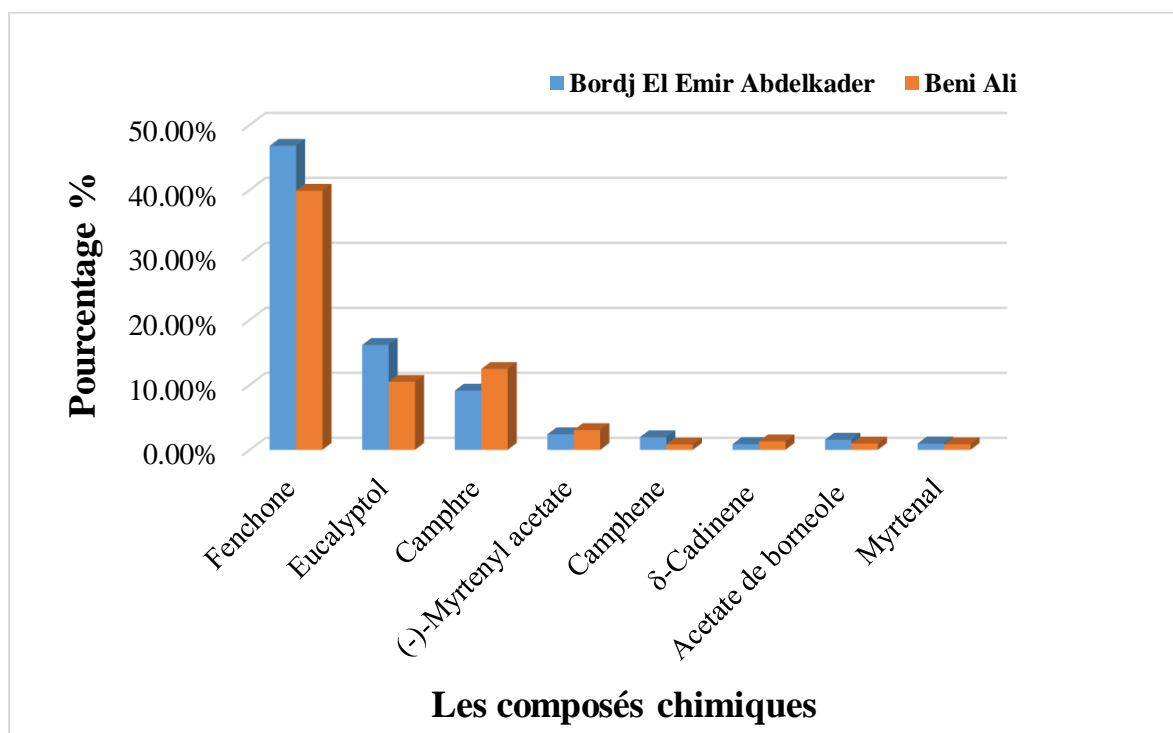
Les résultats de l'analyse chromatographique (tableau 4) et (Fig.5, 6 en annexe II) rapportent, dans l'ordre d'élution, la composition qualitative et quantitative de huile essentielle de *L.stoechas*. Au total 44 composés ont été détectés, pour l'identification nous avons d'abord calculé leurs indices de rétention (IR), ensuite nous les comparés à ceux de la littérature, nous avons à la suite procédé au dépouillement de leurs spectre de masse en se référant à ceux donnés dans les différentes bibliothèques (NIST et WILEY).

**Tableau 4-Compositions chimiques de l'huile essentielle de *L. stoechas* par GC/MS.**

RT (min)	Les composés chimiques	Bordj El Emir Abdelkader (%)	Beni-Ali (%)
6.60	• <u>Tricyclo[4.1.0.0(2,4)]heptane</u>	0.19	0.13
8.48	• 4-Carene	0.10	-
9.08	<b><math>\alpha</math>-Pinène</b>	<b>0.96</b>	<b>0.54</b>
10.09	<b>Camphene</b>	<b>1.94</b>	<b>0.82</b>
12	$\beta$ -Pinène	0.21	0.15
13	3-Methylene-cyclohexene	0.16	-
<b>16.16</b>	<b>1,8-cinéole (Eucalyptol)</b>	<b>16.14</b>	<b>10.47</b>
17.36	3-Carene	0.14	0.12
<b>20.59</b>	<b>Fenchone</b>	<b>46.78</b>	<b>39.37</b>
21	B-Myrcene	-	<b>0.56</b>
22.52	Chrysanthenone	0.09	-
23	Cyclopropane, 1,1'-ethenylidene bis	0.38	0.21
<b>24.54</b>	<b>Camphre</b>	<b>9.12</b>	<b>12.44</b>
25.04	Dihydrocarveole	0.13	-
25.24	Pinocarvone	0.37	0.20
26	$\delta$ -3-Carene	0.66	0.48
26.50	Spiro[2.2]pentane-1-carboxylic acid, 2-cyclopropyl-2-methyl-	-	0.44
27	$\beta$ -Phellandrene	0.50	-
27.03	• <u>Acetate d'isoverbenyl</u>	-	0.22
27.35	Cuminol	0.37	0.36
28	<b>Myrtenal</b>	<b>0.98</b>	<b>0.97</b>
28.26	2-Carene	0.16	0.17
28.53	• D-Verbenone	-	0.27
29	Acetate de fenchyle	0.26	<b>0.64</b>

29.10	1-(1-Methylallyl)cyclohexene	0.82	-
31.10	Carvone	0.60	<b>0.52</b>
33.37	Bicyclo[3.3.1]non-3-ene-2,6-dione	-	0.07
	<b>Acetate de borneole</b>	<b>1.57</b>	<b>0.85</b>
<b>36.36</b>	<b>(-)-Myrtenyl acetate</b>	<b>2.39</b>	<b>3.05</b>
37.45	$\alpha$ -Cubebene	0.13	0.12
38.46	Eugenol	0.17	-
39	Epizonaren	0.41	0.46
39.31	$\alpha$ -Copaene	0.20	0.29
39.51	2-methylenebornane	0.15	0.20
40	1-Ethyl-1,4-cyclohexadiene	0.10	0.15
40.16	Germacrene- D	0.06	0.09
44	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	0.10	0.13
45	Aristolene	0.09	0.22
45.44	Calarene	0.11	0.16
48	$\alpha$ -Copaene	0.33	<b>1.34</b>
48.36	$\delta$ -Cadinene	<b>0.87</b>	<b>1.30</b>
49	Calamenene	0.23	0.43
49.16	(+)-Cyclosativene	0.24	0.30

A la lecture des résultats, il apparait que Les composés majoritaires de l'huile essentielle de la partie aeriene de *Lavandula stoechas* de Bordj El Emir Abdelkader sont : le Fenchone avec un taux de (46.78%) suivi par 1,8-cinéole (16.14%) encore appelé Eucalyptol, et le camphre (9.12%), (-)-Myrtenyl acetate (2.39%), Camphene (1.94%), Acetate de borneole (1.57%), Myrtenal (0.98%),  $\alpha$ -Pinène (0.96%),  $\delta$ -Cadinene (0.87%). Alors que les composés majoritaires de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Lavandula L.stoechas* de Beni-Ali sont : Fenchone avec un taux de (39.37%) Suivi par Camphre (12.44%) et 1,8-cinéole (10.47%), (-)-Myrtenyl acetate (3.05 %),  $\alpha$ -Copaene (1.34%),  $\delta$ -Cadinene (1.30%), Myrtenal (0.97%), Acetate de borneole (0.85%), Camphene (0.82%).



**Figure 10 : Les composés majoritaires de l'huile essentielle de *L.stoechas* de Bordj El Emir Abdelkader et Beni Ali.**

Nous constatons que l'huile essentielle extraite de *L.stoechas* est très riche en monoterpènes.

L'ensemble de ces résultats confirment la variabilité de la composition chimique des huiles essentielles des plantes aromatiques suivant la distribution géographique.

Le fenchone est le composé majoritaire de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* de la région de Bordj El Emir Abdelkader ainsi que l'huile essentielle de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* de la région de Beni-Ali. De cela on peut dire que le chémotype des deux huiles essentielles est le Fenchone.

Plusieurs travaux ont porté sur la composition chimique des huiles essentielles de *Lavandulastoechas* provenant de différentes régions de l'Algérie comme il l'indique le tableau suivant :

**Tableau 5- Composition chimique majoritaires des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* provenant de différentes régions de l'Algérie.**

Origine	Organe	Composés majoritaires (%)	Auteurs
Cherchell	Partie aérienne	fenchone (31.60 %) camphre (22.40 %) p-cymene (6.5%) acétate de lavandulyl (3.0%),	<b>Dob et al., (2006)</b>
Lakhdaria Bouira	partie aérienne	fenchone 39,2% camphre 18 % 1,8-cinéole 17,6%	<b>Amara et al., (2017)</b>
Bouira	Partie aérienne	fenchone (50.29 %), camphre (14.02 %), acétate de bornyl (5.60%) acétate de myrtenyl (4.99 %)	<b>Baali et al., (2019)</b>
11 populations de <i>L. stoechas</i> poussant à l'état sauvage dans les régions du Nord d'Algérie	Partie aérienne fleurs, feuilles et inflorescences	fenchone (11.27 –37.48%) camphre (1.94 – 21.8%) 1,8-cineol (0.16–8.71%)	<b>Benabdelkader et al., (2011)</b>
Telemcen	feuilles	Fenchone (27.6%), 1.8-Cineole (18.9%) Camphre (18.1%)	<b>Mohammedi et Atik, (2012)</b>

A la lecture de ces résultats comparatifs rapportés dans le tableau et notre étude, on constate une variabilité qualitative et quantitative en termes de composés majoritaires des huiles essentielles de ces différentes régions. Ces variations sont soit qualitatives (composés différents) soit quantitatives (proportions différentes de certains composés). En plus, ces variations sont généralement d'ordre individuel ou d'ordre populationnel (**Tableau 5**).

Ces variations peuvent parfois être dues à des différences climatiques, géographiques ou saisonnières simplement à la quantité d'arrosage ou la fertilisation utilisée. Elles peuvent également avoir une origine génétique, ce qui est observé quand des plantes d'origines géographiques différentes sont cultivées à proximité l'une de l'autre. Finalement, ces variations peuvent être également attribuées aux méthodes d'extraction des HEs et dans le cas

des HEs commerciales, au degré de mélange et de falsification (**Benabdelkader, 2012; Lis-Balchin, 2002**).

Malgré la grande variabilité de ces huiles essentielles provenant de différentes localisations géographiques algériennes, nous remarquons qu'ils partagent avec l'huile essentielle de notre étude au moins un ou plusieurs composés majoritaires,. La plupart de ces travaux, conformément aux notre deux études de Bordj El Emir Abdelkader et Beni Ali présentent le chimiotype « fenchone ».

Ces études sur la composition chimique de *lavandula stoechas* montrent qu'elles sont plus riche en monoterpènes qu'en sesquiterpènes, ceci paraît en conformité avec nos résultats obtenus où les monoterpènes sont majoritaires 90%.

# Conclusion

Au terme de notre travail dont le but est de chercher la diversité de la composition des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* de deux régions du nord algérien.

L'extraction de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* de Beni Ali et de Bordj El Emir Abdelkader par hydrodistillation de type Clevenger a fourni des rendements de 0.6805% et 0.5751%, respectivement. Le rendement peut varier selon les facteurs climatiques, la nature du sol, les parties utilisées des plantes, de saison et lieu de récoltes, de stockage et de mode d'extraction.

Les analyses qualitatives et quantitatives des huiles essentielles par Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de masse CG-MS, nous a permis de détecter 70 composés dans l'huile essentielle de Beni Ali, et 66 Composés dans l'huile essentielle de Bordj El Emir Abdelkader.

Les composés majoritaires de l'huile essentielle de Beni Ali sont Fenchone avec un taux de (39.37%) Suivi par Camphre (12.44%), 1,8-cinéole (10.47%), (-)-Myrtenylacetate (3.05 %),  $\alpha$ -Copaene (1.34%),  $\delta$ -Cadinene (1.30%), Myrtenal (0.97%), Acetate de borneole (0.85%), Camphene (0.82%). De même, les composés majoritaires de l'huile essentielle de Bordj El Emir Abdelkader sont le Fenchone(46.78%) suivi par 1,8-cinéole (16.14%) encore appelé Eucalyptol, le camphre (9.12%), (-) -Myrtenylacetate (2.39%), Camphene (1.94%), Acetate de borneole (1.57%), Myrtenal (0.98%),  $\alpha$ -Pinène (0.96%), et  $\delta$ -Cadinene (0.87%).

De ces résultats, nous constatons que l'huile essentielle extraite de *Lavandula stoechas* est très riche en monoterpènes, et que le fenchone est le chémotype des deux huiles essentielles.

## Références bibliographique

---

**Abedini Amin (2013).** evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*hyptis atrorubens* poit. (lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes, Thèse De Doctorat, Université du Droit et de la Santé - Lille II, p46, pt198.

**Alloun Kahina (2019).** composition chimique et activités biologiques de métabolites secondaires de *crithmum maritimum* L., de *melissa officinalis* L. et de *thymus pallescens* de noé et effet de l'irradiation gamma sur les huiles essentielles du thym, THESE, ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUEEL-HARRACH –ALGER, p16, pt171).

**Attou Amina. (2017).** détermination de la composition chimique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques de l'ouest algérien (région d'ain temocuchent) étude de leurs activités antioxydante et antimicrobienne. Thèse de doctorat en biologie, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.

**Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. (2008)** biological effects of essential oils. a review. food and chemical toxicology, No46, pp446-475.

**Bayala.Bagora. (2014).** Etude des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, anti-prolifératives et anti-migratoires des huiles essentielles de quelques plantes médicinales du Burkina faso sur des lignées cellulaires du cancer de la prostates et de glioblastomes.

**Bechlem Ep Boucenna Houria (2018).** etude phytochimique et biologique de deux plantes médicinales algériennes, THESE, Université des frères Mentouri, Constantine, p36, pt206.

**Belmont Maud (2013).** *lavandula angustifolia* m., *lavandula latifolia* m., *lavandula x intermedia* e. : études botaniques, chimiques et thérapeutiques, THÈSE, UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER, p15, pt143.

**Benabdelkader Tarek (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, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, pt239.

**Benabdelkader, T., Zitouni, A., Guitton, Y., Jullien, F., Maitre, D., Casabianca, H., ... & Kameli, A. (2011).** essential oils from wild populations of algerian *lavandula stoechas* L.: composition, chemical variability, and in vitro biological properties, Article, Université Mhamed Bougara, 35000 Boumerdes, Algeria, Chemistry & biodiversity, p 937-953.



## Références bibliographique

---

**Bendif Hamdi (2017).** caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques lamiaceae: *ajuga iva* (L.) Schreb., *teucrium polium* L., *thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *rosmarinus eriocalyx* Jord & Four, Thèse de Doctorat, ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE KOUBA-ALGER, p26, pt145.

**Benziane Maatallah Mama. (2007).** screening photochimique de la plante *Ruta montana*. Extraction de l'huile essentielles et de la rutine. Activité antioxydant de la plante.

**Bouguerre Ali. (2012).** etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *foeniculum vulgare* Mill en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire.

**Bounihi Amina (2016).** criblage phytochimique, etude toxicologique et valorisation pharmacologique de *Melissa officinalis* et de *Mentha rotundifolia* (Lamiacées), Thèse De Doctorat National, Université Mohammed V, P19, Pt199.

**Bouzabata Amel (2015).** contribution a l'étude d'une plante médicinale et aromatique *Myrtus communis* L, Thèse De Doctorat, Université Badji-Mokhtar, Annaba, P1, Pt199.

**Chenni Mohammed (2016),** etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic "*Ocimum basilicum* L." extraite par hydro-distillation et par micro-ondes, Thèse De Doctorat, Université d'Oran, pt166.

**Clevenger JF. (1928).** apparatus for volatile oil determination: description of new type clevenger. *Am perf Ess oil Review* 467-503.

**Daouda Toure (2015).** etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Côte d'Ivoire, Thèse De Doctorat, Université Felix Houphouët Boigny, Côte D'Ivoire.

**DESCHEPPER ROBIN (2017).** variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie, Thèse, Université d'Aix-Marseille – Faculté de Pharmacie, p11, pt122.

**Ez zoubi, Y., Boust, D., & Farah, A. (2020),** a phytopharmacological review of a mediterranean plant: *Lavandula stoechas* L, Article, Faculty of Science and Technology Al-Hoceima, Abdelmalek Essaadi, University Ajdir 32003 Tetouan, Morocco, *Clinical Phytoscience*, 6(1), 1-9.

**Fettah Asma. (2019).** etude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante,antibactérienne) des extraits de la plante *teucrium polium l.* sous espèce thymoides de la région beni souik, biskra. Thèse de doctorat en chimie, Université Mohamed Khider Biskra.

**Figueredo Gilles (2007).** étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne, THESE, UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL, p22, pt212.

**Hadji minaglou F. (2012).** la connaissance des huiles essentielles: qualitologie et aromathérapie entre science et tradition pour une application médicale raisonnée.Paris.p39.

**Kırmızıbekmez, H., Demirci, B., Yeşilada, E., Başer, K. H. C., & Demirci, F. (2009).** chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *lavandula stoechas l.* ssp. *stoechas* growing wild in turkey, Yeditepe University, TR-34755, Kayışdağı,İstanbul, Turkey, Natural Product Communications, 4(7), p1001 – 1006.

**Leila. Lakhdar. (2015).** evaluation de l'activité antibacterienne d'huiles essentielles marocaines sur *aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro. Thèse de doctorat, université Faculté de medecine dentaire de Rabat, centre d'études doctorales des sciences de la vie et de la santé.

**Lis-Balchin, M (2002),** chemical composition of essential oils from different species, hybrids and cultivars of *lavandula*. lavender: the genus *lavandula*, Book, Taylor & Francis, London, p 265-276.

**Loukhaoukha Rahma (2019).** extraction, identification et caracterisation de quelques metabolites secondaires de *lavandula stoechas l.* et effets biologiques, Thèse De Doctorat, UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB BLIDA-1, pt139.

**Lucchesi M.E. (2005).** extraction sans solvant assisté par micro-onde conception et application à l'extraction des huiles essentielles. thèse de doctorat en sciences discipline, chimie, université de la réunion, facultés des sciences et technologies.

**Luicita Lagunez Rivera. (2006).** étude de l'extraction de métabolites secondaire de différentes matieres végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Thèse de doctorat, L'institut National Polytechnique de Toulouse.

## Références bibliographique

---

**Mahfouf Nora (2018).** étude de l'espèce *origanum vulgare* L., Thèse De Doctorat, Université Chadli Benjedid – El Tarf (Algérie), p3, pt150.

**Makhloufi Ahmed (2010).** etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant a l'état spontané dans la région de bechar (*matricaria pubescens* (desf.) et *rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru, Thèse De Doctorat D'état En Biologie, Université Aboubaker Belkaid, P4, Pt136.

**Marie Cécile. Pibiri. (2006).** assainissement microbiologiques de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorat LA FACULTÉ ENVIRONNEMENT NATUREL, ARCHITECTURAL ET CONSTRUIT.

**Mehmet Musa Ozcan, Mira Starovic, Goran Aleksic, Gilles Figueredo, Fahad Al Juhaimi and Jean Claude Chalchat. (2018).** chemical composition and antifungal activity of lavender (*lavandula stoechas*) oil. No7, 895-899.

**Mme MOUCHEM METAHRI Fatima Zohra (2015).** contribution à l'étude des huiles essentielles del'armoise blanche de trois localités de l'ouest algérien (ras elma, el aricha et mécheria) et leurs effets antimicrobiens, THESE, UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES, FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE, Département des Sciences de l'Environnement, p1, pt113.

**Mnayer Dima. (2014).** eco extraction des huiles essentielles et des aromes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens. Thèse de doctorat en chimie, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse.

**Mohammedi Zohra, Atik Fawzia (2011).** pouvoir antifongique et antioxydant de l'huile essentielle de *lavandula stoechas* L., Article, Université Abou Bakr Belkaid, Revue « Nature & Technologie ». n° 06/Janvier 2012. Pages 34 à 39.

**Mr. Bouchikhi Tani Zoheir (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, UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMCEN, p16-17, pt128.

**Nowicki. Justine. (2019).** les dangers de l'utilisation abusive des huiles essentielles. Thèse de doctorat. Faculté de pharmacie de Lile.

## Références bibliographique

---

**Ouis Naouel (2015).** etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil, Thèse De Doctorat, Université D'oran 1, Pt223.

**Perillaud Martin (2018).** proprietes therapeutiques des huiles essentielles de plantes aromatiques du maquis corse, THESE DE DOCTORAT, Faculté de Pharmacie de Lille, pt96.

**Sepideh Miraj (2016).** lavandula stoechas I: a systematic review of medicinal and molecular perspectives, Article, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran, 8 (13), p56-58.

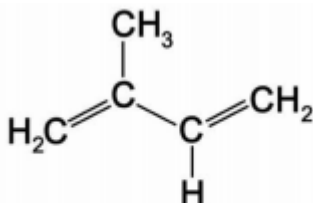
**Siddiqui Mohd Aftab (2016), Mohd. Khalid, Juber Akhtar, H.H. Siddiqui, Badruddeen, Usama Ahmad, Farogh Ahsan, Mohd Muazzam Khan, Mohammad Ahamd, Asad Ali,** lavandula stoechas (ustukhuddus): a miracle plant, Article, Faculty of Pharmacy, Integral University, JIPBS, Vol 3 (1), p97-99, pt102.

**T.Dob ,d. Dahmane, M.Agli,C.Cheghloun.(2006).** essential oil composition of lavandula stoechas from algeria, article, pharmaceutical biology.No.1. pp.60-64.

**Xavier. Fernandez et Farid. Chenat. (2012)** la chimie des huiles essentielles tradition et innovation.

**Annexe I :****➤ Terpènes :**

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure, soit cyclique soit à chaîne ouverte : leur formule brute est  $(C_5H_x)_n$  dont le  $x$  est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et  $n$  peut prendre des valeurs de (1-8) sauf dans les polyterpènes où il peut atteindre plus de 100 (caoutchouc). La molécule de base est l'isoprène de formule  $C_5H_8$  (**Figure1**). Le terme terpénoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc.). Ces composés sont majoritairement d'origine végétale. Ils sont synthétisés par les plantes, les organismes marins, les champignons et même par les animaux (**Fettah, 2019**), il comprend des monoterpènes (10 atomes de carbone dans la molécule), des sesquiterpènes (15C), des diterpènes (20C) des triterpènes (C30) et des tétraterpènes (C40), un terpène contenant de l'oxygène est appelé terpénoïdes (**Minaglou, 2012**).



**Figure 1 : structure de molécule d'isoprène**

**➤ Composés aromatique :**

Les composés aromatiques des huiles essentielles sont principalement des dérivés du phénylpropane C6-C3. Ils sont beaucoup moins fréquents que les terpènes. Ils peuvent comprendre des phénols (chavicol, eugénol), des aldéhydes (cinnamaldéhyde), des alcools (alcool cinnamique), des dérivés méthoxy (anéthol, estragol) ou méthylène dioxy (myristicine, safrole) (**Bakkali et al., 2008 ; Mnayer, 2014 ; Bayala, 2014**).

**➤ Composés d'origine variés :**

En général, les composés d'origine variée de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydrodistillation, sont des hydrocarbures aliphatiques à chaîne linéaire ou ramifiée porteurs de différentes fonctions. A titre indicatif, on peut citer : des alcools comme le 1-octen-3-ol de l'essence de lavande, l'heptane de la paraffine dans l'essence de camomille... (Ouis, 2015 ; Chenni, 2016).

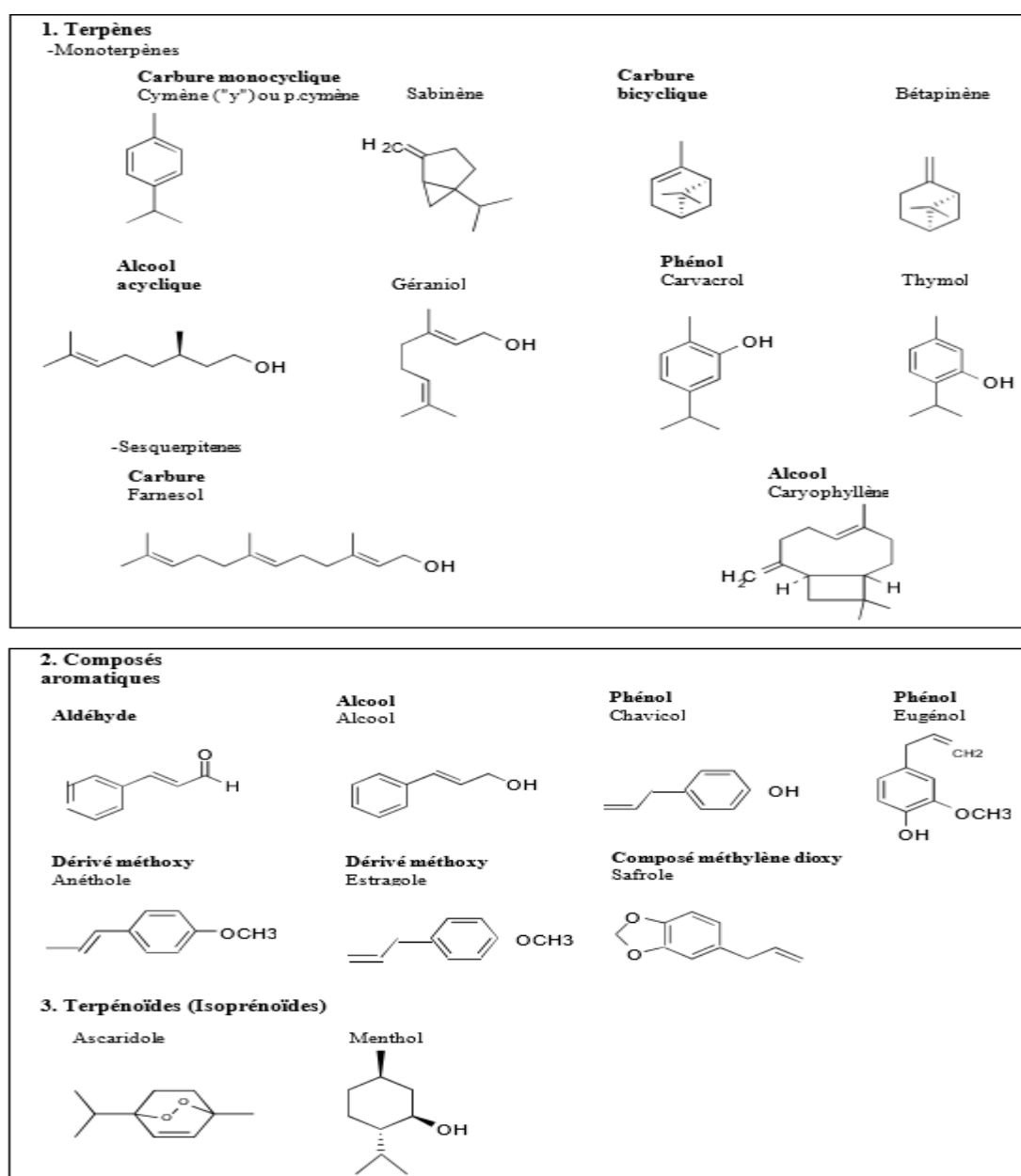


Figure 2 : structures chimiques de certains composants des huiles essentielles (Bakkali et al., 2008).

➤ **Propriétés physique des huiles essentielles :**

**Densité :**

La majorité des huiles essentielles ont une densité inférieure à celle de l'eau. Il existe toutefois des exceptions comme par exemple l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan (*Cinnamomum verum* L.) et l'huile essentielle de clous de girofle (*Syzygium aromaticum* L.). Plus la différence de densité entre l'eau et l'huile essentielle sera importante plus il sera simple de les séparer au niveau de l'essencier (**Perillaud, 2018**).

**Solubilité :**

Les huiles essentielles sont : insolubles ou peu solubles dans l'eau, elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels, entraînaibles à la vapeur d'eau, solubles dans l'alcool (**Nowicki, 2019**).

**Volatilité :**

Toutes les huiles essentielles sont volatiles (**Bayala, 2014**), leur volatilité augmente avec la chaleur (**Nowicki, 2019**), cette propriété leur confère leur caractère fortement odorant et permet de les extraire facilement par entraînement à la vapeur d'eau (**Perillaud, 2018**).

**Couleur :**

Les huiles essentielles sont que très rarement colorées, peuvent peu à peu prendre une coloration jaune plus au moins foncée, mais on peut en trouver de toutes les couleurs que ce soit dans le spectre visible ou ultraviolet (**Perillaud, 2018 ; Bouguerra, 2014**).

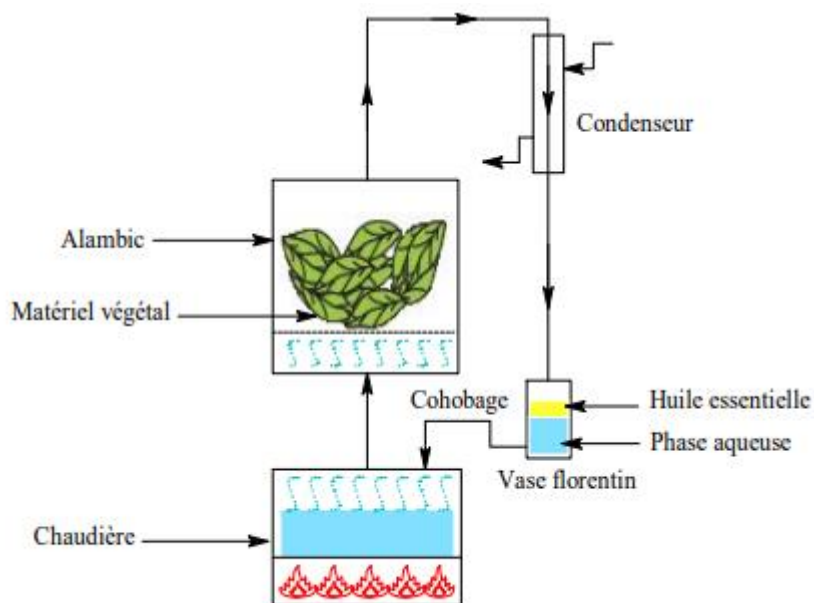
➤ **Les méthodes d'extraction :**

Pour obtenir les huiles essentielles il existe plusieurs méthodes d'extraction, qui se pratiquent en fonction de la partie du végétal choisie.

**I.1. Entraînement à la vapeur d'eau :**

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'un des procédés d'extraction les plus anciens pour l'obtention des huiles essentielles. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur ascendant ou descendant sans macération préalable. Cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale, elle est basée sur le fait que la plupart des composés odorants volatils contenue dans les végétaux sont entraînable par la vapeur d'eau. Le plus souvent, la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille perforée (**figure 3**).

Durant le passage de la vapeur à travers la matière végétale, l'huile essentielle est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau-HEs ». Le mélange est ensuite conduit vers le condenseur et l'essencier (vase de décantation pour les HEs) avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique(HEs). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (**Chenni, 2016 ; Attou, 2017**).



**Figure 3 : schéma de montage de l'entraînement à la vapeur d'eau (Chenni, 2016).**

## **I.2. Extraction par enfleurage :**

Certains organes de végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau ou l'hydrodistillation. C'est le cas des



fleurs de jasmin, d'œillet, de tubéreuse... Il faut donc, pour ces végétaux, recourir à d'autres méthodes d'extraction des composés odorants volatils telles que l'extraction par les solvants fixes (extraction par les corps gras ou enfleurage) et volatils (extraction par l'hexane) (**Bousbia, 2011**).

### **L'enfleurage à froid :**

Ce processus d'extraction, n'est plus trop utilisé, est réservé aux huiles florales de très grande qualité. Les senteurs particulièrement délicates peuvent également être capturées par enfleurage dans de la graisse froide. Pour ce faire, le mieux est de suspendre simplement les plantes dans un linge immergé dans de l'huile froide et de changer celui-ci après 12 à 24 heures. Pour pouvoir utiliser la fragrance à la fin, il convient de la délayer de la graisse avec de l'alcool puis de distiller finalement cet alcool selon ses besoins afin de concentrer davantage la senteur. L'enfleurage constitue en quelque sorte la part royale dans le domaine de la confection de parfums, car il permet également de préserver des senteurs particulièrement délicates dans leur haute qualité et leur pureté. La macération dans l'alcool est sensiblement plus simple et moins dispendieuse ; toutefois, cette méthode n'est en rien comparable à l'extraction des senteurs par enfleurage au niveau de la qualité (**Bousbia, 2011 ; Chenni, 2016**).

### **L'enfleurage à chaud :**

Alternativement à la macération, il est également possible de procéder par l'enfleurage à chaud dans la graisse. Pour cela, il convient de chauffer une graisse animale clarifiée (à défaut de la vaseline ou de la paraffine, substances plus modernes) dans une chaudière en cuivre à 60 degrés. Les plantes y sont incorporées et détrempées pendant 12 à 24 heures. Afin d'obtenir un résultat de qualité, il faut pressurer les plantes et remplir de nouveau la chaudière. Ce processus est répété autant de fois que nécessaire pour assurer le passage d'un maximum d'arômes dans la graisse. Ensuite une opération de filtration est nécessaire pour séparer la graisse des fleurs. Une pâte parfumée appelée « pommade » qui va être traitée avec la même technique d'extraction que pour un enfleurage à froid (**Bousbia, 2012 ; Chenni, 2016**).

### **I.3. Hydrodiffusion :**

La percolation est une méthode consistant à envoyer la vapeur d'eau de haut en bas et non de bas en haut comme pour la distillation. Cette méthode a l'avantage d'être plus rapide et donc moins préjudiciable à la qualité des substances aromatiques. Cependant, la percolation

possède l'inconvénient de charger les HE en substances non volatiles. Il en résulte des « essences de percolation » et non des HE à proprement parler (Attou, 2017).

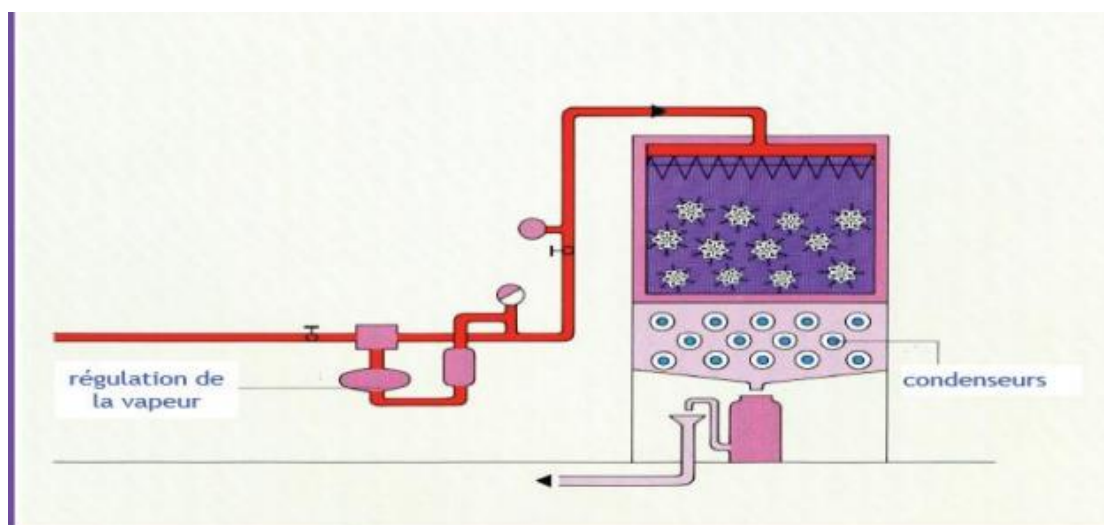


Figure 4 : extraction par Hydrodiffusion.

#### I.4. Extraction assistée par micro-ondes :

Les micro-ondes ou hyperfréquences sont des ondes électromagnétiques couvrant les gammes des ondes décimétriques UHF, centimétriques SHF et millimétriques EHF (Lucchesi, 2005). L'extraction par micro-ondes est une méthode très rapide, peu consommatrice d'énergie, et de qualité supérieure à l'hydrodistillation traditionnelle. Elle consiste à chauffer sélectivement une plante par un rayonnement micro-ondes dans une enceinte où la pression est diminuée de façon séquentielle : l'huile essentielle est alors entraînée dans un mélange azéotropique formé par la vapeur d'eau de la plante traité (sans ajout d'eau pour les produits traités en frais) (Attou, 2017).

#### I.5. Extraction par expression à froid :

Il s'agit du procédé d'extraction le plus simple et le plus limité. C'est une méthode artisanale qui est totalement abandonnée. Les plantes sont pressées à froid (notamment les agrumes : citron, orange, etc.) de l'écorce ou des fruits. Cette technique consiste à briser mécaniquement les poches oléifères de zestes frais d'agrumes pour libérer leur contenu aromatique.

## **I.6. Extraction par le CO<sub>2</sub> :**

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé : il s'agit du CO<sub>2</sub> en phase supercritique. L'extraction consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au-delà de son point critique (P=72.8 bars et T= 31.1°C). A l'état supercritique, le CO<sub>2</sub> n'est ni liquide, ni gazeux, et cela lui confère un excellent pouvoir d'extraction, modulable à volonté en jouant sur la température de mise en œuvre. Les fluides supercritiques comme le CO<sub>2</sub> sont de bons solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état gazeux. Les avantages de ce procédé sont les suivants :

- Le CO<sub>2</sub> est totalement inerte chimiquement, il est naturel, non toxique et peu coûteux.
- En fin de cycle, la séparation entre le solvant d'extraction et le soluté pour obtenir l'extrait est facile (simple détente qui ramène le CO<sub>2</sub> à l'état gazeux), avec une récupération quasi-totale et peu coûteuse.
- L'extraction des huiles essentielles par le CO<sub>2</sub> supercritique fournit des huiles de très bonne qualité et en temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes classiques. Cependant l'installation industrielle de ce procédé reste onéreuse, et l'appareillage est encore envahissant (**Lakhder, 2015**).

## **I.7. Extraction par solvant organique :**

L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, cyclohexane, l'éthanol moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone.

En fonction de la technique et du solvant utilisé on obtient :

- Des hydrolysats : extraction par solvant en présence d'eau
- Des alcoolats : extraction avec de l'éthanol dilué
- Des teintures ou solutions non concentrées obtenues à partir de matières premières traitées par l'éthanol ou des mélanges éthanol/eau.
  - De résinoïdes ou extraits éthanoliques concentrés
  - Des oléorésines et des concrètes qui sont respectivement des extraits à froid et à chaud au moyen de solvants divers.

L'emploi restrictif de l'extraction par solvants organiques volatils se justifie par son coût, les problèmes de sécurité et de toxicité, ainsi que la réglementation liée à la protection de l'environnement (**Lagunez rivera, 2006**).

### ➤ Conservation des huiles essentielles :

Pour éviter la formation des produits d'oxydation, notamment les peroxydes, il est nécessaire de conserver les huiles essentielles :

- à l'abri de l'air, en présence d'un gaz inerte tel que l'azote.
- à l'abri de la lumière, dans des flacons propres et secs, métalliques (aluminium ou acier inoxydable) ou en verre teinté.
- à froid, de préférence à + 4 °C.

Il faut éviter, d'une part, de mettre très peu d'huile essentielle dans le flacon et, d'autre part, d'utiliser des emballages et des bouchons en matière plastique qui peuvent être sensibles au contenu (Minaglou, 2012).

## Annexe II :

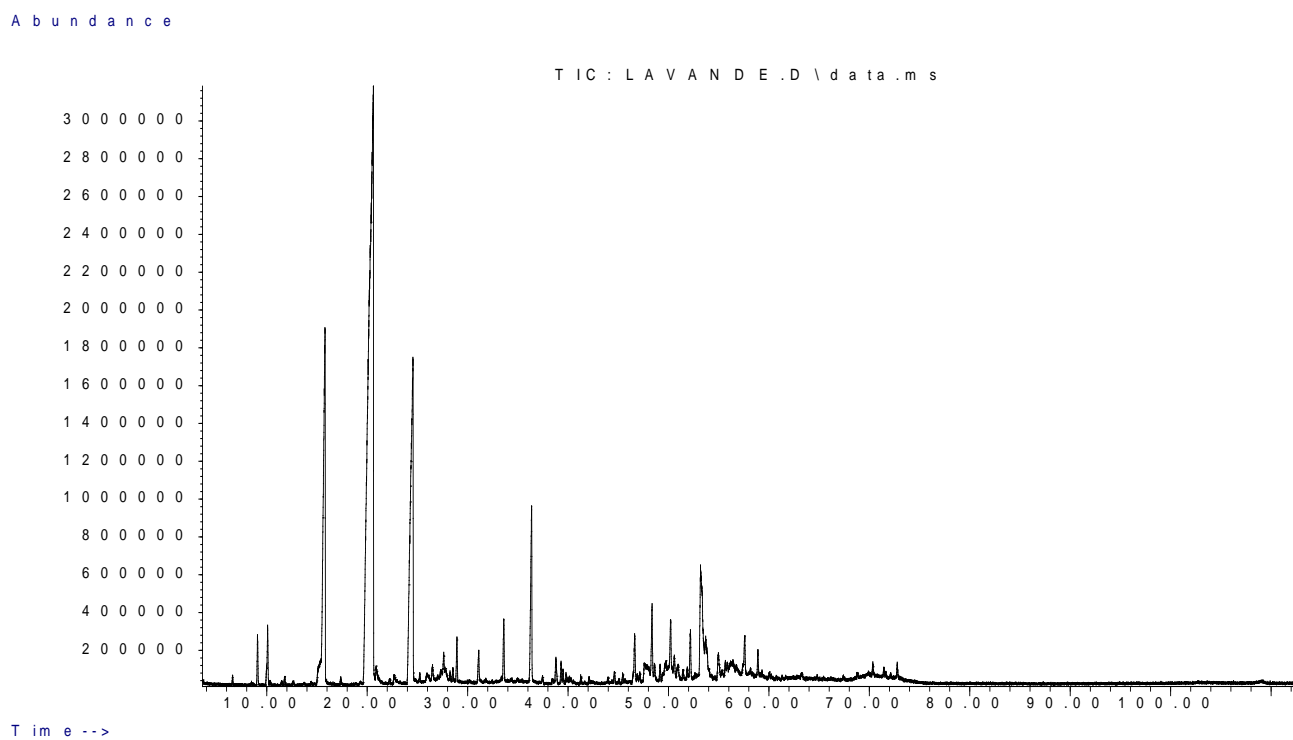
### ➤ Matériel non biologique :

Le matériel utilisé au laboratoire se résume en :

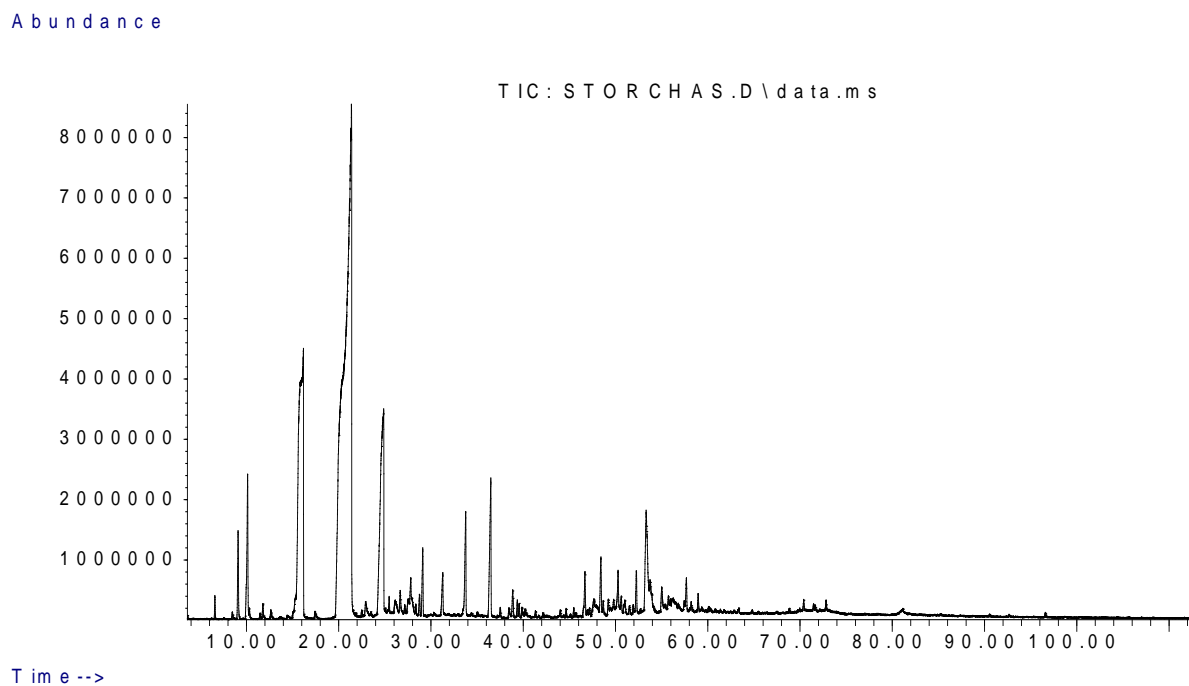
- Ampoules à décanter.
- Ballon.
- Chauffe ballon.
- Clevenger.
- Balance de précision.
- Appareil de CG/MS.

**Tableau 1- Rendement en H.E de *Lavandula stoechas* obtenu par hydrodistillation**

Région	Temps (min)	Masse de plante (g)	Masse de H.E extraite (g)	Rendement (%)
Beni ali	90	185	1.259	0.6805
Bordj El Emir Abdelkader	90	185	1.064	0.5751



**Figure 5 : Chromatographe de la région Beni Ali.**



**Figure 6 : Chromatographe de la région Bordj El Emir abdelkader.**

