

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE AHMED  
-ADRAR-  
Année/2021



جامعة أحمد دراية - أدرار

Faculté des Sciences et de la  
Département des Sciences de

Technologie  
la Matière

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme de Master en

**Chimie**

**Option : Chimie de l'Environnement**

**Thème**

Appréciation microbiologique et physico chimique du *Mentha puleguim L* avant et après le séchage solaire

**Présenté Par :**

*Melle/ Mr:* SEMMANI Ibtissam

Et

*Melle/ Mr.* ELALLOUI Fatima

**Devant le jury composé de:**

Mr. Elfahem SAKHER

Président

Grade

Université Ahmed Draia-Adrar

Mr. LOUMANI AKIL

Rapporteur

M.R.A

UERMS -Adrar

Mr. Nom et Prénom

Examinateur

Grade

Université Ahmed Draia -Adrar

**Année Universitaire 2020/2021**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne populaire et démocratique  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE AHMED DRAYA - ADRAR  
BIBLIOTHÈQUE CENTRALE  
Service de recherche bibliographique  
N°.....5ك.....B.C/S.R.B//U.A/2021



جامعة احمد دراية - ادرار  
المكتبة المركزية  
مصلحة البحث البيوجرافي  
الرقم...5ك...م.م.ب.ب.ب / ا.ج.أ. 2021

## شهادة الترخيص بالإيداع

LOUMANI AKIL

انا الأستاذ(ة):

المشرف على مذكرة الماستر.

الموسومة بـ: Appréciation microbiologique et physico chimique du Mentha puleguim L. avant et après le séchage solaire

SEMMANI Ibtissam

من إنجاز الطالب(ة):

ELALOUI Fatima

و الطالب(ة):

DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

كلية:

SCIENCE DE LA MATIERE

القسم:

Chimie de l'environnement

التخصص:

12/06/2021

تاريخ تقييم / مناقشة:

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها. ويامكنهم إيداع النسخ الورقية (02) والإلكترونية (PDF).

امضاء المشرف

27/06/2021

مساعد رئيس القسم:-

سليمي بلال  
رئيس قسم علوم المادة



ملاحظة: لا تقبل أي شهادة بدون التوقيع و الخصم

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Dédicaces

Aux plus chers de ma vie, la source et la raison de mon existence : mon père et ma mère, pour leur tendresse, leurs conseils, leurs sacrifices, leur présence à mes cotés et leur soutien auxquels je dois tous. Qu'ils trouvent ici l'expression de mon éternelle reconnaissance et de ma profonde affection.

Mes chers parents que dieu vous protège,  
A mes très chères sœurs, les sources de mes sourires,

❖ *Kheira, Aicha, Mounira et Houda*

A mes très chères beaux-frères

❖ *Omar, Abdelwahed, Farouk, Abdelkader, Oussama et Wahid*

A mon fiancé *Abdellah*,

A toutes mes familles,

A tous mes enseignants,

A tous mes amis et amies plus précisément à *Imane, Latifa .Fatima .*

**Semmani Ibtissam**

# Dédicaces

*Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.*

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et Remerciements à:*

*A mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.*

*Mes frères : Elwafi, Mohamed et Ismail.*

*Mes sœurs : Zohra, Aicha, Assma, hayat et Chaima.*

*Ainsi qu'à toutes la famille Elalaoui.*

*A celui qui m'a collaboré dans la réalisation de ce mémoire, à toi Semmani Ibtissam,*

*Ainsi que toute la promotion de Chimie 2020/2021.*

**Elalaoui Fatima**

# Remerciements

*Nous remercions avant tout Allah de nous avoir gardés en bonne santé afin de mener à bien ce projet de fin d'étude. Nous remercions également nos familles pour les sacrifices qu'elles ont fait pour que nous terminions nos études.*

*Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre encadreur*

***Dr. Loumani Akil** qui nous a témoigné de sa confiance et de son aide scientifique et qui par son expérience et sa compétence.*

*Nous adressons de chaleureux remerciements à tous les enseignants et les travailleurs de Département de Chimie et les membres de l'équipe de séchage solaire .*

*Nous remercions également les membres des jurys pour l'effort qu'ils feront dans le but d'examiner ce modeste travail.*

*Mes remerciements vont également à tous ceux qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.*

---

## Résumé

Les habitants ont recours aux plantes médicinales au lieu de médicaments. Dans notre travail, nous avons séché le plante mentha pulegium L (genre du plante médicinale) de deux manières différentes, la première par séchoir solaire indirect, et l'autre par séchage directement au soleil. Nous avons également étudié les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de cette plante avant et après séchage solaire. Après les résultats que nous avons obtenus, nous avons remarqué que le séchage par séchoir solaire indirect préserve la forme, la couleur et les caractéristiques de la plante par rapport au séchage naturel.

## Abstract

The inhabitants resort to medicinal plants instead of drugs. In our work, we dried the plant mentha pulegium L (a type of the medicinal plant) in two different ways, the first by indirect solar drier, and the other by drying directly in the sun. We also studied the physicochemical and microbiological characteristics of this plant before and after sun drying. After the results we obtained, we noticed that drying by indirect solar dryer preserves the shape, color and characteristics of the plant by compared to natural drying.

## ملخص

يلجأ السكان إلى التداوي بالأعشاب الطبية بدل من الأدوية , في عملنا هذا قمنا بتجفيف النعناع البري (نوع من الأعشاب الطبية) بطريقتين مختلفتين الأولى عن طريق المجفف الشمسي غير المباشر و الأخرى عن طريق التجفيف مباشرة بأشعة الشمس و كذلك قمنا بدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية لهذا النبات قبل و بعد التجفيف الشمسي, بعد النتائج التي تحصلنا عليها لاحظنا أن التجفيف عن طريق المجفف الشمسي غير المباشر يحافظ على شكل ولون وخصائص النبات مقارنة بالتجفيف الطبيعي.

## Table des matières

**Dédicace**

**Remerciement**

**Résumé**

**Liste d'abréviation**

**Liste des Tableaux**

**Liste de figures**

**Introduction générale** ..... 1

### **Partie bibliographique**

#### **Chapitre I Généralités sur les énergies renouvelables**

I.1. Introduction..... 2

I.2. Les énergies renouvelables ..... 2

    I.2.1. L'énergie éolienne ..... 2

        I.2.1.1. Avantages..... 3

        I.2.1.2. Inconvénients..... 3

    I.2.2. L'énergie hydraulique (hydroélectricité) ..... 3

        I.2.2.1. Avantages..... 3

        I.2.2.2. Inconvénients..... 4

    I.2.3. L'énergie de la biomasse ..... 4

        I.2.3.1. Avantages..... 4

        I.2.3.2. Inconvénients..... 5

    I.2.4. La géothermie ..... 5

    I.2.5 L'énergie solaire ..... 5

        I.2.5.1. Potentiel solaire en Algérie..... 6

I.3. Conclusion ..... 6

#### **Chapitre II Le séchage solaire**

II.1. Introduction ..... 7

II.2. Histoire de séchage ..... 7

II.3. Définition de séchage ..... 7

II.4. Intérêt du séchage..... 8

II.5. Séchage des PAM ..... 8

II.6. Les séchoirs solaires ..... 8



## Table des matières

II.6.1. Types de séchoirs solaires .....	9
II.6.1.1 Le séchoir direct.....	9
II.6.1.1.1.Principe de fonctionnement.....	9
II.6.1.1.2. Avantages.....	9
II.6.1.1.3.Inconvénients.....	10
II.6.1.1.4. Types de séchoirs direct.....	10
II.6.1.1.4.1.Le séchoir intégral à convection naturel.....	10
II.6.1.1.4.2.La boîte de séchage ou séchoir coffre.....	11
II.6.1.1.4.3.Le séchoir solaire "coquillage".....	11
II.6.1.2.Le séchoir indirect.....	12
II.6.1.2.1.Principe de fonctionnement.....	12
II.6.1.2.2. Avantages.....	13
II.6.1.2.3. Inconvénients.....	13
II.6.1.2.4.Type des séchoir indirect.....	13
II.6.1.2.4.1.Les séchoirs-Tunnel.....	13
II.6.1.2.4.2.Les séchoirs solaires destinés aux plantes aromatiques et médicinales.....	14
II.6.1.3.Séchoir solaire hybride.....	15
II.6.1.4.Les séchoirs solaires mixtes.....	15
II.6.1.5.Le séchage naturel.....	16
II.7.Conclusion.....	17

### Chapitre III Généralités sur les plantes médicinales

III.1. Introduction.....	19
III.2. La phytothérapie.....	19..
III.2.1. Généralité.....	18
III.2.2.Définition de la phytothérapie.....	19
III.3. Plantes médicinales.....	18
III.3.1.Généralité sur les plantes .....	18
III.3.2. Définition .....	19
III.3.3. Historique.....	19
III.3.4. L'usage des plantes médicinales .....	20

## Table des matières

III.3.5. Les avantages des plantes médicinales .....	20
III.3.6. Les inconvénients des plantes médicinales .....	20
III.4. Etude bibliographiques et botaniques de plante utilisé' .....	20
III.4.1. L'importance de la famille lamiacées .....	20
III.4.2. Le genre menthe .....	21
III.4.2.1. Utilisations des menthes dans la pharmacopée traditionnelle .....	21
III.4.2.2. Les espèces de menthe .....	21
III.4.3. <i>Mentha pulegium L.</i> .....	22
III.4.3.1. Origine et répartition géographique .....	22
III.4.3.2. Description botanique .....	22
III.4.3.3. Propriétés et emplois .....	23
III.4.3.4. Toxicologie.....	23
III.4.3.5. Utilisation traditionnelle.....	23
III.5. Domaine de l'agriculture .....	25
III.6. Domaine de l'industrie.....	25
III.7. Principes chimiques .....	25
III.8. Les Huiles essentielles .....	25
III.8.1. Généralités .....	25
III.8.2. Origine des huiles essentielles.....	25
III.8.3. Localisation et lieu de synthèse.....	26
III.8.4. Rôle des huiles essentielles chez les plantes .....	26
III.8.5. Techniques d'extraction des huiles essentielles .....	27
III.9. Conclusion.....	27

### Partie pratique

#### Chapitre IV Matériels et méthodes

IV .Objectif de travail.....	28
IV.1 Matériels et méthodes.....	28
IV.1.1 L'Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien (URERMS).....	28
IV.2 Matériels .....	29
IV.2 .1. Matériels végétales .....	29
IV.2.1.1. Le choix de la plante végétale .....	29
IV.2.1.2. Le lieu de prélèvement de <i>mentha puleguim L.</i> .....	29
IV.3. Méthodes d'analyses.....	30
IV.3.1. Cinétique du séchage.....	30
IV.3.2. Extraction des huiles essentielles par la méthode de hydro-distillation .....	31

## Table des matières

---

a-Mode opératoire .....	31
b-Détermination du rendement .....	32
IV.4. Les analyses du <i>mentha puleguim L</i> .....	32
IV.4.1. Détermination de quelques paramètres physico-chimique .....	33
IV.4.1.1. Détermination de la teneur en eau (NF V 03-921).....	33
IV.4.1.2. Détermination de la Teneur en cendres (AFNOR V 03-922) .....	34
IV.4.1.3. Détermination du pH .....	35
IV.4.1.4. L'activité de l'eau.....	36
IV.5. Les analyses microbiologiques .....	37
IV.5.1 Préparation l'échenillant.....	38
IV.5.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (NF V 08-011) .....	39
IV.5.3. Recherche et dénombrement des coliformes ( NF V 08-020) .....	39
IV.5.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures (NFV 08-022) .....	41
IV.5.5. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	42
<b>Chapitre V Résultats et discussion</b> .....	
V.1. les paramètres physico-chimiques de la plante <i>Mentha Puleguim L</i> .....	43
V.2. Cinétique de séchage (dans le séchoir solaire indirect) .....	46
V.3. Les analyses microbiologiques de la plante <i>Mentha puleguim L</i> .....	47
<b>Conclusion générale</b> .....	51
<b>Réfernces bibliographiques</b>	

---

## Liste d'abréviation

<b>PAM</b>	Plante Aromatique ou Médicinale
<b>CDER</b>	Centre de Développement des Energies Renouvelable
<b>PPAM</b>	Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>URERMS</b>	Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien
<b>HE</b>	Huiles Essentielles
<b>RHE</b>	Rendement Huiles Essentielles
<b>TSE</b>	Trypton Sec Eau
<b>MS</b>	Matière Sèche
<b>Aw</b>	Activity water
<b>H</b>	Humidité
<b>pH</b>	Potentiel Hydrogène
<b>GN</b>	Gélose Nutritive
<b>VRBL</b>	Violet Red Bile Lactose Ager
<b>OGA</b>	Gélose Glucosée à Oxytétracycline

---

## Liste des Tableaux

<b>Tableau N° 1</b> Différents types de séchoirs .....	17
<b>Tableau N° 2</b> Dénomination de l'espèce étudiée .....	24
<b>Tableau N° 3</b> La classification botanique pour l'espèce étudiée .....	24
<b>Tableau N° 4</b> Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles .....	26
<b>Tableau N° 5</b> Rendements en huiles essentielles chez certaines plantes.....	27
<b>Tableau N° 6</b> Résultats des paramètres physico-chimiques de <i>mentha puleguim L</i> .....	43
<b>Tableau N° 7</b> Résultats des analyses microbiologiques du <i>Mentha puleguim L</i> .....	48
<b>Tableau N° 8</b> Les normes nationales des germes étudiées au journal officiel Algérien .....	49

---

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> L'énergie éolienne.....	3
<b>Figure 2</b> L'énergie hydraulique .....	4
<b>Figure 3</b> L'énergie solaire.....	6
<b>Figure 4</b> Le séchoir solaire intégral .....	10
<b>Figure 5</b> Le séchoir solaire coquillage à trois claies.....	11
<b>Figure 6</b> Séchoir solaire indirect .....	12
<b>Figure 7</b> Représentation schématique d'un séchoir tunnel.....	13
<b>Figure 8</b> Séchoir solaire indirect destiné au séchage des PAM, réalisé au CDER.....	14
<b>Figure 9</b> Illustration d'un séchoir solaire mixte .....	15
<b>Figure 10</b> Séchage naturel Ou au soleil .....	16
<b>Figure 11</b> <i>Mentha puleguim L</i> .....	22
<b>Figure 12</b> L'unité de recherche en énergies renouvelables en milieu saharien.....	28
<b>Figure 13</b> La plante <i>Mentha puleguim L</i> .....	29
<b>Figure 14</b> <i>Mentha pulegium L</i> dans le séchoir indirect.....	31
<b>Figure 15</b> Montage d'extraction par Hydro-distillation .....	31
<b>Figure 16</b> Montage d'extraction par hydro-distillation utilisé .....	32
<b>Figure 17</b> Les analyses effectuées sur <i>mentha puleguim L</i> .....	33
<b>Figure 18</b> L'échantillon dans l'étuve 105 C°. .....	34
<b>Figure 19</b> Four à moufle avec l'échantillon .....	35
<b>Figure 20</b> Détermination du pH.....	36
<b>Figure 21</b> Appareil qui déterminé l'activité d'eau .....	36
<b>Figure 22</b> Préparation des milieux culture .....	37
<b>Figure 23</b> le taux de la teneur en eau et la matière sèche de la plante <i>Mentha Puleguim</i> .....	45
<b>Figure 24</b> le taux de la matière organique et matière minérale la plante <i>Mentha Puleguim L</i> ..	45
<b>Figure 25</b> La détermination du PH de la plante <i>Mentha Puleguim L</i> .....	46
<b>Figure 26</b> le taux de l'huile essentielle de la plante <i>Mentha Puleguim L</i> .....	46
<b>Figure 27</b> courbes de cinétique de séchage de la plante <i>Mentha Puleguim L</i> .....	47

# **Introduction générale**

### Introduction

Depuis l'Antiquité, l'humanité a utilisé différentes plantes dans son environnement écologique, afin de traiter plusieurs types de maladies, et ces plantes représentent un énorme réservoir de composés potentiels attribués à des métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité dans la structure chimique. Possédant un très large éventail d'activités biologiques.

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des milliers d'années comme traitement de diverses maladies car elles contiennent des ingrédients riches en principes thérapeutiques. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), environ 80% de la population dépend de la médecine traditionnelle. La plupart des herbes sont utilisées sans Preuves scientifiques de leur efficacité et de leur innocuité.

Le séchage est l'une des méthodes les plus répandues pour conserver la plupart des produits alimentaires comme les plantes médicinales, en réduisant leur teneur en eau à des valeurs résiduelles, car le développement de tout micro-organisme est entravé. Après cela, il peut être stocké dans des conditions ambiantes. Cette technique a fait l'objet de nombreuses communications scientifiques et reste aujourd'hui un domaine de recherche distinct, en particulier dans les pays qui utilisent encore des méthodes traditionnelles. Le fermier sèche au soleil en étalant ses récoltes agricoles soit sur le sol, sur des supports de tapis, soit sur des surfaces en béton, mais avec une exposition aux conditions météorologiques, aux insectes ou à la poussière.

Notre étude est effectuée selon le plant de *Mentha pulegium L*, ce travail divisé en deux grandes parties :

- Partie théorique composée de trois chapitres :
  - L'une traitant généralité sur les énergies renouvelables.
  - L'autre traitant le séchage solaire.
  - Le troisième chapitre généralité sur les plantes médicinales.
- Partie expérimentale contenant deux chapitres :
  - Chapitre sur matériels et méthodes, nous avons cités toutes les méthodes suivies pour la réalisation de notre travail.
  - Un second chapitre examinant les résultats trouvés ainsi que leurs discussions.



# **Partie bibliographique**

# Chapitre I

**Généralités sur les énergies renouvelables**

## I.1. Introduction

L'énergie est dite renouvelable quand il s'agit de sources reconstituées naturellement, plutôt que de l'énergie non renouvelable qui épuise ses stocks.

Le développement et l'exploitation des énergies renouvelables ont fortement augmenté ces dernières années. Au cours des 20 prochaines années, tout système énergétique durable dépendra d'une utilisation rationnelle des sources traditionnelles et d'une utilisation accrue de l'énergie.

## I.2. Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont des énergies qui peuvent être régénérées naturellement. Il y a cinq familles principales d'énergies renouvelables. Dans l'ordre d'importance de leur

Exploitation actuelle, ce sont :

- L'énergie éolienne
- L'énergie hydraulique (hydroélectricité)
- La biomasse (avec le bois de chauffage, ainsi que biogaz..... )
- La géothermie.
- L'énergie solaire

### I.2.1. L'énergie éolienne

La ressource éolienne provient du déplacement des masses d'air qui est du indirectement à l'ensoleillement de la terre . Par le réchauffement de certaines zones de la planète et le refroidissement d'autres, une différence de pression est créée et les masses d'air sont en perpétuel déplacement. Après avoir pendant longtemps oublié cette énergie pourtant exploitée depuis l'antiquité, elle connaît depuis environ 30 ans un essor sans précédent notamment dû aux premiers chocs pétroliers. À l'échelle mondiale, l'énergie éolienne depuis une dizaine d'années maintient une croissance de 30% par an. La machine se compose de 3 pales (en général) portées par un rotor et installées au sommet d'un mât vertical. Cet ensemble est fixé par une nacelle qui abrite un générateur. Un moteur électrique permet d'orienter la partie supérieure afin qu'elle soit toujours face au vent. Les pales permettent de transformer l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Le vent fait tourner les pales entre 10 et 25 tours par minute. La vitesse de rotation des pales est fonction de la taille de celles-ci. Plus les pales seront grandes, moins elles tourneront rapidement [1].

### I.2.1.1. Avantages

- Augmente l'autonomie par rapport le charbon et le pétrole.
- Pas d'émission de CO<sub>2</sub> (gaz).
- Créateur d'emplois.
- Cout du kWh éolien compétitif par rapport aux moyens de production conventionnels.

### I.2.1.2. Inconvénients

- Bruit.
- Perturbation visuelle.
- Capacité de prévision réduite.
- Fourniture aléatoire.



**Figure 1** L'énergie éolienne

### I.2.2. L'énergie hydraulique (hydroélectricité)

L'hydraulique est actuellement la première source renouvelable d'électricité. La puissance hydroélectrique installée dans le monde en 2004 était estimée à 715 GW, soit environ 19% de la puissance électrique mondiale. Près de 15 % de toute l'électricité installée en Europe est d'origine hydraulique.

La production d'électricité hydraulique exploite l'énergie mécanique (cinétique et potentielle) de l'eau. Le principe utilisé pour produire de l'électricité avec la force de l'eau est le même que pour les moulins à eau de l'Antiquité. Au lieu d'activer une roue, la force de l'eau active une turbine qui entraîne un alternateur et produit de l'électricité [2].

#### I.2.2.1. Avantages

- C'est une énergie propre, renouvelable sans émission de fumées et pollution.

- Disponible toute l'année.
- Installation de très longue durée.
- Technologie bien maîtrisée.
- Très bon rendement (90 %).

### I.2.2.2. Inconvénients

- Coût important des aménagements.
- Risques de rupture du barrage.
- Perturbation de l'écosystème.
- Modification de l'aspect naturel du site.



**Figure 2** L'énergie hydraulique

### I.2.3. L'énergie de la biomasse

La biomasse est répartie en quatre catégories : la biomasse sèche (bois, déchets agricoles...), le biogaz, les déchets domestiques renouvelables solides et la biomasse humide (bioéthanol, biodiesel, huile végétal ...) En 2010, La biomasse représentait 7,5% des énergies produites. On devrait atteindre une part de 10% d'ici 2020. La chaleur produite par la combustion va chauffer un réservoir d'eau qui va alors produire de la vapeur un peu à la manière d'une cocote minute. Cette vapeur d'eau va alors être dégagée à haute pression, ce qui va permettre de faire tourner une turbine reliée à un alternateur. C'est cet alternateur qui va permettre de produire l'électricité. Ce qui est intéressant dans les centrales à biomasse, c'est surtout celles qui permettent de produire de l'électricité à partir des éléments dont nous n'avons plus besoin [3].

#### I.2.3.1. Avantages

- La biomasse participe au traitement des déchets organiques .

- Peu de modifications dans les chaudières fioul. Quelque changement peuvent intervenir dans quelque parties comme les bruleurs.
- La biomasse peut être convertie en différentes formes d'énergie

### **I.2.3.2. Inconvénients**

- La production de biocarburant n'est pas encore très développée.
- il faut utiliser des terres agricoles pour produire de la biomasse.
- La biomasse peut être polluante si elle est mal utilisée.
- la combustion du bois rejette des éléments nocifs dans l'atmosphère.

### **I.2.4. La géothermie**

La géothermie désigne l'énergie géothermique issue de l'énergie de la Terre qui est convertie en chaleur. Classiquement, trois types de géothermie sont distingués selon le niveau de température disponible à l'exploitation :

- **La géothermie à haute énergie**
- **La géothermie de basse énergie.**
- **La géothermie de très basse énergie**

Pour utiliser cette énergie souterraine, on envoie de l'eau froide sous la Terre.

Cette eau froide se réchauffe. Elle est alors pompée et ramenée à la surface où elle est utilisée soit pour produire de l'électricité dans une centrale, soit directement en tant qu'eau chaude dans les logements (eau chaude pour la douche, les radiateurs...) [4].

### **I.2.5 L'énergie solaire**

Non polluante, économique, disponible, aisément transformable, telle est l'énergie solaire. Grâce à des équipements robustes et fiables, les modules photovoltaïques, elle permet de produire de l'électricité. Le soleil est une source quasiment inépuisable d'énergie qui envoie à la surface de la terre un rayonnement qui représente chaque année environ 8400 fois la consommation énergétique de l'humanité.

La plupart des utilisations de l'énergie solaire sont directes, comme en agriculture, à travers la Photosynthèse ou dans diverses applications de séchage et chauffage. Cette énergie est disponible en abondance sur toute la surface terrestre et malgré une atténuation importante lors de la traversée de l'atmosphère, une quantité encore importante arrive à la surface du sol. On peut ainsi compter sur 1000 W/m<sup>2</sup> dans les zones tempérées et jusqu'à 1400 W/m<sup>2</sup> lorsque l'atmosphère est faiblement polluée en poussière ou en eau [5]



**Figure 3** L'énergie solaire

### **I.2.5.1. Potentiel solaire en Algérie**

L'Algérie est l'un des pays qui dispose du plus grand gisement solaire du bassin méditerranéen, où le rayonnement de la région près de la mer est influencé par les saisons. Les régions sahariennes reçoivent une quantité plus grande d'énergie mais sont caractérisées par une température de l'air plus élevée. En tenant compte de cette diversité, le total d'énergie reçue est estimé à 169 400 TWh/an, soit 5000 fois la consommation d'électricité annuelle du pays. La figure I.1 montre la carte de l'irradiation solaire en Algérie [6].

### **I.3. Conclusion**

Dans ce chapitre, on a présenté les bases indispensables à la compréhension des énergies renouvelables et l'énergie solaire en particulier.

# Chapitre II

**Le séchage solaire**



## II.1. Introduction

Le séchage est considéré comme l'opération unitaire qui consiste à éliminer par évaporation l'eau d'un corps humide (produit).

L'objectif de sécher un produit est d'abaisser sa teneur en eau, de telle sorte que son activité de l'eau soit portée à une valeur permettant sa conservation à une température ordinaire sur de longues durées d'utilisation.

## II.2. Histoire de séchage

Le séchage est l'un des plus vieilles méthodes de conservation connues. Les peuples primitifs faisaient sécher les herbes, les racines, les fruits..., en les exposant au soleil. Depuis les débuts de la civilisation, presque tous les peuples ont eu recours à la déshydratation ou au séchage. Les plus anciens documents écrits sur le sujet mentionnent que des peuples de pêcheurs de la méditerranée avaient l'habitude de faire sécher leurs prises au grand air. Le séchage au soleil des feuilles de thé était très répandu en Chine. Plusieurs autres cultures consommaient divers aliments déshydratés. Dans d'anciens tombeaux Egyptiens excavés récemment, les archéologues ont découvert des aliments déshydratés comme des grains de blé. Ces aliments étaient censés aider l'esprit du défunt dans son voyage après la vie. Lors d'une expérience, des grains âgés de plusieurs siècles ont réhydratés et ils ont germé, prouvant ainsi que la déshydratation est véritablement un moyen viable pour préserver la nourriture. A l'époque des explorateurs au XV<sup>ème</sup> et XVI<sup>ème</sup> siècle, la plupart des marins mangeaient des aliments séchés durant leurs voyages en mer. Quand Christophe Colomb a découvert l'Amérique les aliments déshydratés ont joué un rôle important pour la survie de son équipage. Pour les voyages de ce type qui duraient plusieurs mois, la nourriture déshydratée était la seule à pouvoir se conserver aussi longtemps et permettre à l'équipage de survivre. Les Indiens d'Amérique préservaient leurs réserves de nourriture en les faisant sécher au soleil [7].

## II.3. Définition de séchage

Le séchage est un procédé qui sépare un liquide d'un solide, d'un semi-solide, voire d'un liquide par évaporation. Cette opération est endothermique et nécessite l'apport d'énergie thermique.

Dans le cas de l'eau, il existe d'autres techniques pour la séparation que l'évaporation, telles que la pervaporation ou la déshydratation à l'aide d'anhydres. Le traitement thermique n'est pas toujours possible, notamment lorsque le mélange contient des composés plus volatils que

l'eau ou en cas de mélange azéotropique, ou souhaitable comme lorsqu'un des composés est sensible à la chaleur [8].

#### II.4. Intérêt du séchage

Le séchage a pour intérêt :

- D'alléger le produit.
- De permettre (ou de faciliter) surtout sa conservation par diminution de 'l'activité de l'eau'. Mais en revanche :
- Il modifie le produit dans sa forme, sa texture, son goût, ses qualités, ce qui est souvent considéré comme un inconvénient.
- Il est coûteux, notamment en énergie. Il est utile alors de connaître tout ce qui peut influencer le séchage et en particulier la vitesse de séchage afin de diminuer le coût de cette opération [9].

#### II.5. Séchage des PAM

Une plante aromatique ou médicinale est caractérisée par le fait qu'elle produit un ou plusieurs types de molécules appelées improprement « principes actifs » : huiles essentielles, alcaloïdes, tanins, etc. L'usage des plantes aromatiques et médicinales est considérable. D'abord comme aromatisants dans les produits alimentaires ; ensuite ce sont les propriétés médicinales, thérapeutiques et anti-inflammatoires qui justifient leur utilisation dans le domaine médical [10] On note également leurs activités anti-oxydantes. Si elle n'est pas séchée aussitôt après récolte, une plante fraîche s'altère rapidement. En effet, un chargement de plantes fraîches récoltées, en été par exemple, peut s'altérer en quelques heures [11]. Une plante peut perdre la totalité de ses huiles essentielles (HE) si son séchage est trop lent ou lorsque la température de séchage est trop élevée. La perte en (HE) est due leur caractère volatile. Une augmentation de température l'accélère dans la plupart des cas.

#### II.6. Les séchoirs solaires

C'est un dispositif qui permet le séchage de produits à conserver. Il existe plusieurs types de séchoirs.

### II.6.1. Types de séchoirs solaires

Les séchoirs solaires sont classés généralement selon le mode de chauffage ou le mode de leur fonctionnement en plusieurs catégories [12]:

- Les séchoirs solaires directs
- Les séchoirs solaires indirects.
- Les séchoirs solaires hybrides.
- Les séchoirs solaires mixtes

#### II.6.1.1. Le séchoir direct

Le séchoir solaire direct est conçu de façon à laisser pénétrer le rayonnement solaire directement dans l'armoire de séchage. Le produit à sécher est exposé directement au rayon solaire. En pratique, ces séchoirs sont formés par un coffre isolé latéralement, la surface latérale intérieure peut être couverte par des miroirs, le haut est couvert par une vitre, la ventilation naturelle est assurée par un courant d'air : l'air froid pénètre par des trous placés à la base de séchoir, (chauffé par l'effet de serre) l'air passe par le produit à sécher et sort par des trous situés en haut du séchoir. Mais dans ce type de capteur le produit est exposé directement au rayonnement solaire donc il peut être détérioré par la température élevée et le risque de réhumidification la nuit à cause de la température relativement basse ainsi que les pertes importantes (produit exposé au rougisse).

##### II.6.1.1.1. Principe de fonctionnement

Les rayons solaires frappent directement les produits. Le séchoir solaire direct se compose d'une seule pièce qui fait office à la fois de chambre de séchage et de collecteur solaire.

Le fond de la chambre de séchage est peint en noir pour augmenter la capacité d'absorption de chaleur, une feuille de plastique ou polyéthylène transparent sert généralement de toit mais on peut également utiliser d'autres matériaux plus chers comme le verre ou les plastiques spéciaux (polyéthylènes agricoles).

##### II.6.1.1.2. Avantages

- Meilleure protection contre les poussières, les insectes, les animaux et la pluie par rapport au séchage traditionnel.
- Pas besoin de main-d'œuvre qualifié.
- Grandes possibilités de conception

### II.6.1.1.3. Inconvénients

- Dégradation de la qualité par exposition direct au soleil, destruction de la vitamine A et C, flétrissement, décoloration [13].
- Fragilité des matières en polyéthylène qu'il faut changer régulièrement.
- Température relativement élevée dans le séchoir qui contribue avec l'exposition au soleil à la destruction des nutriments [14].
- Faible circulation de l'air qui limite la vitesse du séchage et augmente les risques de moisissure

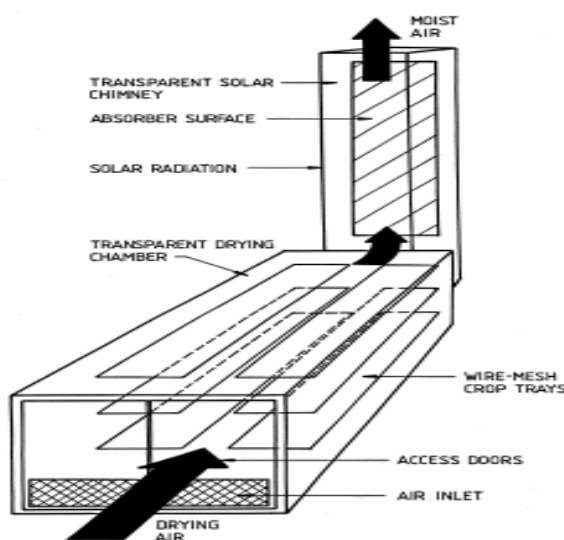
### II.6.1.1.4. Type de séchoirs directs

#### II.6.1.1.4.1. Le séchoir intégral à convection naturelle

C'est un séchoir direct dont le produit est placé dans une chambre de séchage avec des parois transparentes, le rayonnement solaire empiète directement sur le produit. L'exposition directe au rayonnement solaire augmente la maturation appropriée de couleur des fruits verdâtres, et permettant la décomposition de la chlorophylle dans le tissu.

Pour certaines variétés de raisins et de dattes, l'exposition au rayonnement est considérée essentielle pour le développement de couleur requise dans le produit sec.

Le séchoir est équipé par une cheminée solaire qui peut être utilisée pour augmenter la force de flottabilité imposée au courant d'air et donc fournir un flux important d'air et une vitesse de séchage plus grande [15].



**Figure 4** Le séchoir solaire intégral

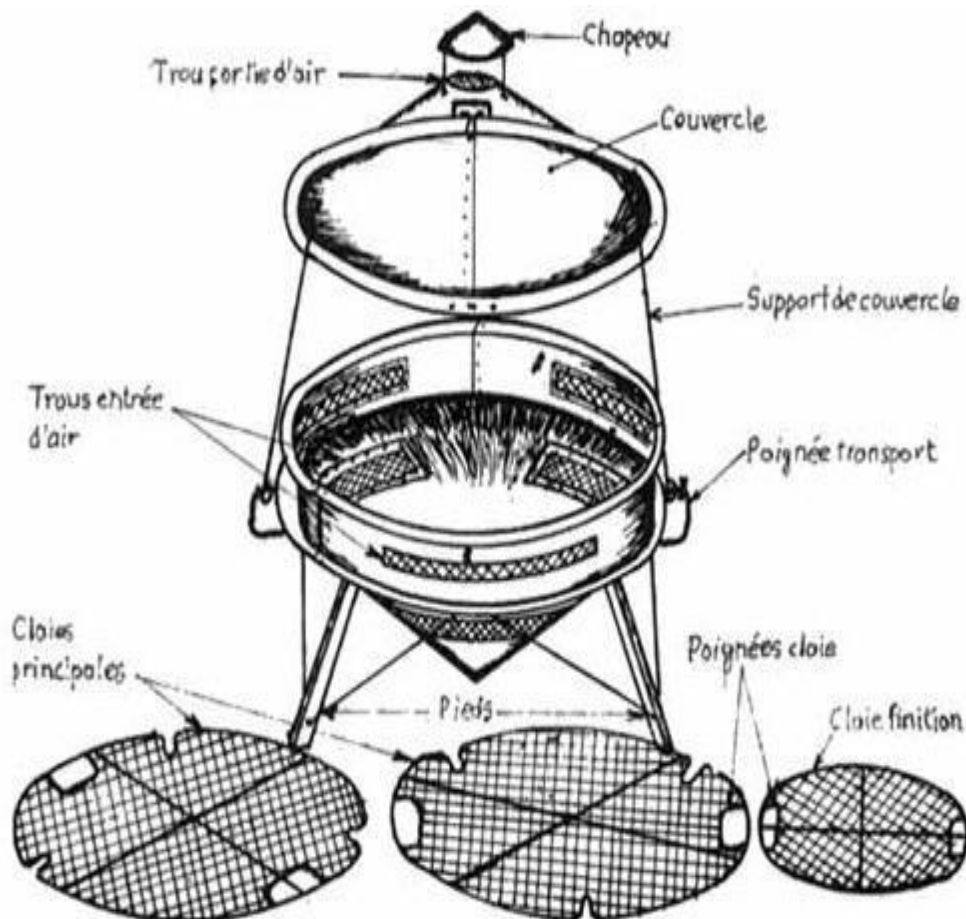
### II.6.1.1.4.2. La boîte de séchage ou séchoir coffre

Le séchoir à coffre est un simple séchoir facile à construire par les artisans, en utilisant des matériaux disponibles localement, il est destiné généralement pour la préservation des fruits, Légumes, poissons et de la viande [16].

### II.6.1.1.4.3. Le séchoir solaire "coquillage"

Le séchoir coquillage est un séchoir solaire direct à convection naturelle, destinée à l'auto consommation et à la vente locale. Il est essentiellement utilisé par les familles et les groupes de femmes.

Ce type de séchoir est composé de deux cônes métalliques reliés par une charnière, la tôle peinte en noir assure une bonne captation du rayonnement solaire, des trous perforés dans la tôle inférieure et supérieure permettant la circulation de l'air. L'efficacité du séchoir dépend des conditions climatiques [17].



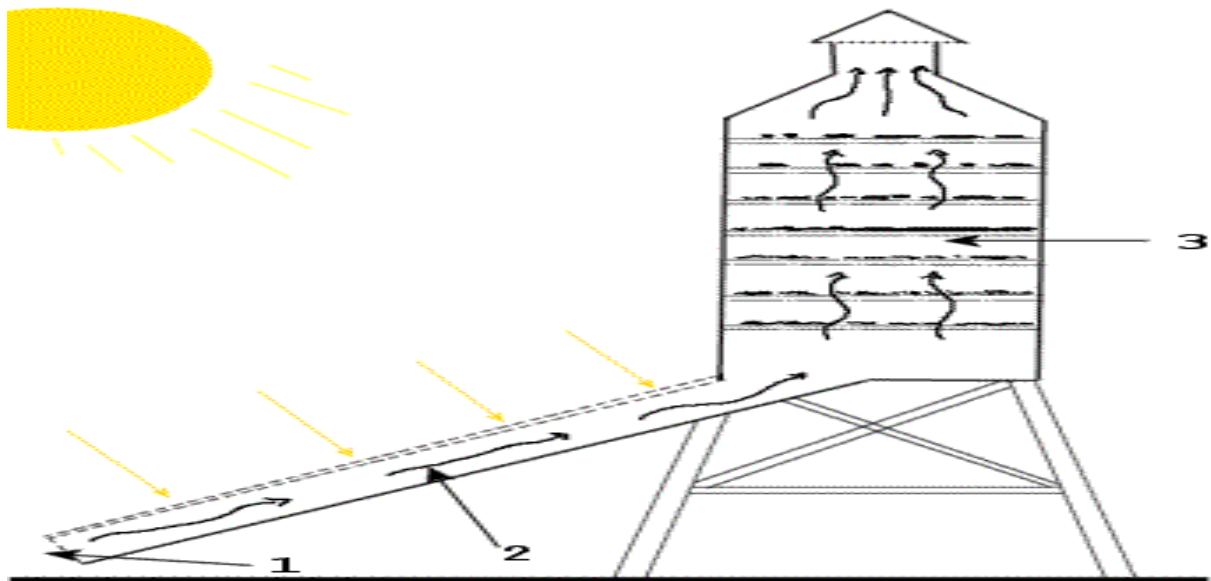
**Figure 5** Le séchoir solaire coquillage à trois claies [18]

### II.6.1.2. Le séchoir indirect

La production de fluide chaud est assurée par le capteur plan à air. En effet, le rayonnement solaire à percevoir traverse la couverture transparente échauffe l'absorbeur qui émet dans l'infrarouge puisque le verre est opaque à ces types de Rayonnement, la chaleur ainsi rayonnée se trouve piégée d'où l'échauffement de fluide. En sortant de capteur le fluide est conduit vers le séchoir en passant à travers produit à sécher.

#### II.6.1.2.1. Principe de fonctionnement

Le séchoir solaire indirect se compose de parties : un collecteur qui convertit le rayonnement solaire en chaleur, une chambre de séchage qui contient le produit et une cheminée (figure II.3.). L'air pénètre dans le collecteur ; il est chauffé, sa température augmente. L'air chaud monte par convection naturelle jusqu'à la chambre de séchage. La durée de séchage est très variable selon les conditions climatiques.



**Figure 6** Séchoir solaire indirect

1-entrée d'air.

2-échauffement d'air

3-passage de l'air à travers le produit à sécher.

### II.6.1.2.2. Avantages

- Le produit n'est pas exposé directement au soleil. Il conserve mieux sa couleur et sa valeur nutritionnelle (notamment les vitamines A et C).
- Possibilité de construire ce type des séchoirs localement, avec un coût réduit [19].
- Leur fonctionnement n'exige pas une énergie électrique ou des combustibles fossiles. [20]

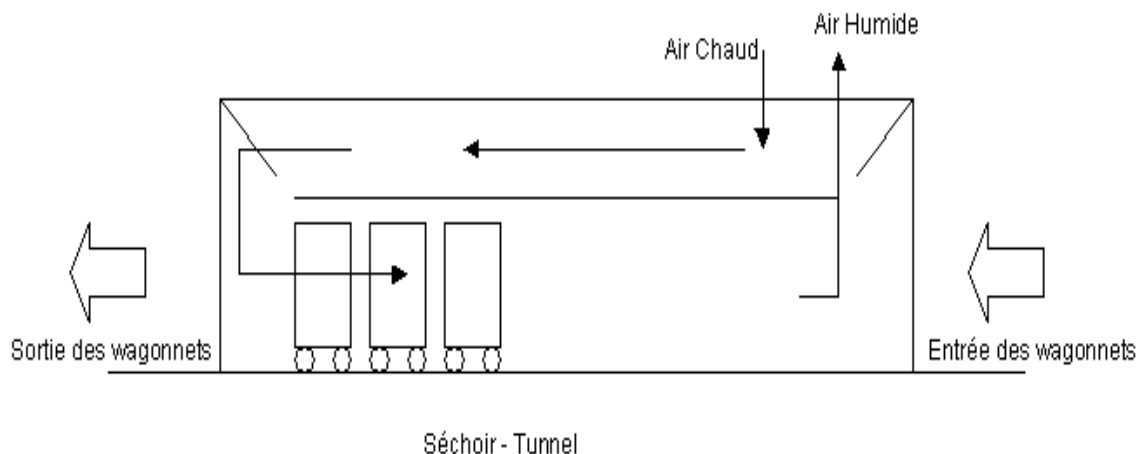
### II.6.1.2.3. Inconvénients

- Rapidité du séchage très variable suivant les conditions climatiques et la conception du séchoir.
- Fragilité des matières en polyéthylène qu'il faut changer régulièrement.

### II.6.1.2.4. Types des séchoirs indirects

#### II.6.1.2.4.1. Les séchoirs-Tunnel

Ce sont des séchoirs industriels destinés au séchage des grandes récoltes et dans les processus de conservation de certains aliments. Ils se composent d'un champ de capteurs solaires et d'un circuit aéraulique, le tout constituant le générateur d'air chaud. Le produit à sécher est disposé dans des chariots montés sur des rails, qui traversent un tunnel de quelques mètres de façon continue [21].



**Figure 7** Représentation schématique d'un séchoir tunnel [22]

#### II.6.1.2.4.2. Les séchoirs solaires destinés aux plantes aromatiques et médicinales

Le séchage des plantes aromatiques et médicinales (PAM) est une étape essentielle dans l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique, car tout en facilitant les prochaines étapes de transformation, elle permet aux plantes de garder toutes leurs qualités et permet de les conserver plus longtemps. L'Algérie, de par sa position géographique, jouit de conditions climatiques et de ressources hydriques très favorables au développement de cultures intensives des PAM. Cependant cette filière reste encore très peu développée dans notre pays.

Depuis plusieurs années, l'équipe système solaire basses températures du CDER (centre de développement des énergies renouvelable), à travers le projet séchage solaire, s'intéresse au rôle que peut apporter l'énergie solaire au développement de l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique [23]

A cet effet, un premier séchoir solaire indirect destiné au séchage des plantes aromatiques et médicinales a été réalisé et testé pour le séchage de quelques plantes aromatiques [24].



**Figure 8** Séchoir solaire indirect destiné au séchage des PAM, réalisé au CDER [25]



### II.6.1.3. Séchoirs solaire hybrides

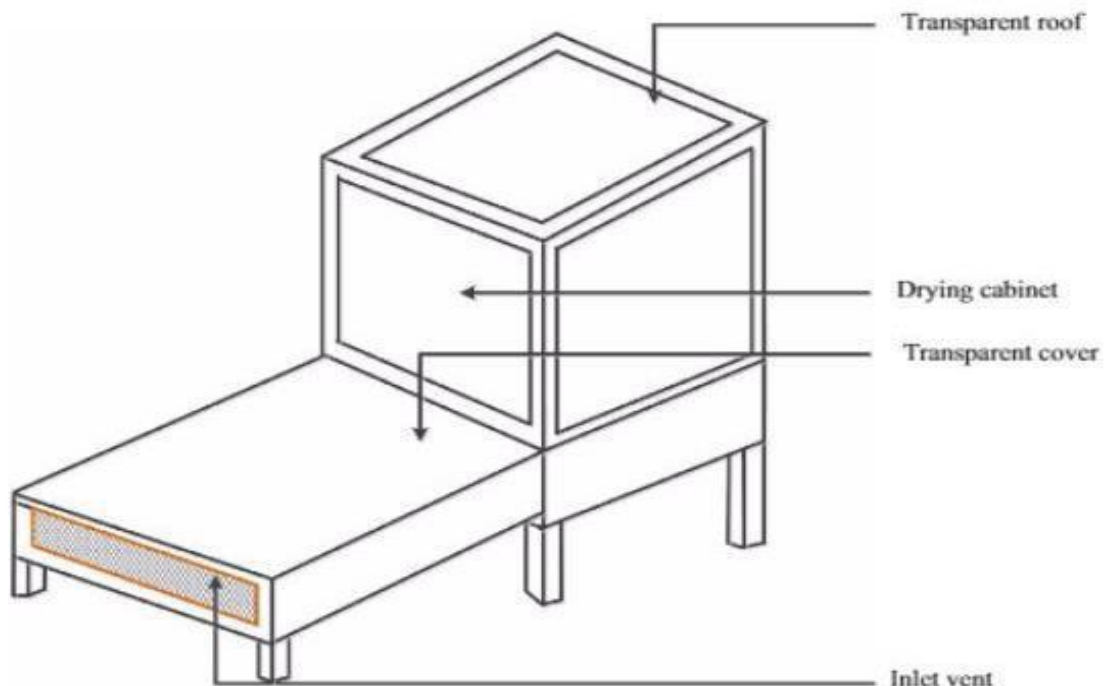
Ce sont des séchoirs qui utilisent l'énergie solaire mais aussi une autre source énergétique consommatrice de réserves fossiles pour suppléer au chauffage et/ou à la ventilation.

Dans le monde d'aujourd'hui de la technologie de pointe, des séchoirs solaires hybrides sont le meilleur dispositif alternatif disponible pour le séchage solaire rapide des produits avec la qualité des produits requis [26].

### II.6.1.4. Les séchoirs solaires mixtes

Ces séchoirs combinent les dispositifs des séchoirs directs et indirects. Dans ce type de séchoirs, l'action combinée du rayonnement solaire direct sur le produit à sécher et le capteur solaire est de fournir la chaleur nécessaire pour le processus de séchage.

Un séchoir mixte à circulation naturelle (**figure II.6.**) aurait les mêmes dispositifs structurant qu'un séchoir indirect (capteur solaire, chambre de séchage, et une cheminé) mais les parois sont équipées par des plaques de verre de sorte que le rayonnement solaire empîète directement sur le produit comme le séchoir intégral [27].



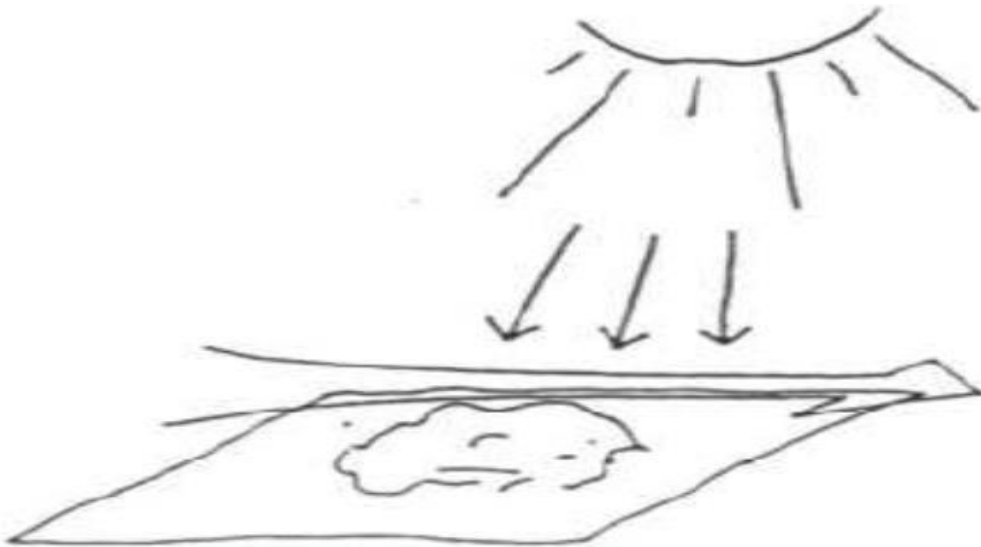
**Figure 9** Illustration d'un séchoir solaire mixte [28]

### II.6.1.5. Le séchage naturel

Le séchage naturel est obtenu en exposant directement le produit au Rayonnement solaire. Le produit est exposé sur un sol ou sur des nattes et Exposer à l'air libre. Il présente cependant des inconvénients :


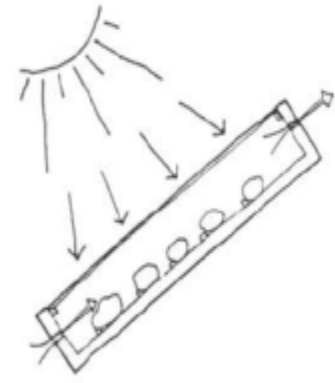
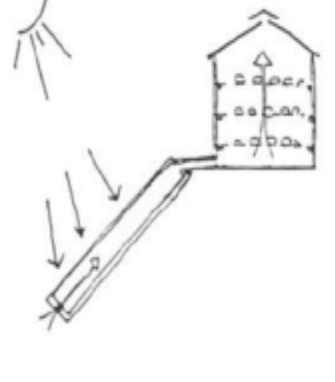
- Pertes de produits mal sèches ou gâchés.
- Lors de remuage, destruction de vitamines A et C par l'exposition directe au soleil,
- Dégradation par les intempéries et les nuisibles (insectes, rats, poussière). Ainsi, le séchage du poisson sur le sable peut entraîner des pertes allant jusqu'à 50 % du fait du développement de larves.
- Une longue durée de séchage.
- L'impossibilité d'obtenir un degré d'humidité précis.
- L'attaque par les champignons et les insectes (cas du bois).

Toutes ces raisons ont conduit les professionnels à s'orienter vers le séchage artificiel



**Figure 10** Séchage naturel Ou au soleil

Tableau N° 1 Différents types de séchoirs

Fonctionnement schématique	Type de séchage	Caractéristiques
	<p align="center"><b>Séchage naturel Ou au soleil</b></p>	<p>très faible coût travail important perte de produit</p>
	<p align="center"><b>Séchage solaire direct</b></p>	<p>produit protégé séchage rapide une certaine dégradation du produit</p>
	<p align="center"><b>Séchage solaire indirect</b></p>	<p>produit parfaitement protégé et non dégradé séchage assez rapide coût et complexité plus importants</p>

## II.7. Conclusion

Le séchage est une opération unitaire mettant en jeu un transfert de matière (le liquide imprégnant le solide passe à l'état de vapeur dans une phase gazeuse) et un transfert thermique (une fourniture de chaleur permet le changement de phase du liquide). La vaporisation pourra s'effectuer par ébullition ou par évaporation.

# Chapitre III

**Généralité sur les plantes médicinales**

### **III.1. Introduction**

L'histoire des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales (PPAM) est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples, montre que les plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. L'homme utilise les plantes depuis des milliers d'années, pour traiter divers maux. Le monde végétal est à l'origine d'un grand nombre de médicaments. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), près de 80 % des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire [29].

### **III.2. La phytothérapie**

#### **III.2.1. Généralité**

En générale, le corps humain est bien mieux adapté à base de plantes qu'à une thérapeutique exclusivement chimique. L'homme et les plantes vivent cotés à coté depuis dizaines de milliers d'années.

La phytothérapie est de guéir par les plantes médicinales, elle est aussi la connaissance et l'utilisation de leurs propriétés thérapeutiques [30].

Le linge de démarcation entre les propriétés nutritives et les propriétés curatives n'est pas toujours très net. De fait la phytothérapie prend tout son sens lorsque la frontière entre aliments et médicaments disparaît [31].

#### **III.2.2. Définition de la phytothérapie :**

La phytothérapie est une discipline allopathique destinée à prévenir et à traiter certains troubles fonctionnelles et/ou certains états au moyen de plantes, de parties de plantes ou de préparations de plantes [32].

### **III.3. Plantes médicinales**

#### **III.3.1. Généralité sur les plantes**

Les plantes sont depuis toujours une source essentielle de médicaments. Aujourd'hui encore, une majorité de la population mondiale, plus particulièrement dans les pays en voie de développement, se soigne uniquement avec des remèdes traditionnels à base de plantes. De l'aspirine au taxol, l'industrie pharmaceutique moderne elle-même s'appuie encore largement sur la diversité des métabolites secondaire végétaux pour trouver de nouvelles molécules aux propriétés biologiques inédites [33]. Pendant longtemps, les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales furent le principal recours de la médecine de nos grands-parents, malgré

l'important développement de l'industrie pharmaceutique qui a permis à la médecine moderne de traiter un grand nombre de maladies souvent mortelles. Environ 80% de la population mondiale profite des apports de la médecine Traditionnelle à base des plantes reconnaissance ainsi les savoirs empiriques de nos ancêtres [34].

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme.

On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie : elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus.

Les progrès de la physiologie, puis de la pharmacologie, ont permis de comprendre les mécanismes d'action de ces substances naturelles. Depuis quelques décennies, la compréhension des relations qui existent entre la structure d'une molécule et son activité biologique permet la conception et la fabrication de médicaments synthétiques aux performances améliorées ou aux effets indésirables mieux contrôlés [35].

### **III.3.2. Définition**

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine etc.) peut être employée dans le but de se soigner. Elles sont utilisées depuis au moins 7.000 ans avant notre ère par les hommes et sont à la base de la phytothérapie. Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui sont autant des principes actifs différents. À noter qu'il a été observé chez des grands singes la consommation de certaines plantes à usage thérapeutique [36].

### **III.3.3. Historique**

L'utilisation des plantes pour se soigner date de la préhistoire et tous les peuples de tous les continents utilisent ce vieux remède. Malgré les efforts des chimistes, plus de 25% des médicaments prescrits dans les pays développés dérivent directement ou indirectement des plantes [37].

Depuis la nuit des temps et à travers les siècles, les traditions humaines apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes et ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales [38].

Aujourd'hui, les plantes ont montré leurs efficacités thérapeutiques prouvées et leurs bienfaits incontestables pour notre santé [39].

### **III.3.4. L'usage des plantes médicinales**

Il y a cinq points essentiels à connaître pour être en mesure d'utiliser une plante médicinale [40]:

- L'identification de la plante (basée sur l'observation des fleurs, feuilles, fruits..... etc. , mais aussi sur l'odeur, le goût...).
- Le mode de préparation (partie de la plante à utiliser, type de préparation, dosage de la préparation).
- La posologie c'est-à-dire la quantité de préparation à absorber par jour.
- La durée du traitement.
- Les restrictions, contre-indications et précautions à observer

### **III.3.5. Les avantages des plantes médicinales**

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu, voire aucun effet indésirable : c'est l'un de leurs principaux avantages. De plus, l'action synergique des divers constituants commence à être mieux comprise et acceptée scientifiquement [41], contrairement à certaines croyances populaires, plusieurs plantes ont des effets pratiquement immédiats sur le métabolisme [42]. Par contre, les médicaments de synthèse ont souvent une action plus directe et plus spectaculaire puisqu'ils sont formulés pour être immédiatement assimilés par l'organisme. Il est également plus facile de s'assurer de leur composition exacte, de leurs conditions de conservation [43].

### **III.3.6. Les inconvénients des plantes médicinales**

Certaines plantes sont inoffensives, mais d'autres, comme de nombreuses espèces (digitale, belladone, colchique, etc....), sont toxiques et ne sont utilisées sous des formes bien contrôlées, exclusivement commercialisées en pharmacie. L'emploi inconsidéré de plantes cueillies dans la nature peut aboutir à des intoxications graves et mortelles [44]

## **III.4. Etude bibliographiques et botaniques de plante utilisé'**

### **III.4.1. L'importance de la famille lamiacées**

La famille des Lamiacées englobe une grande variété de plantes aromatiques, distribuées principalement dans les pays à climat tempéré [45]. Elle comprend environ 220 genres et plus de 4000 espèces, dont le genre Menthe avec ses 25 espèces [46]. La classification taxonomique de ces espèces est très difficile [47], en raison de la grande diversité dans leurs caractères morphologiques [48] et l'hybridation fréquente survenant dans

les populations sauvages ou cultivées [49]. En raison de leurs propriétés utilisées, ces plantes sont utilisées en industrie pharmaceutiques, alimentaire et cosmétique [50].

### III.4.2. Le genre menthe

La Menthe, du nom latin *Mentha*, font partie des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes appartenant à la famille des Lamiacées ou Labiacées, formée de près de 3500 espèces réparties sur 8 sous-familles [51]. Près de la moitié (47 %) des Lamiacées sont regroupées dans la sous-famille des Nepetoideae. Au sein de la sous-famille des Nepetoideae, la Menthe est représenté par 18 espèces et environ 11 hybrides. L'hybridation intra spécifique est relativement aisée et rend la taxonomie particulièrement délicate [52].

#### III.4.2.1. Utilisations des menthes dans la pharmacopée traditionnelle

La menthe a été utilisée depuis fort longtemps en nature et pour son huile essentielle. Elle est réputée pour ses propriétés aromatiques (toniques, fortifiantes) et digestives (utilisée pour combattre les lourdeurs, les ballonnements, les gaz). Les menthes doivent leurs odeurs et leurs activités à leurs huiles essentielles qui ont une place particulière dans l'ensemble des produits aromatiques d'origine végétale; grâce à certaines propriétés spécifiques, les besoins en produits de la menthe sont multiples, tant pour leur flaveur (aromatisation) que pour leurs odeurs (parfumerie), leur pouvoir rafraîchissant ou leurs propriétés médicinales. Leurs qualités sont strictement choisies en fonction de ces usages. Mais c'est en aromatisation que sont consommés les plus gros tonnages : chewing-gum, tabacs parfumés et cigarettes mentholées, boissons, confiseries, sirop, chocolats [53].

#### III.4.2.2. Les espèces de menthe

Distingue plusieurs espèces de menthe, les principales espèces selon [54].

- Menthe vert « *Mentha viridis* ».
- Menthe poivrée « *Mentha piperita* ».
- Menthe pouliot « *Mentha pulegium* ».
- Menthe à feuilles rondes « *Mentha rotundifolia* ».
- Menthe aquatique « *Mentha aquatica* ».
- Menthe des champs « *Mentha arvensis* ».
- Menthe java « *Mentha javanica* ».
- Menthe du canada « *Mentha canadensis* ».
- Menthe ccépue « *Mentha spicata* ».
- Menthe bergamot « *Mentha citrata* ».



Dans notre étude nous intéressons à l'espèce *Menta pulegium* L connu sous le nom vernaculaire en Algérie « fliou »

### III.4.3. *Mentha pulegium* L

#### III.4.3.1. Origine et répartition géographique

Au départ, elle était d'origine méditerranéenne. Aujourd'hui, elle est répandue aussi en Europe de l'Ouest, du Sud et centrale, aux canaries et à l'ouest de l'Asie, ainsi qu'en Amérique. *M. pulegium*, est connue sous le nom de « menthe pouliot ». Le nom de « pouliot » vient du latin *pulegium*, qui dérive de *pulex* : la puce ; la plante ayant la propriété d'éloigner les puces. Elle est fréquente dans les milieux humides, elle pousse sur des sols sablonneux, et Acides, mais est très sensible au gel[55] . Elle est parfois cultivée comme plante condimentaire pour ses feuilles très aromatiques. Malgré son utilisation ancestrale pour aromatiser les sauces, les desserts et les boissons, son intérêt économique demeure limité.

- **Principaux pays producteurs** : Les Etats Unis, le Maroc et l'Espagne.
- **Principaux pays exportateurs** : Les parties aériennes sont peu commercialisées alors

Que l'huile essentielle est exportée par les Etats Unis [56].



Figure 11 *Mentha pulegium* L

#### III.4.3.2. Description botanique

*Mentha pulegium* Lest une plante vivace aromatique, fertile. La tige est dressée, ramifiée, Quad angulaire et rougeâtre. Elle peut atteindre jusqu'à 30-40cm de hauteur. Les

organes D'élaboration de l'huile essentielle de cette plante sont les cellules épidermiques des feuilles et des fleurs qui évoluent en glande sécrétrice où s'accumule l'huile.

#### III.4.3.3. Propriétés et emplois

Cette espèce est une plante à propriétés antispasmodiques et toniques. Elle stimule le système nerveux à faible dose et à forte dose elle devient convulsivante. La menthe pouliot figure parmi les plantes les plus communément utilisées en médecine traditionnelle. Elle stimule les sécrétions gastriques, réduit les flatulences et les coliques, et combat les fermentations. C'est l'une des meilleures boissons digestives, bénéfiques en particulier à ceux qui souffrent d'insuffisance hépatique, et élimine les vers intestinaux. Elle fait baisser la fièvre, favorise la sécrétion des muqueuses et constitue un bon remède contre maux de tête et les infections respiratoires bénignes. En infusion, la menthe pouliot apaise les démangeaisons et la sensation de picotement, les inflammations cutanées, tel l'eczéma, et le rhumatisme et la goutte. En plus elle est utilisée contre les maladies des yeux (éclaircir la vue) ; et contre les taches de rousseur. [57]

Cette plante a un pouvoir insecticide, elle lutte contre les poux, les moustiques et les puces. Elle protège, rafraichit et nettoie la peau (lorsqu'elle est ajoutée à l'eau du bain) [58]

Les feuilles de la menthe pouliot confites ou séchées sont particulièrement appropriées pour parfumer et décorer les plats, les sauces et les soupes, Elle est aussi utilisée pour préparer les tisanes. Le pouliot est surtout employé pour parfumer les savons, les détergents, ainsi que les dentifrices.

#### III.4.3.4. Toxicologie

L'emploi des parties aériennes de la menthe pouliot en qualité de condiment et aux doses usuelles, ne présente aucun risque de toxicité ni aiguë, ni chronique. L'HE est hépatotoxique à cause de sa teneur en pulégone. Des intoxications ont en effet été observées après ingestion de 5 g d'essence et des cas mortels sont signalés après absorption de 30 ml. L'emploi de la menthe pouliot pour la préparation de tisane d'agrément n'est pas recommandé [59]

#### III.4.3.5. Utilisation traditionnelle

*Mentha pulegium* Lest utilisée pour ces actions carminatives, diaphorétiques, stimulantes et emménagogues, et elle est principalement utilisée contre les désordres provoqués par le froid ou le froid soudain. Elle est également salutaire dans les cas des spasmes, hystérie, flatulence et elle est utilisée pour chauffer l'estomac [60].

L'huile essentielle de la menthe pouliot est utilisée traditionnellement en phytothérapie pour aider à la digestion et à soulager la dyspepsie flatulente et les coliques intestinaux [61].

- Inflammations aiguës ou chroniques des muqueuses avec hypersécrétion des glandes de la région enflammée.
- Expectorante, calme la toux, utilisée pour la sphère respiratoire (tropisme sphère rhinopharyngée et les poumons), contre les bronchites, les rhumes et les sinusites (en nettoyant toute la sphère digestive), ainsi que contre les troubles digestifs et l'insuffisance biliaire.
- Elle est également utilisée pour provoquer les règles ou pour soulager les règles douloureuses [62].

**Tableau N° 2** Dénomination de l'espèce étudiée

<b>Nom scientifique</b>	<i>Mentha pulegium L</i>
<b>Nom français</b>	Menthe pouliot
<b>Nom arabe/kabyle</b>	Fliou / Felgou
<b>Synonymes</b>	Herbes de saint. Laurent. Herbes aux puces. Petit baume

**Tableau N° 3** La classification botanique pour l'espèce étudiée

<b>Règne</b>	Végétal
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes.
<b>Sous-embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Dicotylédones
<b>Sous-classe</b>	Dialypétaes
<b>Famille</b>	labiées, lamiacées
<b>Genre</b>	Mentha
<b>Espèce</b>	<i>Mentha pulegium</i>

### III.5. Domaine de l'agriculture

- C'est une plante mellifère, très visitée par les abeilles pour son nectar[63].
- La menthe éloigne les pucerons, elle est donc utile pour protéger d'autre culture [64].
- L'huile essentielle de la menthe pouliot a un effet insecticide [65].

### III.6. Domaine de l'industrie

On l'utilise surtout pour parfumer les savons et les détergents [66].

### III.7. Principes chimiques

La menthe pouliot contient une huile essentielle. C'est un liquide rouge jaunâtre, d'odeurs très fortes, solubles dans l'alcool, composées de 75 à 80 % de pulégone liquide incolore d'odeur aromatique et de menthol de limonène lévogyre de dipentène, la menthe pouliot contient également du tanin, des matières cellulosiques et pectiques, du sucre etc[67].

L'huile essentielle de *Mentha pulegium* L. est caractérisée par la prépondérance de la (+) pulegone (70-90 %) accompagnée d'autres cétones monoterpéniques : isomenthone, menthone, piperténone [68].

### III.8. Les Huiles essentielles

#### III.8.1. Généralités

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatils, isolés par hydro-distillation ou par expression mécanique[69]. Elles sont obtenues à partir de feuilles, de graines, de bourgeons, de fleurs de brindilles, d'écorces, de bois, de racines, de tiges ou de fruits [70]. Selon l'association Française de normalisation[71]. Les huiles essentielles sont des produits obtenus à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec. De nouvelles techniques permettant d'augmenter le rendement de production, ont été développées, comme l'extraction au moyen de dioxyde de carbone liquide à basse température et sous haute pression [72] ou l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes [73].

#### III.8.2. Origine des huiles essentielles

Les plantes vertes puisent l'eau et utilisent l'énergie solaire et le gaz carbonique présent dans l'air pour synthétiser les glucides, ce processus appelé photosynthèse, il se déroule au niveau des feuilles, plus précisément au niveau des chloroplastes qui renferment la chlorophylle, les produits issus de la photosynthèse sont (les glucides, NADPH,

ATP) constituent une source d'énergie, ils contribuent à la génération de nouvelles cellules, ils interviennent indirectement dans la biosynthèse de divers composés secondaires tels que les lipides, les hétérosides, et les essences. Ainsi les huiles font parties des résidus du métabolisme végétale [74].

### III.8.3. Localisation et lieu de synthèse

Les huiles essentielles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante et se forment dans le cytoplasme de cellules sécrétrices variables selon l'organe végétal considéré. Puis, elles s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule. Ensuite, elles sont stockées et emmagasinées dans des structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante, à savoir, des cellules à huiles essentielles. (**Tableau III.3**)

**Tableau N° 4** Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles

Organe	Exemples
Feuilles d'Angiospermes	Romarin, sauge, menthe
Feuille de Gymnospermes	Sapin, cèdre
Ecorces	Cannelier
Rhizomes	Acorus, gingembre
Fruits	Bleuet, citron

### III.8.4. Rôle des huiles essentielles chez les plantes

Les huiles essentielles ont fonctions multiples dans la nature. Actuellement, il est difficile de préciser dans tous les cas, néanmoins qu'il semble probablement qu'elles aient un rôle écologique, car dans les régions désertiques, elle conserve l'humidité autour de la plante ce qui empêche la température d'augmenter d'une manière excessive pendant le jour et de baisser au cours de la nuit [75].

En effet expérimentalement, il a été établi qu'elle exerce des interactions sur les végétaux et sur les animaux, ainsi elle constitue un moyen de communication [76], certaines essences attirent les insectes et favorisent la pollinisation tandis que d'autres servent à la défense des plantes contre des prédateurs (herbivore, insectes, micro-organismes).

### III.8.5. Techniques d'extraction des huiles essentielles

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général, le choix la méthode d'extraction des huile essentielles dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles), le rendement en huile étal fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées [77].

**Tableau N° 5 Rendements en huiles essentielles chez certaines plantes**

<b>Pour 100 kg de plantes fraîches</b>	Quantité d'huile essentielle obtenue à la distillation
<b>Eucalyptus globuleux</b>	2 à 3 kg
<b>Lavande officinale</b>	Env. 1 kg
<b>Géranium rosat</b>	100 à 300 grammes
<b>Marjolaine à coquilles</b>	300 à 400 grammes
<b>Rose de Damas</b>	3 à 8 grammes
<b>Mélisse officinale</b>	15 à 20 grammes

### III.9. Conclusion

L'utilisation des plantes médicinales comme source de remède pour se soigner ou prévenir des maladies est originaires des millénaires. Les plantes médicinales et aromatiques commencent à avoir beaucoup d'intérêts comme source potentielle de molécule naturelle bioactives, l'industrie pharmaceutique moderne elle-même s'appuie encore largement sur la diversité des métabolites secondaires végétaux pour trouver de nouvelles molécules aux propriétés biologiques inédites. Dans notre étude nous parlerons de la plante *Mentha pulegium L* en particulier.

Partie pratique

# Chapitre IV

**Matériels et méthodes**



## IV .Objectif de travail

- Etudier les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du «*mentha pulegium L*» avant et après le séchage solaire.

### IV.1 Matériels et méthodes

Ce travail a été effectué au niveau de laboratoire de séchage solaire dans l'unité de recherche en énergies renouvelables en milieu saharien à Wilaya d'ADRAR.

#### IV.1.1 L'Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien (URERMS)

L'Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien(URERMS) est une structure de recherche, créée par Arrêté ministériel n° 76 du 22 mai 2004 au sein de l'EPST Centre De Développement des Energies Renouvelable de Bouzaréah (CDER). L'unité de recherche appliquée de développement technologique a pour objectif principal de mener des activités de recherche et d'expérimentation afin de promouvoir et de développer les énergies renouvelable dans les zones désertiques , à savoir :collecter utiliser ,traiter et analyser toute les données nécessaires à une évaluation précise de champs ,énergie éolienne et biomasse dans les zones désertiques.



**Figure 12** L'unité de recherche en énergies renouvelables en milieu saharien

## IV.2 Matériels

### IV.2 .1. Matériels végétales

#### IV.2.1.1. Le choix de la plante végétale

Dans notre travail, le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de feuilles d'une espèce médicinale, *Mentha pulegium L*, de la famille de Lamiacée. Nous avons choisi cette plante à la base des critères suivants :

- pour sa disponibilité et l'utilisation en médecine traditionnelle et actuelle.
- Sa croissance végétale est très rapide et résiste aux conditions rudes de température et au stress hydrique

#### IV.2.1.2. Le lieu de prélèvement de *mentha puleguim L*

*Mentha puleguim L* est récoltée au mois de 04 Mars 2021, du site de la commune Bouda à wilaya d'ADRAR .



**Figure 13** La plante *Mentha puleguim L*

### IV.3. Méthodes d'analyses

Les expériences réalisées se résument comme suit :

- 1- suivi la cinétique de séchage.
- 2- Extraction de l'huile essentielle de *Mentha pulegium L.*
- 3- Détermination de quelques paramètres physico-chimique et les analyses microbiologiques avant et après le séchage solaire.

#### IV.3.1. Cinétique du séchage

On a étudié la cinétique de séchage des différents produits par des courbes représentant l'évolution de la vitesse de séchage (masse d'eau évaporée par unité de temps et de surface d'évaporation du matériau (kg d'eau / m<sup>2</sup>.s) en fonction du temps. Ces courbes sont généralement obtenues pour différentes conditions expérimentales (températures, vitesse de l'air asséchant, hygrométrie...). Elles caractérisent le comportement global du produit pendant l'opération de séchage en fonction du temps. Les courbes de cinétique de séchage varient suivant le produit à sécher et contiennent de une à trois principales périodes de la cinétique de séchage, tout dépend du produit. [78]

##### a- Protocole de séchage

*Mentha pulegium L.* a été prise des fermes locales et nous avons choisi les plantes longues et les feuilles minces de grande taille. Après la préparation du produit (menthe) et l'étaler sur la grille du séchoir 150 (g) dans l'étagère), la perte de poids est insérée au niveau plateau suivi d'un départ jusqu'à la fin de l'expérience de 9h30 à 16h30 (séchoir indirect).

Le produit est pesé tous les quarts d'heure en utilisant la balance électrique (taux d'erreur de  $\pm 5$  g). Le processus de séchage est terminé lorsqu'il atteint l'humidité relative dans l'équilibre du produit. La température ambiante, les mesures de réception et la température sont mesurées à l'extérieur de la chambre de séchage et la vitesse du vent toutes les 15 minutes. À la fin du processus de séchage, les échantillons sont autorisés à refroidir à température ambiante normale, puis placés dans des sacs en plastique.



Figure 14 *Mentha pulegium L* dans le séchoir indirect

### IV.3.2. Extraction des huiles essentielles par la méthode de hydro-distillation

On a utilisé un montage de l'hydro-distillation type de clévenger.

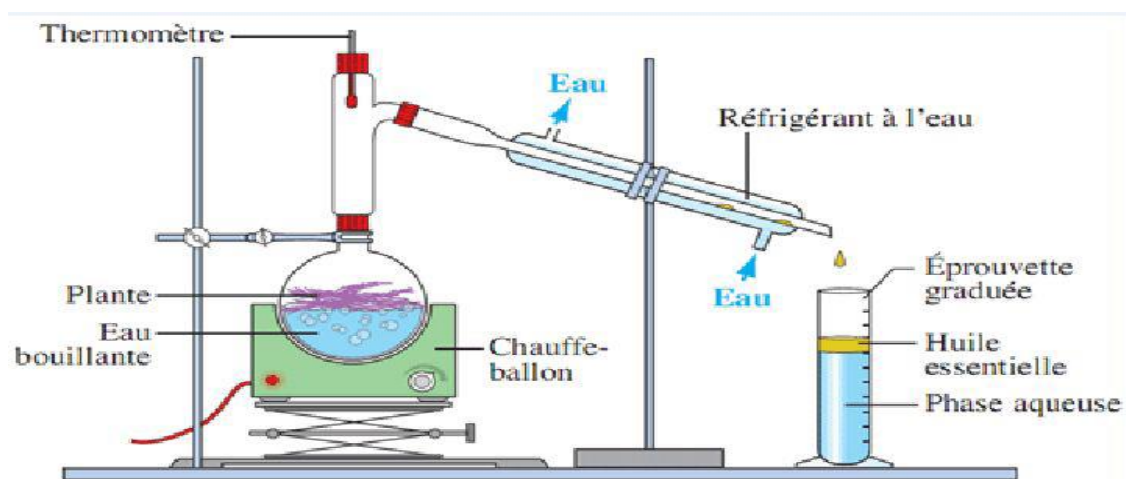


Figure 15 Montage d'extraction par Hydro-distillation

#### a- Mode opératoire

L'échantillon de chaque plante est placé dans un ballon de 4 L rempli d'eau (2/3 du

volume du ballon) qui est relié à un Clevenger modifié et soumis à l'ébullition, les vapeurs formées montent le long de la colonne en entraînant avec elle les huiles essentielles. Ces vapeurs sont condensés dans un réfrigérant, le condensat (eau + huile essentielle) est récupéré dans une ampoule à décanter [79]. L'huile essentielle est obtenue par une simple décantation, et conservée à 4 °C dans des flacons en verre brun pour la préserver de l'air et de la lumière, ces opérations permettent de pallier la dégradation de certains constituants et contribuent à l'inhibition de toutes activités responsables de sa dénaturation.



**Figure 16** Montage d'extraction par hydro-distillation utilisé

### **b-Détermination du rendement**

Le rendement en huile essentielle a été déterminé par rapport à la matière végétale sèche. Le rendement en huile essentielle a été calculé en utilisant la relation suivante :

$$\mathbf{RHE\% = (mHE / ms) * 100}$$

**R<sub>HE</sub>** : rendement en huile essentielle.

**M<sub>HE</sub>** : la masse de l'huile essentielle extraite (g).

**m<sub>s</sub>**: la masse du matériel végétal sèche (g).

#### **IV.4. Les analyses du *mentha puleguim L***

Les analyses effectuées sont résumées dans le diagramme suivant :

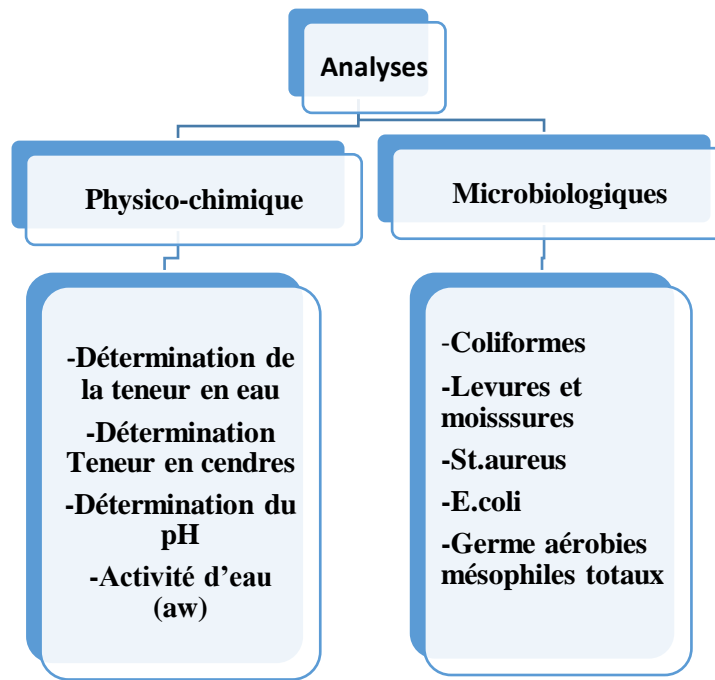


Figure 17 Les analyses effectuées sur *mentha pulegium L*

#### IV.4.1. Détermination de quelques paramètres physico-chimique

##### IV.4.1.1. Détermination de la teneur en eau (NF V 03-921)

La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote de 1 g d'échantillon broyée étalée dans une capsule en porcelaine à une température de  $103 \pm 2$  °C jusqu'à poids constant.

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{M1 - M2}{P} \cdot 100$$

Où

M1 : est la masse de capsule + matière fraîche avant étuvage

M2 : est la Masse de l'ensemble après étuvage

P : est la prise d'essai.

La teneur en matière sèche peut être déterminée par :

$$\text{Matière sèche \%} = 100 - H \%$$

Le calcul de la teneur en l'eau s'effectue comme suit :

$$\text{Humidité\%} = 100 - \text{MS\%}$$



Figure 18 L'échantillon dans l'étuve 105 C°.

#### IV.4.1.2. Détermination de la Teneur en cendres (AFNOR V 03-922)

##### 1- Principe

Incinération du produit à  $550 \pm 15^\circ\text{C}$  dans un four à moufle à chauffage électrique jusqu'à masse pratiquement constante.

##### 2- Expression des résultats

Le pourcentage en masse de cendres brutes est exprimé par la formule suivante :

$$\text{Teneur en cendre \% MS} = \frac{M2 - M0}{M1 - M0} \times 100$$

M0: masse en grammes de la capsule d'incinération.

M1: masse en gramme de la capsule d'incinération chargée de la prise d'essai.

M2:masse en gramme de la capsule d'incinération chargée des cendres.



**Figure 19** Four à moufle avec l'échantillon

### IV.4.1.3. Détermination du pH

#### 1-Principe

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est défini comme le logarithme de la concentration des ions  $H^+$  dans une solution, il est basé sur la détermination en unité de différence du potentiel existant entre deux électrodes prolongée dans l'échantillon liquide.

#### 2-Mode opératoire

Une fois le pH mètre étalonné, prélever comme prise d'essai un volume  $V$  de l'échantillon, suffisamment important pour permettre l'immersion de l'électrode, et noter la valeur du pH.





**Figure 20** Détermination du pH

#### IV.4.1.4. L'activité de l'eau

L'activité de l'eau (AW Activity water) indique la disponibilité d'eau « libre » d'une matrice alimentaire. Il ne s'agit donc pas de la teneur exacte en eau d'un aliment, mais seulement de l'eau susceptible d'intervenir dans des réactions chimiques, biochimiques ou microbiologiques. La valeur de l'aw varie entre 0 et 1.



**Figure 21** Appareil qui détermine l'activité d'eau

## IV.5. Les analyses microbiologiques

### a)-Objectif de ce travail

Ce contrôle a pour but d'apprécier la qualité microbiologique de *mentha puleguim L*. Il permet au laboratoire de se prononcer sur la présence éventuelle ou l'absence de micro-organismes dans *Mentha puleguim L*.

### b)- les étapes de Préparation les milieux de cultures

- Peser la quantité de milieu de culture qu'indique le fabricant.
- Ajouter à une fiole erlenmeyer.
- Ajouter la quantité d'eau distillée qui indique le fabricant.
- Chauffer le milieu de culture jusqu'à obtenir une ébullition avec agitation.
- Ajouter un barreau magnétique d'agitation.
- Retirer le barreau magnétique.
- Passer le milieu dans un flacon ISO autoclave.
- Placer le ruban indicateur de stérilisation.
- Passer à l'autoclave selon les indications du fabricant.

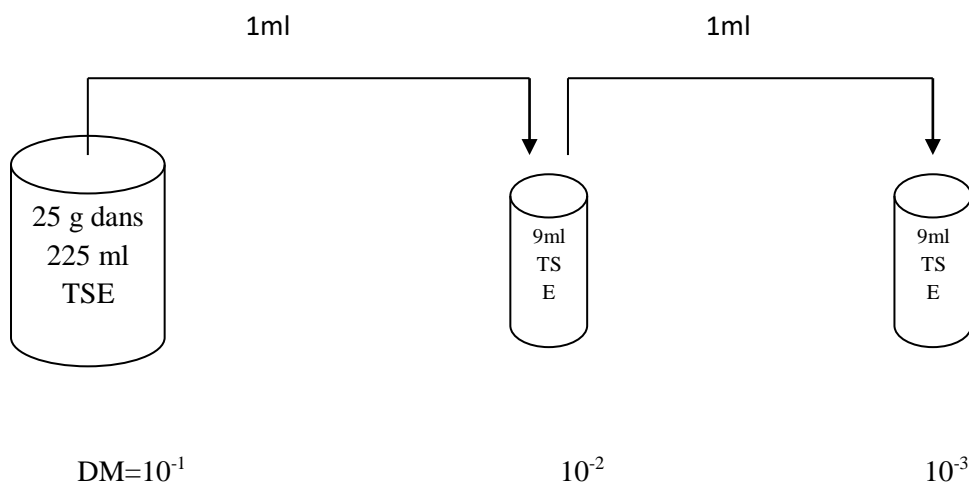


**Figure 22** Préparation des milieux culture

### IV.5.1 Préparation l'échenillant

Dans le *Mentha puleguim L*, introduire aseptiquement 25 grammes de produit à analyser dans un bocal stérile préalablement taré ou dans un sachet stérile de type « Stomacher » contenant au préalable 225 ml de diluant soit l'eau physiologie. homogénéiser.

Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond donc la dilution 1 /10 ou  $10^{-1}$ .



### Dilutions décimales

- Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1 ml de la DM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant : cette dilution sera alors au 1 /100 ou  $10^{-2}$ .
- Introduire par la suite 1 ml de la dilution dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant : cette dilution est sera alors 1 /100 ou  $10^{-3}$ .
- Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1ml de la dilution dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution est alors au 1/1000 ou  $10^{-4}$ .

**IV.5.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (NF V 08-011)**

**Milieu utilisé:** GN

**a- Mode opératoire**

- A partir des dilutions décimales, on prend aseptiquement 1 ml et on met dans une boîte de pétrie vide.
- Compléter ensuite avec 20 ml de Gélose GN préalablement fondue dans un bain-marie puis refroidie à 45°C.
- Faire des mouvements circulaires de va-et-vient pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- laisser solidifier sur la paillasse.

**b- Incubation**

Incuber les boîtes préparées couvercles en bas, dans l'étuve à 30 °C pendant 72 avec :

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lecture à 48 heures.
- Troisième lecture à 72 heures.

**c-Comptage et sélection des colonies pour confirmation**

Après la période d'incubation spécifiée, on a sélectionné les boîtes contenant les colonies de formes lenticulaires qui poussent en masse.

Si l'on observe un envahissement rapide des colonies dans les boîtes, le comptage des colonies a été réalisé après 24 h, puis de nouveau jusqu'aux 72 h.

**IV.5.3. Recherche et dénombrement des coliformes ( NF V 08-020)**

**Milieu utilisé :** Gélose VRBL

**a-Ensemencement :**

- A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans une boîte de pétri vide et stérile.

Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution pour la recherche des :

- Coliformes totaux à 37°C.
- Coliformes fécaux à 44°C.
  
- Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose VRBL fondue puis refroidie à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires de va-et-vient pour bien mélanger la gélose à l'inoculum. Laisser solidifier les boîtes puis couler à nouveau environ 5 ml de la même gélose ; pour éviter toutes sortes de contaminations.

**b-Incubation :**

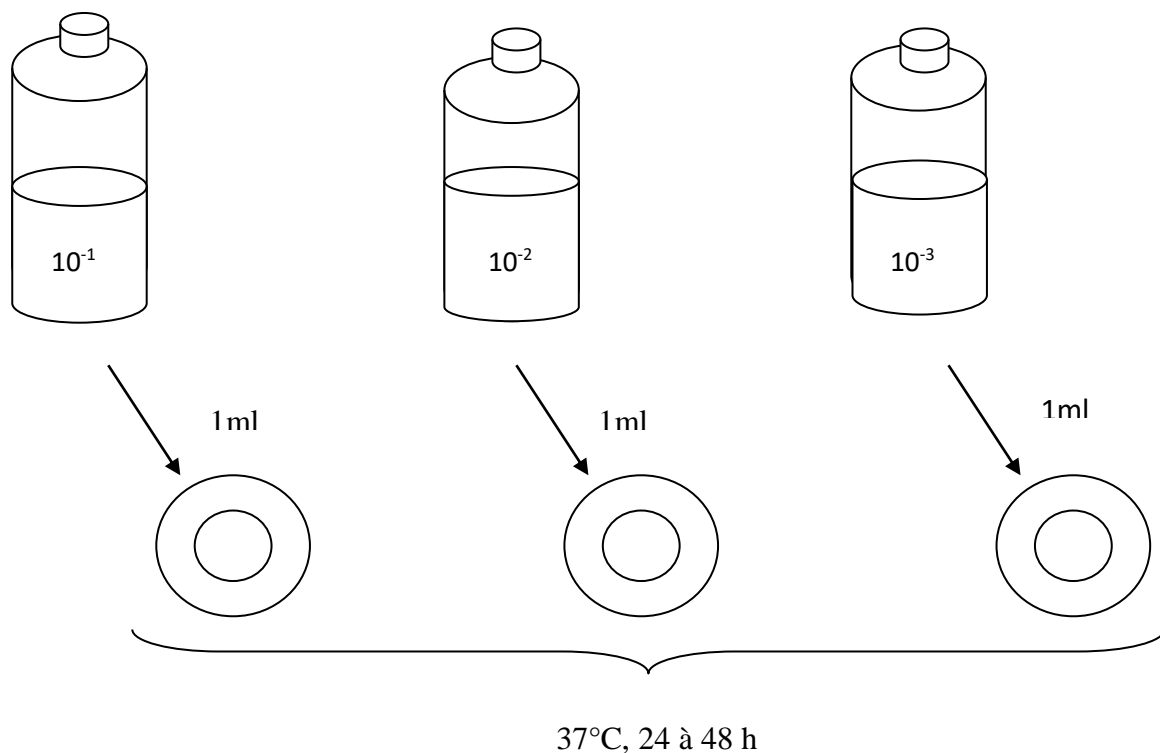
Les boîtes seront incubées couvercle en bas pendant 24 à 48 heures à :

- 37°C pour la recherche des Coliformes totaux.
- 44°C pour la recherche des Coliformes fécaux.

**c-Lecture :**

Toutes les colonies rouges foncé d'un diamètre minimal de 0.5 mm sont considérées comme étant des coliformes.

A partir des dilutions décimales



**IV.5.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures (NFV 08-022)****Milieu utilisé : OGA****a)- Ensemencement**

Dans une boîte de pétri contient de la gélose OGA, transférer avec une pipette stérile, 4 gouttes de la suspension mère. Dans une boîte de gélose transférer à l'aide d'une nouvelle pipette stérile 4 gouttes de la première dilution décimale ( $10^{-1}$ ), procéder de la même façon avec les dilutions suivantes en utilisant une nouvelle pipette stérile à chaque dilution décimale. Etaler le liquide sur la surface de la boîte de gélose avec une pipette râteau stérile.

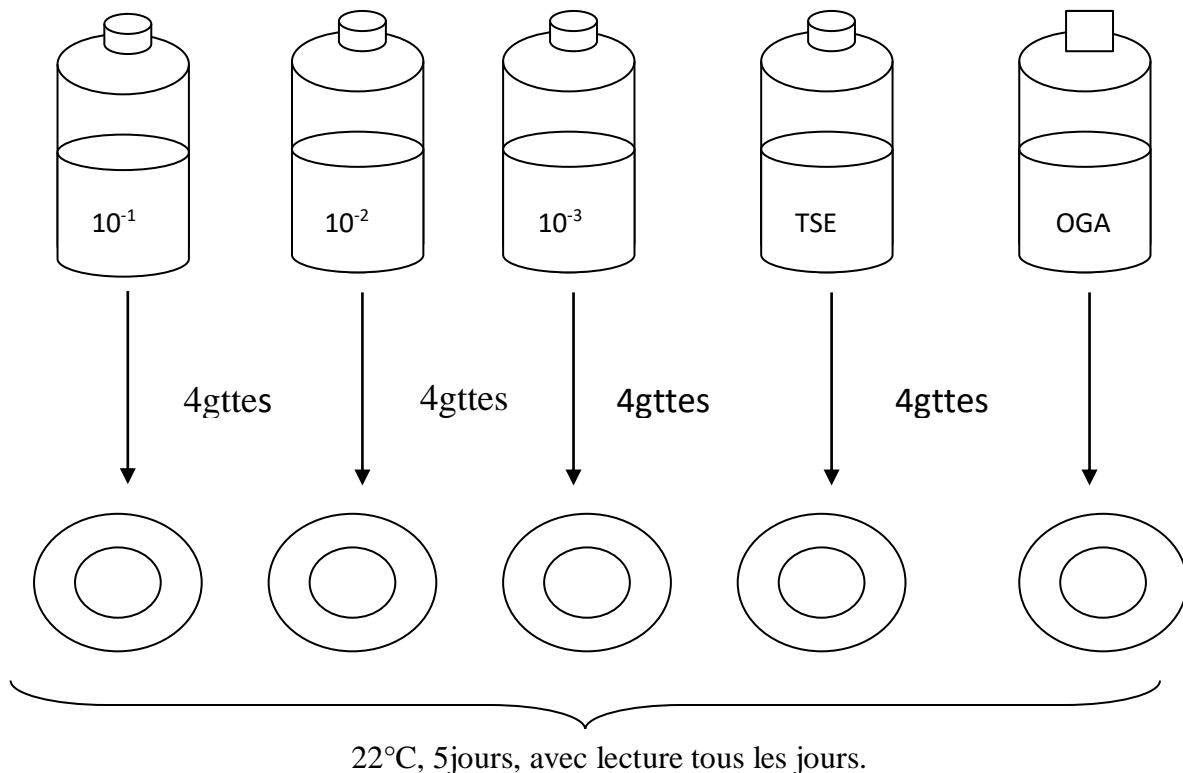
**b)- Incubation**

Incuber les boîtes préparées couvercles en bas à température ambiante pendant trois à cinq jours.

**c)-Lecture**

Le dénombrement se fait pour les colonies de levures et moisissure a la fois

A partir des dilutions décimales :



#### IV.5.5. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Selon la disponibilité des milieux de culture, trois techniques différentes sont recommandées pour la recherche de *Staphylococcus aureus* à savoir :

- Méthode d'enrichissement sur milieu de Giolliti Cantonii.
- Méthode d'enrichissement sur milieu de Champan.

##### a)- Ensemencement

A partir des dilutions décimales  $10^{-5}$  dans le cas des toxi-infections alimentaire et à partir de  $10^{-3}$  dans le cas des contrôles de routine , porter aseptiquement 1ml de chaque dilution réparti en surface à raison de 3 fractions sensiblement égales dans trois boites contenant le milieu de Baird Parker puis étaler à l'aide d'un même étaleur en commençant par les boites de plus forte dilution .

##### b)- Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

##### c)- Lecture

Seront considérées comme positives , les boites contenant des colonies caractéristiques à savoir des colonies noires , brillantes, convexes entourées d'une zone de transparences qui peut être translucide .

Après s'assurer qu'il s'agit bien de colonies de *Staphylococcus aureus*, effectuer sur 2 à 3 colonies de chaque boite des tests biochimiques rapides à savoir :

- Une épreuve à la catalase ( à l'aide de l'eau oxygéné )
- Une épreuve à la coagulasse ( à l'aide de plasma de lapin ).

---

# Chapitre V

**Résultats et discussions**



## Résultats et discussion

### V.1. les paramètres physico-chimiques de la plante *Mentha Puleguim L*

Tous les produits agroalimentaires se détériorent normalement pendant le séchage solaire, notamment et les plantes médicinales qui sont très sensible aux altérations physiques, chimiques, organoleptiques et microbiologiques. La détérioration de la qualité du produit peut être le résultat d'effets de changement des facteurs physico-chimiques.

Les résultats exposés dans le tableau (II.1) montrent que les valeurs varient dans les deux modes de séchage en comparant avec l'échantillon fraîche (avant séchage), ces résultats restent toujours dans la zone de conformité selon les normes fixé le séchage par décret e la ministre de commerce publiée dans le journal officiel.

Les paramètres	Avant séchage (E1)	Séchage direct à l'air (E2)	Séchage indirect (E3)
H(g)	72.71	4,71	4,92
MS(g)	27.29	25,49	25,44
MO(g)	20,87	13,77	19,96
MM(g)	6,41	11,71	5 ,36
RHE(g)	0,056	0,021	0,031
Ph	6.58	6.67	6.49
Aw	0.951	0.324	0.362

**Tableau N° 6** Résultats des paramètres physico-chimiques de *mentha puleguim L*

Les figure (1.2.3.4) présente les résultats des paramètres physicochimiques effectuées la teneur en eau et la matière sèche, la détermination du PH, le rendement des huiles essentielles les cendres et l'activité d'eau de trois échantillon (E1) : avant le séchage, (E2): séchage à l'air, (E3): séchage indirect.

D'après ces figures on remarque que les valeurs de la teneur de l'eau de trois échantillon E1, E2, E3 sont (72.71g) (4,71g) (4,92g) respectivement, le taux de la matière sèche est comprise entre (27.29g) et (25,49g) Pour la matière organique et minérale les valeurs obtenues sont (20.87g), (13.77g), (19.96g) et (6.41g), (11.71g), (5.36g) respectivement.

Les résultats exposés indique la valeur de PH varie modérément dans les valeurs proches entre 6.58 et 6.49, par contre pour l'activité d'eau les valeurs varient de 0.95 pour E1 (matière fraîche à 0.324 et 0.362 pour E2 et E3.

Les résultats de l'humidité montrent la forte teneur en eau dans l'échantillon E1, est basse dans le cas de l'échantillon E2 et E3, de plus, Cette forte teneur en eau présente l'inconvénient de rendre les plantes fraîches hautement périssables et limite leur aptitude à l'entreposage à la température ambiante, au contraire, la basse de la teneur de l'humidité fait un milieu défavorable au développement des microorganismes d'altération. Nos résultats sont similaires à celles de 80.

Par ailleurs, la variation du PH et de l'Aw est traduite par la dégradation faible du sucre par la flore microbienne, et par l'évaporation intense de quantité d'eau libre de produit, cette basse de PH et l'AW est permet de inhiber la croissance des microorganismes pathogènes qui sont responsable aux dégradations physicochimique et organoleptique, ces résultats sont compatible avec plusieurs travaux réalisé par les chercher tels que Gülçin, İ., Gören, A., et Kılıc, O., Bursal, E. [80]

D'autre part, la teneur en cendres de la plante *Mentha Puleguim L* est proche celle déterminé par[81] .

La teneur de l'huile essentielle de la plante *Mentha puleguim L* est relativement faible en comparant avec d'autres plantes médicinales à savoir *Thymus vulgaris*. L'étude physicochimique de la plante *Mentha puleguim L*. effectuée par Jonhson et al. (2010) a également révélé une présence modéré de composés phénoliques tel que les flavonoïdes ce qui confirme nos résultats.

Enfin, L'étude portant sur les caractérisations physico-chimiques de la plante Mentha puleguim L a révélé une différence significative au niveau des paramètres physico-chimiques à l'exception de la teneur d'huiles essentielles. En effet. Ces différences significatives observées au niveau de ces paramètres, pourraient être dues à plusieurs facteurs tels que les techniques de séchage solaire, aussi technique idéal des analyses au niveau du laboratoire est, les conditions de stockage.

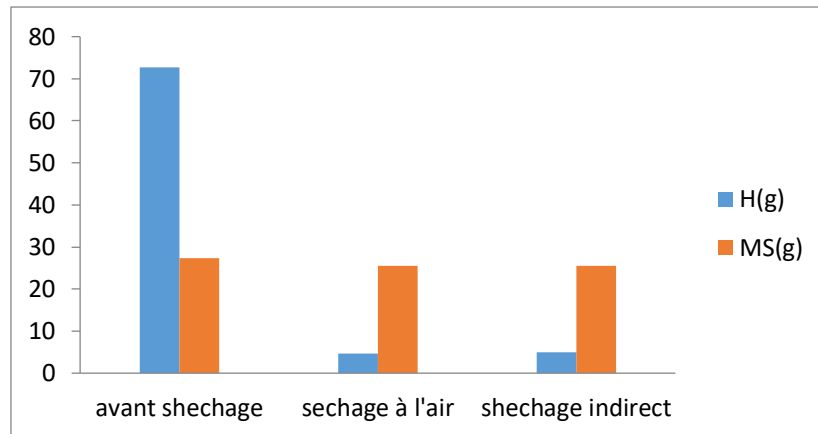


Figure 23 le taux de la teneur en eau et la matière sèche de la plante Mentha Puleguim

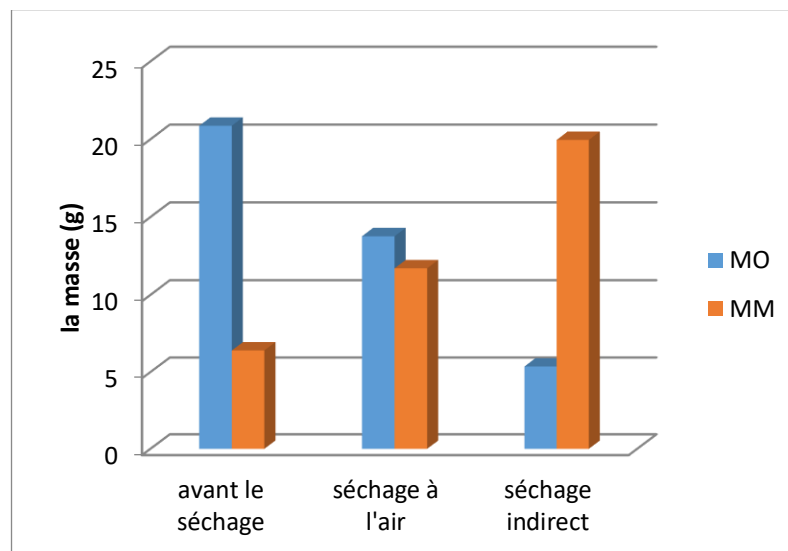


Figure 24 le taux de la matière organique et matière minérale la plante Mentha Puleguim L

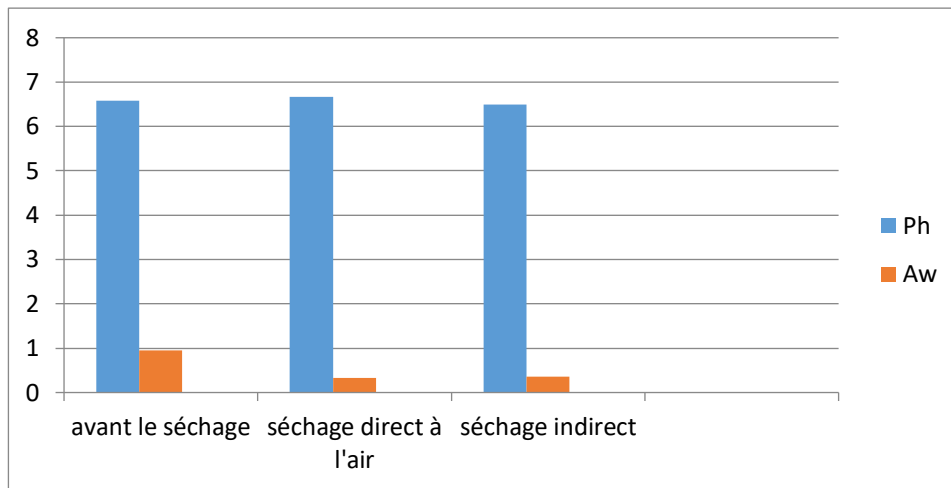


Figure 25 La détermination du Ph et Aw de la plante Mentha Pulegium L

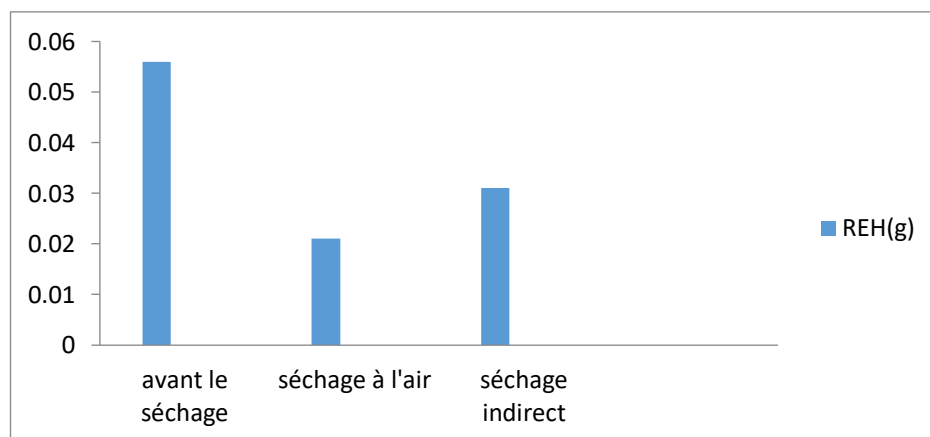


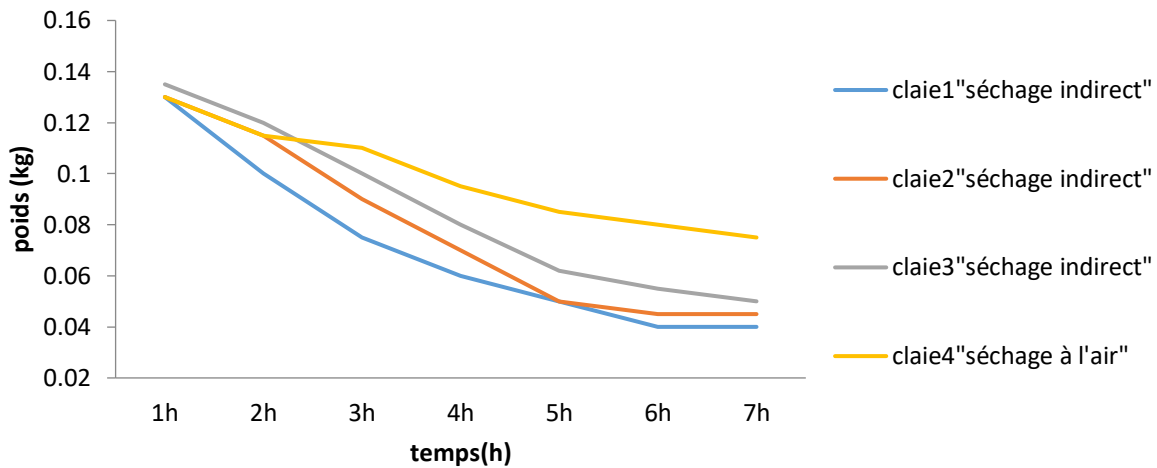
Figure 26 le taux de l'huile essentielle de la plante Mentha Pulegium L

### V.2. Cinétique de séchage (dans le séchoir solaire indirect)

La cinétique du séchage solaire de la plante Mentha Pulegium L en deux modes de séchage à l'air libre et au séchage indirect a été indiquée dans la figure 5.

D'après la figure on remarque que le poids initial de la plante 135g qui contient environ 90 % d'eau du poids total, le poids total de la plante a subi une réduction de poids de 135 g à 40 g pendant 6 heures et se stabilise 7eme heurs de séchage. Ce poids perdue a lié aux conditions

météorologiques .la durée de séchage dépend la saison et la température de séchage qui reflète à la vitesse de séchage



**Figure 27** courbes de cinétique de séchage de la plante *Mentha Puleguim L*

### V.3. Les analyses microbiologiques de la plante *Mentha puleguim L*

Les produits agroalimentaires et les plantes médicinales peuvent renfermer de nombreux microbes utiles ou nocifs [82], dont certains possèdent un redoutable pouvoir pathogène pour l'homme. Il faut donc que ces germes ne soient pas présents dans la plante, ou si elles le sont, que leur nombre soit tel que la plante ne soit pas dangereuse .

Sur ce point, l'intérêt des producteurs des produits séchés est le respect d'un équilibre microbien, qui apporte une dimension au concept de la qualité [82].

Les résultats détaillés concernant les caractéristiques la qualité microbiologique de *mentha puleguim L* sont donnés dans le tableau suivant :

Germes	Coliformes	<i>Staphylococcus aureus</i>	Germes aérobies 30°C	Levure et Moisissure
Avant le séchage (E1)	Abs	3,5x10 <sup>3</sup> ufc/g	2,23x10 <sup>3</sup> ufc/g	2,36x10 <sup>3</sup> ufc/g
Séchage à l'air(E2)	abs	Abs	9,27x10 <sup>2</sup> ufc/g	4,27x10 <sup>1</sup> ufc/g
Séchage indirect (E3)	abs	2,25x10 <sup>3</sup> ufc/g	5,24x10 <sup>2</sup> ufc/g	0

**Tableau N° 7** Résultats des analyses microbiologiques du *Mentha pulegium L*

Les résultats obtenus montre l'absence de coliformes, E coli aux (E1) (E2) (E3), par contre, les germes aérobies ont été dénombrés pour tous les échantillons testés, les *Staphylococcus aureus* pour l'échantillon (E1) et (E3) et les levures et moisissure pour l'échantillon (E1), (E3) seulement.

D'après ces résultats et on compare avec les normes nationale de ministère de commerce cité dans le tableau N°7 on remarque que les plantes séchées (E2) et (E3) est de qualité Microbiologique satisfaisante, ce qui veut dire que ces plantes séchés apte à la consommation humaines sans risque de contamination, et aussi que le mode de séchage direct est meilleur par rapport le séchage traditionnel au niveau de la qualité hygiénique.

	Micro-organisms/ Metabolites	Critères			
		n	c	m	M
Herbes aromatiques fraîches	Coliforms	-	-	-	-
	Escherichia coli	5	2	102	103
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	102	103
	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>7</sup>
	Levures et moisissures	-	-	-	-
Herbes séchées (thés, camomilles.)	Coliforme thermotolérant	5	2	10	102
	Escherichia coli	5	2	102	103
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	102	103
	Germes aérobies à 30 °C	5	2	104	105
	Levures et moisissures	5	2	103	104

**Tableau N° 8** Les normes nationales des germes étudiées au journal officiel Algérien

**n** : nombre d'unité d'échantillonnage pour l'examen    **c**: nombre maximal d'unités présentant un taux de germes inférieur ou égal au critère M .

**m** : la concentration acceptable de germe par ml

L'absence de coliformes et les germes aérobie total dans l'échantillon de *Mentha pulegium L* est justifié par l'utilisation la matière première fraîche de bonne qualité et aussi le bonne pratique d'hygiène au niveau de laboratoire à savoir les outils utilisés stériles les mains non contaminants ,l'eau traité etc...

La présence des levures et moisissure et quelque clones de *staphylococcus aureus* après le séchage soit indirect ou à l'aire peut être provoqué par une pénétration de ces bactéries lors de prélèvement d'échantillon ou durant transport au laboratoire d'analyse ou bien de stockage dans des conditions inadaptées.



# **Conclusion**

Les avantages des énergies renouvelables en font une source d'énergie importante , dont le plus importante , dont le plus important est qu'elle est bien située dans toutes les régions du monde , disponible en permanence , renouvelable , économique et écologique , et c'est un facteur de développement dans tous les domaines . Le séchage solaire est l'une des méthodes de conservation les plus largement utilisées , avec des couts faibles , une capacités à préserver les matériaux séchés avec leurs propriétés naturelles , une facilité de transport et de stockage en raison de leur faible poids et de leur taille , non utilisation de conservateurs et leur survie sans dommage pour une période importante .

Dans notre travail, nous avons traité de l'étude des propriétés physicochimique et microbiologiques de la plante *mentha pulegium L* avant et après séchage solaire. Après les résultats du séchage, nous avons remarqué que l'humidité, la température et le type de séchage jouent un rôle important dans la qualité des produits séchés. Ces facteurs affectent les propriétés de produit tel que couleur et valeur nutritive et la présence de bactéries pathogènes qu'ayant aucune risque sur le consommateur humaine ' d'autre part, nous avons conclu que le séchage solaire indirect prouve la meilleur méthode que le séchage traditionnel sur la qualité hygiénique et préserve les valeur nutritionnel de produit séché.

Enfin, notre pays possède une richesse végétale grande et variée. Nous pouvons conserver et stocker ces plantes pendant une très longue période et les utiliser dans le domaine du traitement par séchage solaire indirect.

## Références bibliographiques

---

- [1] L. Leclercq, Apport du stockage inertiel associé à des éoliennes dans un réseau électrique en vue d'assurer des services systèmes, thèse de doctorat de l'université de Lille, Laboratoire L2EP, Décembre 2004.
- [2] <http://www.futura-sciences.com/>
- [3] <http://jeunes.edf.com/>
- [4] O. Gergaud, Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur, Thèse de doctorat de l'école normale supérieure de Cachan, 2002.
- [5] Cabal Cédric, Optimisation énergétique de l'étage d'adaptation électronique dédié à la conversion photovoltaïque, Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2008.
- [6] Algérie Energie Solaire et hydrogène AMARDJIA-ADNANI HANIA.
- [7] <http://www.broderie-passion.be/feurssecher.htm>
- [8] Marie-France Roquebert, 1997, les moisissures: nature, biologie et contamination, PDF
- [9] (Bellakhdar, 1997)
- [10] (Archimed et Solagro,1989)\_\_\_ARCHIMED G. & SOLAGRO B. (1989). Le séchage des plantes aromatiques et médicinales, Guide de conception et d'utilisation d'un séchoir, Fondation de France et Direction de l'Énergie de la Commission des Communautés Européennes.
- [11] H. Communay "Héliothermique, le gisement solaire, méthode et calculs" Groupe de Recherche et D'édition, France (2002).12
- [12] A. Madhlope, S. A. Jones, and J. D. KalengaSaka "A solar air heater with composite absorber systems for food dehydration ", Renewable Energy, 27 (27 - 37 )(2001).13
- [13] Lahsasni, M. Kouhila, M. Mahrouz, A. Idlimam and A.Jamali, "Thin layer convective solar drying an mathematical modeling of prickly pear peel ", Energy 29 (211 - 244)-(2004).14
- [14] O. V. Ekechukwn, B. Norton, "Review of solar energy systems II : an overview of solar drying technology", Energy Conversion and Management, 40 (615 - 655) - (1999).
- [15] Amelin et Souriau, 2014 : Fabrication de cuiseurs et de séchoirs solaires, CTA.
- [16] D. R. Pangavhane, R. L. Sawhney, "Review of research and development work on solar dryers for grape drying ", Energy Conversion and Management, 43(45 - 61) - (2002).
- [17] Mennouche, 2006 : "Valorisation des produits agro-alimentaires et des plantes médicinales par les procédés de séchage solaire." Mémoire de Magister, Université d'Ouargla.

## Références bibliographiques

---

- [18] Mennouche, 2006 : "Valorisation des produits agro-alimentaires et des plantes médicinales par les procédés de séchage solaire." Mémoire de Magister, Université de Ouargla.
- [19] B. K. Bala, M. R. A. Mondol, B. K. Biswas, B. L. Daschowdury and S. Janjai "Solar drying of pineapple using solar tunnel drier", *Renewable Energy* 28(183-90) (2003).18
- [20] I. N. Simatc "Optimization of mixed mode and indirect mode natural convection solar dryers ", *Renewable Energy*, 28 (435 - 453) - (2003).19
- [21] Madhlopa et al..2002 : "A solar air heater with composite –absorber systems for food dehydration " *Renewable energy* 27(1) 27-37.
- [22] Vasseur,2009 : "Séchage :principes et calcul d'appareils-séchage convectif par air chaud (partie1)".
- [23] Boulemtafes et Benaouda, 2006: *Le Séchage Solaire des Plantes Médicinales et Aromatiques-Application au Séchage de la Menthe*, 1er Séminaire Maghrébin sur les Sciences et Technologies de Séchage, 'SMSTS.
- [24] Midilli et Kucuk, 2003: "Energy and exergy analyses of solar drying process of pistachio." *Energy* 28(6): 539-556.
- [25] Boulemtafes et Benaouda, 2006: *Le Séchage Solaire des Plantes Médicinales et Aromatiques-Application au Séchage de la Menthe*, 1er Séminaire Maghrébin sur les Sciences et Technologies de Séchage, 'SMSTS.
- [26] Cruz, J.-F et al., 1988 : *Conservation des grains en régions chaudes*, Ministère de la coopération et du Développement.
- [27] Ekechukwu, O. V. et B. Norton, 1999 : "Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology." *Energy conversion and management* 40(6): 615-655.
- [28] (Mennouche, 2006)
- [29] Organisation Mondiale de la santé (OMS) *Rapport sur la médecine traditionnelle : Besoins et potentiel*. N° 4. 6 p.
- [30] Philippe Sionneau, 2006 , *la phytothérapie chinoise moderne* , p 500 .
- [31] *Larousse des plantes medicinales ; 2002 .edition Hong Kong*
- [32] Wichtl M., Anton R., 2003. *Plantes thérapeutique \_Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. Tec et Doc et EMI.
- [33] HOSTETTMAN.K., O. POTERATTE et All, 1998. *The potential of higher plants as a Source of New Drugs*. *Chimia International Journal for Chemistry*.
- [34] EL-RHAFFARI. L., A .ZAID ,2004. *Pratique de la phytothérapie dans*

## Références bibliographiques

---

le sud-est du Maroc (Tafialet). Un savoir empirique pour une pharmacopée rnovée.

Origine des pharmacopées traditionnelles et élaboration des pharmcopes savates.

[35] Iserin.

[36] Jean Bruneton, Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Techniques et Documentation, 3e édition, 1999.

[37] Elqaj M, Ahami A, et Belghyti D, 2007 . La phytothérapie comme

alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique « ressources naturelles et antibiotiques ». Maroc.

[38] Gurib-Fakim A, 2006. Medicinal plants : Traditions of yesterday and drugs of Tomorrow, Molecular Aspects of Medicine 27, 1-93.

[39] Newman et al, 2000. La grande Encyclopédie du Maroc: Flore et végétation 10ème journée Internationales HE, Digne-les Bains 5-6-7 Sept. P : 13-134

[40]Code de la santé publique, article D4211-13.

[41]Decaux I. 2002. Phytothérapie: Mode d'emploi. Ed: le bien public. P: 6.

[42] Pinto et al .2003 ;Salgueiro et al. 2003

[43] Simon y. Mills, 2001. Evidence for the clinician – a pragmatie framework for phytotherapy.

[44] Williamson EM. 2001. Synergy and other interaction in phytomedicines

[45] Derwich E., Chabir R., Taouil R.and Senhaji O. In-vitro antioxidant activity and GC/MS studies on the leaves of *Mentha piperita* (Lamiaceae) from Morocco. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research 3(2): 130-136. (2011).

[46] Arijit S. and Arpita B. Documentation of some ethno-medicinal plants of family Lamiaceae in bankura district, West Bengal, India. International Research Journal of Biological Sciences 2(6): 63-65. (2013).

[47] Denslow M.W. and Poindexter D. B. *Mentha suaveolens* and *M. rotundifolia* in north Carolina: aclarification of distribution and taxonomic identity. Journal of the Botanical Research Institute of Texas 3(1): 383-389. (2009).

[48] Lorenzo D., Paz D., Dellacassa E., Davies P., Vila R. and Congueral S. Essential oils of *Mentha plegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay.

Brazilian archives of biology and technology 45(4): 519-524. (2002).

[49] Šarić-Kundalić B., Fialová S., Dobeš C., Ölzant S., Tekel'ová D., Grančai D., Reznicek G., Saukel. J. ) (. Multivariate numerical taxonomy of *Mentha* species, hybrids, varieties and cultivars. Scientia Pharmaceutica 77: 851-876. 2009.

## Références bibliographiques

---

- [50] Andro A. R., Atofani D., Boz I., Zamfirache M., Burzo I. and Toma C. Studies concerning the histoanatomy and biochemistry of *Mentha Longifolia* (L.) Huds. During vegetative Phenophase. *Analele științifice ale Universității Al. I. Cuza” Iași* (2): 25-30. (2011).
- [51] Bruneton J., - Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales. Paris, Lavoisier, 623p. 1993.
- [52] Tucker, AO Et RFC Naczi. *Mentha : Un Aperçu De La Classification Et Les Relations*. En 16-17: Laurent, BM, Ed, Monnaie. *Du Genre Mentha*. 16-17. 2007.
- [53] Abdellatif El Fadl & Noureddine Chtaina, ‘ *Etude De Base Sur La Culture De La Menthe Au Maroc*, 2010.
- [54] <http://www.plantames.unimebl.edu.eau/Mentha.html> 2000
- [55] plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles, lavoisier, édition Tec &Doc.
- [56] Extraction et analyse de l’huile essentielle de *Mentha viridis* L (menthe verte) et de la *mentha pulegium* (menthe pouliot).
- [57] Extraction et caractéristiques organoleptiques et chimiques de l’huile essentielle de *Mentha pulegium*. (menthe pouliot).D.E.S en biologie.
- [58] Les plantes aromatiques et huile essentielle a graisse, édition l'Harmattan.
- [60] plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles, lavoisier, édition Tec &Doc. ronomie UMMTO.
- [61] journal of controlled release 95,367-379.
- [62] Belaiche P. traité de phytothérapie et d'aromathérapie, l'aromatogramme .Maloinetome1, Paris.(1979).
- [63] Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Te(58)Hellal Zohra. Contribution à l’étude des propriétés antimicrobiennes.(2010).
- [64] Hellal Zohra. Contribution à l’étude des propriétés antimicrobiennes.(2010).
- [65]“ <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/p/penny23.html>.” .
- [66]“<http://www.piscinemaroc.com/fr/huiles-essentielles/156-huile-essentiel-menthe-pouliot.html>.”
- [67]<http://www.piscinemaroc.com/fr/huiles-essentielles/156-huile-essentiel-menthe-pouliot.html>.”

## Références bibliographiques

---

- [68] A.F ,Le Comte. le jardin de santé. 1972, copyright ROBERT MOREL EDITION Haute Provence France 314
- [69] Garnero,J. Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et normalisation» 1991, Edition technique. Encyclo. Med. Nat ., Paris, France 9-20
- [70] Lamin,A.; Lhaloui,S.; Bendjilali,B.; Brradi,M. Field corps Research. 2001, 71, 9-15
- [71] Andeas,B. Guides des plantes du bassin méditerranées. 1998. EUGEN ULMER, 400
- [72] Beloued,A. Plantes médicinales d'Algérie. 1998, OPU, Alger, 270
- [73] Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Current Medicinal Chemistry. 10: 813-829. 6.
- [74] Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. Int. J.Food Microbiol. 94: 223-253.
- [75] Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec& Doc, Paris, 522p.
- [76] Chemical composition activity of Rosmarius officinalis L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. Journal of Food Protection. 68: 790-795.
- [77] of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Alliumsativum*). Ultrason Sonochem. 13: 54-60.
- [78] Bremness,L. Plantes aromatiques et médicinales. 2001, BORDAS, France, 303
- [79] Extraction et analyse d'huiles essentielles d'*Armoise blanche* Algérienne. Magister, U.S.T.H.B.
- [80] Guliyeva, F., & Turhan, S. (2021). ASSESSMENT OF PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY QUALITY OF BEEF PATTIES FORMULATED WITH PENNYROYAL (*Mentha pulegium* L.) POWDER. *Gıda*, 46(3), 739-750.
- [81] Gülçin, İ., Gören, A., Taslimi, P., Alwasel, S.H.,Kılıc, O., Bursal, E. (2020). Anticholinergic, antidiabetic and antioxidant activities of Anatolian pennyroyal (*Mentha pulegium*)-analysis of its polyphenol contents by LC-MS/MS. *Biocatal Agric Biotechnol*, 23: 101441.
- [82] Raiffaud, Christine. "Chapitre 2. L'agriculture biologique, une démarche respectueuse de l'environnement." *References* 3 (2017): 37-64.