

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلم

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الررض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologique

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie

Intitulé

**Extraction et caractérisation physico-chimique de
l'huile essentielle de la plante *Peganum harmala***

**Présenté par : Boukedjar Rezkia
Bouhalfaya Ilhem**

Membre du jury :

Président : Mme BOUTANA Wissem MAB (Université de BBA)

Encadrant : Mme Guergour H MCB (Université de BBA)

Examineur: Mr BELLIK Yuva MCA (Université de BBA)

Année universitaire : 2020/2021

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, Le miséricordieux, pour nous avoir données la force, la patience et le pouvoir de raisonner.

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre promotrice **Madame H***

*.**Guergoure** pour nous avoir accepté de diriger ce travail, pour*

son aide, ses encouragements, tout au long de la réalisation de ce mémoire.

*Nous remercions les membres de jury **Mme BOUTANA Wissem.** et **Mr Bellik Y.***

d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.

*Nos profonds remerciements s'adressent également à **Mr. MAKHOUKH. N***

responsable des laboratoires pédagogiques (SNV) université BBA.

*Nos sincères remerciements vont également à tout le personnel de laboratoire pédagogique de biochimie (**Sabrina et Fadhila**) pour leurs diverses contributions,*

pour son aide, sa confiance, sa patience tout au long de la réalisation de ce

mémoire.

Nous tenons à remercier également tous qui ont participé à la réalisation de ce

modeste travail de près ou de loin.

Dédicace

Merci ALLAH...

Je dédie ce modeste travail

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie **mon père younes** qui M'apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui M'ont donné confiance et courage.*

*A ma chère **maman***

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

*Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous **MES CHERS PARENTS** que je le dois, que Dieu vous garde.*

*A mes très chères sœurs **Yasmin** et **Nedjma**, et mes chers frères **Farid** et **Toufik** pour leur soutien et leurs Encouragements Tout au long de la réalisation de ce travail.*

A mes chers neveux et nièces.

A toute ma famille.

*A mes meilleures amies que j'aime beaucoup : **Afaf**, **Fazia**, **Ilham**, **Manel**, **Ahlem**, **Chahra**, **Nesrine***

A toute personne qui me connaît.

BOUKEDIAR REZKIA

Dédicace

Merci ALLAH...

Je dédie ce modeste travail

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie **mon père BACHIR** qui M'apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui M'ont donné confiance et courage.*

*A ma chère **maman***

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

*Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous **MES CHER PARENTS** que je le dois, que Dieu vous garde.*

*A mes très chères sœurs **Manel et Iness**, et mon cher frère **Sami** pour leur soutien et leurs Encouragements Tout au long de la réalisation de ce travail.*

A mes chers neveux et nièces.

A toute ma famille.

*A mes meilleures amies que j'aime beaucoup : **linda, warda, mouna, Amira, Manel, Ahlem**
A toute personne qui me connaît.*

BOUHALFAYA ILHEM

Sommaire

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

L'INTRODUCTION	01
II. MATERIELS ET METHODES	
II.1. MATERIELS	04
II. 1.1. Le matériel végétal	04
II.1.1.1 Description de la plante	05
II.1.1.2. Nomenclature et appellation	05
II.1.1.3. Classification	06
II.1.1.4.Répartition géographique.....	06
II.1 .2.Matériel et produits du laboratoire	07
II.2. METHODES	07
II.2.1. Méthode d'extraction	07
II.2.1.1.Difinition.....	07
II. 2.1.2. Principe.....	07
II.2.1 .3.Mode opératoire.....	07
II.2.2. Détermination du rendement	08
II.2.3. Les caractéristiques organoleptiques	09
II.2.4. Méthode de caractérisation physique	09
II.2.4.1. Détermination de la densité relative	09
II.2.4.1.1. Définition.....	09
II.2.4.1.2.Principe.....	09
II.2.4.1.3.Mode opératoire.....	10
II.2.4.2. Détermination de l'indice de réfraction	10
II.2.4.2.1.Définition.....	10
II.2.4.2.2.Principe.....	10
II.2.4.2.3.Mode opératoire	11
II.2.5. Méthode de caractérisation chimique	11

II.2.5.1. Détermination de l'indice d'acide	11
II.2.5.1.1. Définition.....	11
II.2.5.1.2. Principe.....	12
II.2.5.1.3. Mode opératoire.....	12
II.2.5.2. Détermination de l'indice d'ester	13
II.2.5.2.1. Définition.....	13
II.2.5.2.2. Principe.....	13
II.2.5.2.3. Mode opératoire.....	14
II.2.5.3. Evaluation de la miscibilité à l'eau salée	14
II.2.5.3.1. Principe.....	14
II.2.5.3.2. Mode opératoire.....	14
II.2.5.4 Evaluation de la miscibilité à l'éthanol	15
II.2.5.4.1. Principe.....	15
II.2.5.4.2. Mode opératoire.....	15
II.2. 5.5 Le potentiel d'hydrogène (pH)	15
II. 2.5.5.1.Définition.....	15
II. 2.5. 5.2.Principe.....	15
II. 2.5. 5.3.Mode opératoire.....	15
III Résultats et discussion	
III.1. Extraction et Caractérisation de l'Huile Essentielle de <i>Peganum Harmala</i>	16
III.1.1 Rendement d'extraction de HE.....	16
III.1.2 Caractères organoleptique de l'HE.....	17
III.2. ETUDES PHYSICO CHIMIQUE	17
III.2.1. Caractéristiques physique	17
III.2.1.1. Densité relative.....	17
III.2.1.2. Indice de réfraction.....	18
III.2.1.3 Le Potentiel d'Hydrogène (pH).....	19
III.2.2 Caractéristiques chimique	19
III.2.2.1. Indice d'acide.....	19
III.2.2.2.Indice d'ester.....	20
III.2.2.3.Miscibilité à l'éthanol et à l'eau salée.....	20
III.CONCLUSION	
Références bibliographique	
Annexes	

Liste des figures

Figure(1): Les différents parties de la plante <i>Peganum harmala</i>	04
a) les feuilles b) les capsule c) les graines d) la plante entière	
Figure(2): Montage d'hydrodistillation (Clevenger).....	07
Figure (3): Les déférentes étapes pour l'obtention des huiles essentielles.....	08
Figure (4) : Le Réfractomètre.....	11
Figure (5) : Ajout de phénolphtaléine dans le mélange.....	13
Figure (6): Dosage de l'indice d'ester.....	14
a) Dosage à blanc b) Dosage de l'HE	
Figure(7): L'huile essentielle de <i>Peganum harmala</i>	17

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition géographique de <i>Peganum harmala</i>	06
Tableau2 : Rendement d'huile essentielle de <i>peganum harmala</i>	16
Tableau 3 : Caractères Organoleptiques de L'HE.....	17
Tableau4 : Densité de l'huile essentielle de <i>peganum harmala</i>	18
Tableau5 : Indice d'acide de l'HE de <i>Peganum harmala</i>	19
Tableau6 : Indice d'ester de l'HE de <i>Peganum harmala</i>	20

Liste des abréviations

HE:	Huile Essentielle.
AFNOR :	Association Française de Normalisation.
ED :	Eau distillée.
HCl :	Acide chlorhydrique.
IA :	Indice d'acide.
IE :	Indice d'ester.
KOH :	Hydroxyde de potassium.
RHE :	Rendement en huile.
mHE :	Poids de l'huile.
d:	densité.
T:	Température.
M:	Masse molaire.
NaCl :	pH chlorure de sodium.
pH:	potentiel d'hydrogène.
ID20:	indice de réfraction.
ISO :	International Standard Organisation.

.

Introduction

Depuis longtemps, l'homme s'est soigné avec les plantes qu'il avait à sa disposition. A travers les siècles, les traditions humaines ont développé la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour améliorer la santé humaine (**Iserin, 2001**). Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (**Boumediou et Addoun., 2017**).

Environ 80.000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**Boumediou et Addoun., 2017**).

La production des plantes médicinales porte sur deux origines à la fois. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", puis en second les plantes cultivées (**Chabrier, 2010**).

Les ressources végétales spontanées constituent jusqu'à ce jour une source d'intérêt primordial pour l'homme et ses besoins. En Afrique, la médecine traditionnelle contribue à la satisfaction des besoins en matière de santé de plus de 80% de la population. Ces ressources comptent environ 500.000 espèces de plantes sur terre (**Bouallala et al., 2014**). 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 (**Iserin., 2001**).

L'Algérie, pays connu pour ses ressources naturelles, dispose d'une flore singulièrement riche et variée, On peut classer les plantes médicinales comme une ressource naturelle renouvelable, c'est à dire, que l'apparition ou la disparition des plantes, se fait périodiquement et continuellement dans des saisons définies par la nature (la biologie de la plante, l'écologie, ...etc.). Ces ressources subites des dégradations irréversibles, comme on l'assiste aujourd'hui en Algérie que ces dix dernières années, des dizaines de plantes médicinales et aromatiques ont été d'éperdus (**Mokkadem., 1999**). Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre *Peganum*, (**Behidj-benyounes et al , 2014, Khan et al., 2017**).

Peganum harmala est une espèce vivace de la famille des zygophyllacées qui comprends environs 30 genres et 250 espèces xérophytes et halophytes (**Harchaoui., 2019**). Le genre *Peganum* tient son nom du grec, il est attribué aux espèces de la rue, alors que le nom de l'espèce harmala est dérivé de celui de la ville Libanaise Hermel (**Moussaoui et Chabane.,**

2019). Il s'agit d'une espèce qui pousse spontanément dans les régions steppiques et semi-arides. Elle est native à l'Afrique du Nord, la région méditerranéenne, le Moyen Orient, l'Inde et Pakistan (**Yousefi et al., 2009**).

En Algérie, *Peganum harmala* est commune aux hauts plateaux, au Sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du Sahara central. Il est réputé pour les terrains sableux, dans les lits d'oued et à l'intérieur des agglomérations (**Ozenda, 1991**).

Des études phytochimiques réalisées sur la plante *Peganum harmala* ont permis d'isoler plusieurs types de composés chimiques tels que les alcaloïdes, stéroïdes, flavonoïdes, anthraquinones, acides aminés et les polysaccharides à partir des graines, feuilles, fleurs, tiges et des racines (**Hua et al., 2013**). Cette plante est utilisée comme emménagogues, anti-helminthiques, soporifiques, narcotiques, aphrodisiaques, lactagogues, abortifs et dans le traitement de la fièvre, des rhumatismes et de l'asthme ainsi que des yeux troubles. Les extraits de la plante sont également utilisés pour les loisirs et comme stimulant du système nerveux central. De plus, les propriétés antimicrobiennes, antifongiques et antiparasitaires sont attribuées à *Peganum harmala* d'origine en Inde et en Afrique du Nord (**Apostolico et al., 2016**).

La majorité des recherches ont étudié les huiles essentielles, alors que certaines d'entre elles ont étudié les extraits organiques et aqueux.

Seules trois méthodes d'obtention des huiles essentielles à usage thérapeutique sont autorisées par la pharmacopée européenne : l'entraînement à la vapeur d'eau qui existe sous deux formes de distillation la première est l'hydrodistillation basée sur le chauffage d'eau et la matière végétale dans un ballon, puis la vapeur et les extraits végétaux sont condensés dans un réfrigérant. La mise en contact de l'eau et du végétal pendant la chauffe favorise l'altération des composés aromatiques, particulièrement des esters (**Jouault, 2012**). La deuxième est l'hydro diffusion (**percolation**) qui dans laquelle la vapeur d'eau est produite dans un ballon, puis acheminée dans un second ballon, dans lequel elle va remonter en passant à travers le matériel végétal, entraînant avec elle les composants aromatiques. Le mélange vapeur ainsi formé est amené dans un dernier ballon, où il va être condensé à l'aide d'un réfrigérant à eau (**Jouault, 2012**), la distillation sèche dans laquelle l'huile essentielle est obtenue par distillation des bois, écorce ou racine, sans addition d'eau ou vapeur d'eau (**Afssaps, 2008**).

L'expression à froid est principalement utilisée pour isoler les HEs à partir des épicarpes (zeste frais) des fruits de Citrus. Cette opération peut se faire à la main ou après scarifications mécaniques (**Roux, 2011**). Il existe d'autres méthodes d'extraction des huiles essentielles qui

sont l'hydrodistillation par micro-ondes sous vide et l'extraction au CO₂ supercritique, enfleurage (à froid et à chaud) et l'extraction par des solvants (**Labioud, 2015**).

Les huiles essentielles sont des substances complexes qui contiennent plusieurs centaines de composants, cependant on peut les regrouper en familles de substances chimiques (**Guerrouf, 2017**). Comme toute substance, les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes, caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phenylpropane, moins fréquents.

Elles peuvent également renfermer d'autres composants non volatils issus des processus de dégradation (**Azzedine et Nadji, 2017**). Il convient de souligner que seuls les terpènes de faible masse moléculaire (mono et sesquiterpènes) sont rencontrés dans les huiles essentielles (**Bruneton, 1999**) leur conférant un caractère volatil et des propriétés olfactives (**Pibiri, 2006**).

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des huiles essentielles (**Piochon, 2008**). Une parfaite connaissance de la composition chimique des HE est nécessaire aux industriels pour en contrôler la qualité et la régularité en vue d'une bonne commercialisation et pour y déceler une éventuelle spécificité en vue de sa valorisation.

Dans le cas de notre espèce étudiée aucune étude chimique approfondie n'a été effectuée. Nous sommes intéressés à la caractérisation des propriétés physicochimiques des huiles essentielles de la plante *Peganum harmala* pour cela notre travail a été réparti comme suit :

Une introduction générale dans laquelle nous rapportons quelques généralités sur notre plante et sur les huiles essentielles surtout leurs méthodes d'extraction, composition chimique.

Une partie pratique où nous décrivons les modes opératoires réalisés pour la détermination des caractéristiques physico-chimiques des huiles (Indice d'acide, indice d'ester, indice de réfraction, densité relative). Une partie qui présente les résultats obtenus avec une discussion.

Enfin, une conclusion qui portera une lecture attentive sur les différents résultats obtenus.

II. Matériel et méthodes

II.1 Matériel

II.1.1 Matériel végétal

Les feuilles de *Peganum harmala* sont récoltées durant le mois d'avril 2021, période de maturation, dans la région de Touama (Commune d'Elaach) de Wilaya de Bordj Bou Arreridj, située au Nord-est de l'Algérie qui se caractérise par un climat semi- aride sec. L'identification botanique de l'espèce a été faite sur la base de la description des caractéristiques morphologiques de la plante (Maire, 1933 ; Chopra *et al.*, 1960 ; Ozanda, 1991 ; Bruneton, 1999). Les feuilles ont ensuite nettoyées et utilisées à l'état frais pour préparer les huiles essentielles (Figure 1).



Figure (1): Les différentes parties de la plante *Peganum harmala* **a** : Les feuilles **b** : Les capsules **c** : Les graines **d** : La plante entière (Weckesser, 2013)

II.1.1.1 Description de la plante

L'harmel est une plante herbacée, glabre, de 30 à 60 cm de hauteur à base lignifiée, très ramifié à tige aillée en haut et des feuilles alternes. Les fleurs de la plante sont isolées aux aisselles des feuilles, de 1-2 cm, de couleur vert blanchâtre (Bayer *et al.*, 2009) et des capsules de graines rondes contenant plus de 50 graines (Moloudizargari *et al.*, 2013). Son odeur forte, désagréable rappelant celle de la Rue (Ghaouas, 2014). Il est largement distribué à travers le monde, généralement dans le nord du continent africain et jusqu'au nord des Indes et en Mandchourie (Bruneton, 2009).

II.1.1.2 Nomenclature et appellation

Nom scientifique (Latin) : *Peganum harmala*

Nom commun : Harmel, Rue de syrie, Rue sauvage, Rue verte, Pegane (Dahel et Messaoudi., 2019).

Nom vernaculaire

Arabe : 'alqat al-dib, ḥarjal, ḥarmal, ḥre-milan, ḥuraymilān, legherma, mogannanna.

Berbère : bender-tifré

Anglais : African rue, foreign henna, harmal, harmal peganum, harmal shrub, harmel, harmel peganum, isband, ozallaik, peganum, rue, ruin weed, Syrian rue, wild rue **spèce :** *Peganum harmala* L

Français : harmal, rue sauvage

Italien : armora, pégano, ruta selvatica

Maroc : madjoura

Tamachek : harmel

Portugais : harmale

Allemand : Harmalkraute, Harmal-Raute, Harmel, Harmelkraute, Harmelraute, Harmelstaude, Steppenraute, wilde Raute

Néerlandais : harmala (Lansky *et al.* 2017).

II.1.1.3. Classification

Selon la classification taxonomique de (Ozenda., 1991), *Peganum harmala* est classé :

Règne : Plantage

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Sapindales

Famille : Zygophyllaceae

Genre : *Peganum*

II.1.1.3. Répartition géographique

Tableau 1 : Répartition géographique de *Peganum harmala* (Hammiche et al ., 2013)

Continents	Répartition géographique
En Europe	les zones sèches, de l'Espagne à la Hongrie jusqu'aux steppes de la Russie méridionale
En Afrique	les zones arides méditerranéennes du Moyen-Orient au Nord de l'Afrique (Tunisie, Sahara septentrional et central en altitude, Hauts-Plateaux algériens et Oriane, Maroc oriental)
En Asie	Les steppes de l'Iran et du Turkestan jusqu'au Tibet
En Algérie	<i>Peganum harmala</i> L est commune aux hauts plateaux, au Sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du Sahara central. Il est réputé pour les terrains sableux, dans les lits d'oued et à l'intérieur des agglomérations (Ozenda, 1991).

II.2 Méthodes

II.2.1 Extraction de d'huile essentielle (HE) : la méthode utilisée lors de l'extraction de l'huile est « l'hydrodistillation » comme le montre le montage de la figure 2, facile à mettre en œuvre. L'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (**Bruneton, 1999**).

II.2.1.2 Principe (Marie, 2006)

Le principe de l'hydrodistillation est basé sur l'éclatement et la libération des molécules odorantes (non solubles dans l'eau) contenues dans les cellules de la matière végétale une fois mise en contact avec de l'eau chaude. Ces molécules aromatiques une fois condensées, dans un réfrigérant, donnent les huiles essentielles.



Figure (2) : Montage d'hydrodistillation (Clevenger)

II.2.1.3 Mode opératoire

Préparer 200g de matière végétale (feuilles), l'introduire dans un ballon avec 1000 ml d'eau distillée (le contenu du ballon ne doit pas dépasser les trois tiers pour éviter les débordements au cours de l'ébullition), l'ensemble est ensuite porté à ébullition, une fois on atteint l'ébullition, les cellules éclatent et commencent à dégager leurs contenus en huiles essentielles, qui par la suite sont transportées avec la vapeur d'eau jusqu'au réfrigérant ; les

vapeurs chargées d'huile et qui traversent le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité .

L'huile essentielle de *Peganum harmala* sera par la suite récupérée et pesée pour le calcul du rendement. La (figure3) décrit les différentes étapes de l'extraction



Figure (3) : Les différentes étapes pour l'obtention des huiles essentielles

II.2.2 Détermination du Rendement

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante, il est exprimé en pourcentage et est calculé par la formule suivante (Laghouiter, 2015).

$$\text{RHE} = [\text{mHE} / \text{mv}] \times 100$$

Ou :

RHE : Rendement en huile en %

mHE : Poids de l'huile en (g)

mv : Poids de la matière sèche de la plante en (g)

II.2.3 Les caractéristiques organoleptiques

Les huiles essentielles ont des propriétés organoleptiques (caractéristiques d'une substance qui sont perceptibles par les organes des sens : saveur, odeur, aspect et consistance de l'objet) communes comme le fait d'être liquides à température ambiante, d'être volatiles et entraînables à la vapeur d'eau.

Elles sont aussi très odorantes et incolore ou jaune pâle sauf pour certaines huiles essentielles où la couleur est relativement foncée. En parfumerie, l'examen olfactif qui précède ou suit toute analyse d'huile essentielle est du plus grand intérêt car, si l'odeur de l'huile essentielle n'est pas satisfaisante, il importe peu que les constantes physicochimiques soient correctes : le produit doit être rejeté. Cet essai olfactif est conduit par comparaison avec un échantillon type de l'huile essentielle aussi frais que possible et conservé dans les meilleures conditions (Traikia, 2020).

II.2.4 Détermination des caractéristiques physiques de l'huile essentielle

II.2.4.1 Détermination de la densité relative (AFNOR, NF-T 75- 111).

II.2.4.1.1 Définition

La densité relative à 20°C (d) d'une huile essentielle est le rapport de la masse d'un certain volume d'HE à 20°C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C. Cet indice est déterminé selon les indications de la norme AFNOR, NF-T 75- 111.

II.2.4.1.2 Principe

A l'aide d'un pycnomètre, des volumes égaux d'HE et d'eau sont pesés successives, à la température de 20°C. La d est donné par la formule suivante

$$d_{20}^{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

Où :

m_0 est la masse, en grammes, du pycnomètre vide.

m_1 est la masse, en grammes, du pycnomètre rempli d'eau distillée.

m_2 est la masse, en grammes, du pycnomètre rempli d'HE.

Si l'expérience est effectuée à la température t , un facteur de correction est à adjoindre suivant la formule ci-après :

$$d_{20}^{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} + 0.0007 (t - 20)$$

Où :

t = température ambiante en °C au cours de la manipulation.

Mais malheureusement due à l'absence de pycnomètre dans laboratoire, on a fait les pesés dans un eppendorf.

II.2.4.1.4 Mode opératoire

Peser la masse m_0 de tube vide puis le remplir avec de l'eau distillée et le laisser dans un bain marie à 20°C pendant 30 mn. L'ensemble est ensuite pesé sur une balance de précision à fin de déterminer la masse m_1 .

Après séchage et refroidissement du tube, les mêmes opérations sont effectuées en remplaçant l'eau par l'échantillon d'huile essentielle. Tenant compte des conditions de température à fin de déterminer la masse m_2 de tube contenant l'huile.

. II.2.4.2 Détermination de l'indice de réfraction (AFNOR, NF-T 75-112).

II.2.4.2.1 Définition

L'indice de réfraction d'une HE est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante

II.2.4.2.2 Principe

L'échantillon est mis au contact de l'une des faces d'un prisme, dont l'indice de réfraction est supérieur à celui de l'échantillon. Le tout est illuminé par un ensemble de rayons lumineux rasant la surface de contact. Une fois réfractés, ces rayons délimitent une zone claire et une zone sombre dont la limite a une position angulaire qui est fonction de l'indice de réfraction de l'HE.

L'indice de réfraction s'exprime par la formule suivante :

Où :

$$ID_{20} = I + 0,0004 (T - 20 \text{ } ^\circ\text{C})$$

ID_{20} : La valeur d'indice de réfraction à la température 20°C

I : est la valeur de lecture, obtenue par réfractomètre à la température 20°C

T: température de la salle au moment de la mesure (22°C)

- L'appareil utilisé est le réfractomètre (figure 4):

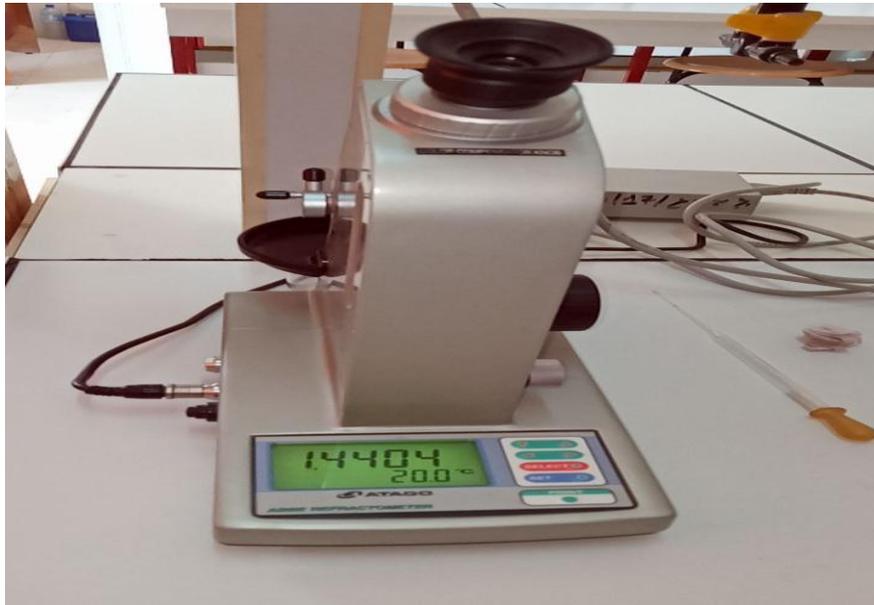


Figure (4): Le réfractomètre

II.2.4.2.2. Mode opératoire

Régler le réfractomètre en mesurant les indices de réfraction des produits étalons (eau distillée a un indice de réfraction de 1,332980 à 20 °C), quelques gouttes d'HE sont déposées sur le prisme de l'appareil. Après le dépôt, l'appareil est refermé, la ligne de séparation est ramenée verticalement et enfin, l'indice de réfraction est lu dans l'oculaire du réfractomètre.

II.2.5 Détermination des Caractérisation Chimique

II.2.5.1. Détermination de l'indice d'acide (ISO, 1999)

II. 2.5.1.1. Définition

L'indice d'acide (IA) est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides contenus dans un gramme d'HE. Cet indice est déterminé selon les indications de la norme AFNOR.

II.2.5.1.2. Principe

La détermination consiste à neutraliser les acides libres de l'HE par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium (KOH) titrée. Le volume de KOH nécessaire à la neutralisation est noté V.

L'indice d'acide est donné par la formule suivante :

$$IA = (56,11 \times T \setminus m) \times V$$

Où :

IA : indice d'acide

V : volume de KOH utilisé (ml)

T : Titre exact de la solution de KOH (N)

m : masse de la prise d'essai (g)

II.2.5.1.4 Mode Opérateur

Un gramme d'HE et 2,5ml d'éthanol 95% à 20°C sont mélangés dans un erlenmeyer, trois gouttes de phénolphthaléine (2g/l) ou le rouge de phénol (0,4g/l) sont ensuite introduits. Le mélange est dosé avec une solution de KOH de concentration 0,1M. La titration est achevée si une coloration rose persistante apparaît pendant quelques secondes (figure5).

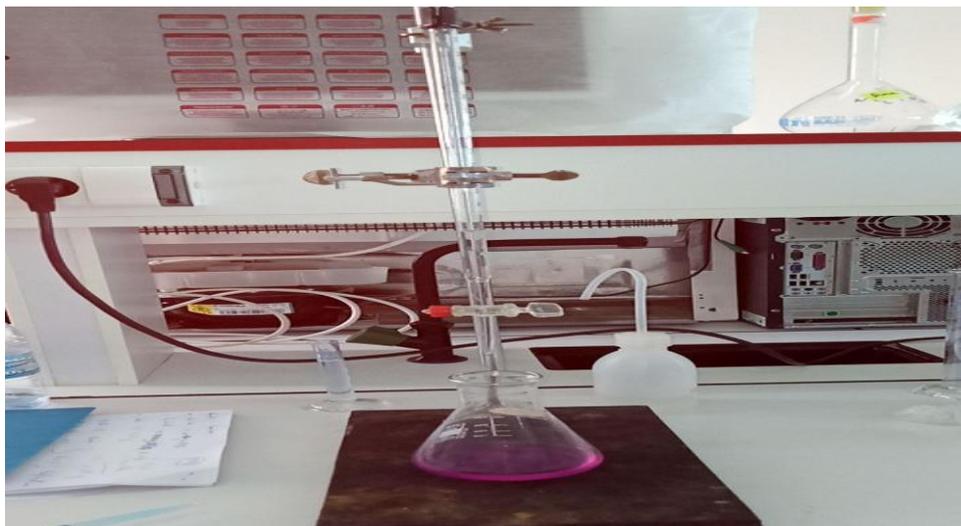


Figure (5): L'ajout de phénolphtaléine dans le mélange

II.2.5.2 Détermination de l'indice d'ester : (AFNOR, 1994)

II.2.5.2.1 Définition

L'indice d'ester est le nombre de milligrammes de KOH nécessaires à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans un gramme d'HE.

II.2.5.2.2 Principe

Les esters sont hydrolysés par chauffage, dans des conditions définies, en présence d'une solution éthanolique titrée de KOH et l'excès d'alcali est dosé par une solution titrée d'HCL.

La formule suivante permet de calculer l'indice d'ester :

$$\mathbf{IE = (58,05 \backslash m) \times (V0 - V1)}$$

Où :

IE : indice d'ester

V0 : volume de KOH à 0,5N utilisé pour le premier essai (ml)

V1 : volume de KOH à 0,5N utilisé pour le deuxième essai (ml)

m : masse de la prise d'essai (g).

II.2.5.2.4 Mode opératoire

Deux grammes d'HE sont introduits dans un ballon ou une fiole, puis 25ml de solution de KOH (0,5M) sont ajoutés avec des fragments de pierre ponce, l'ensemble est placé dans un

bain marie pendant une heure, laissé refroidir puis 20ml d'ED et 5 gouttes de phénolphthaléine à 1% sont ajoutés, l'excès de KOH est titré avec l'HCL (0,5M) sous agitation magnétique Continue, le volume de HCL versé entraîne le virage de la coloration en jaune persistant. En parallèle, un essai à blanc sans l'HE est effectué dans les mêmes conditions.

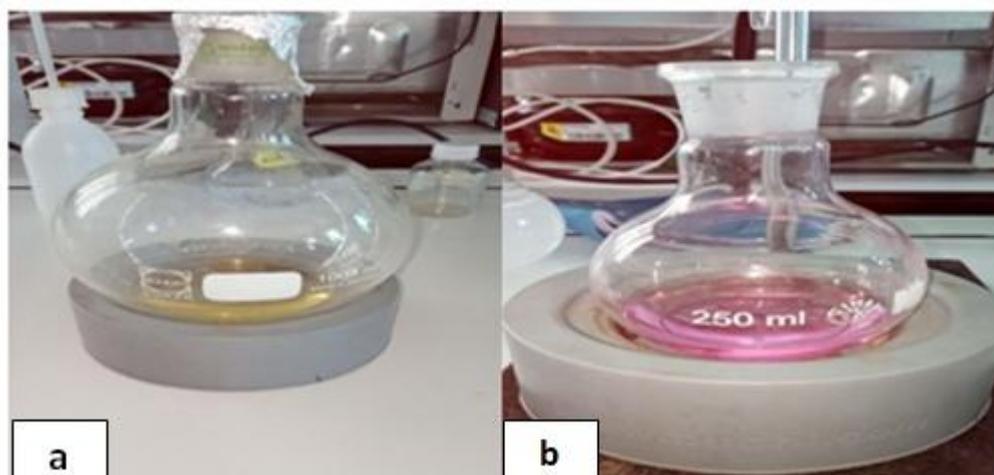


Figure (6): Dosage de l'indice d'ester

a) Dosage à blanc

b) Dosage de l'HE

II.2.5.3 Evaluation de la miscibilité à l'eau salée

II.2.5.3.1 Principe

Une solution de chlorure de sodium (NaCl) est introduite dans la prise d'essai de l'HE de façon graduelle. Deux cas sont possibles :

- si aucun trouble n'apparait après agitation alors l'HE est miscible à l'eau salée.
- S'il y a apparition d'un trouble après agitation alors l'HE est non miscible à l'eau salée.

II.2.5.3.2 Mode opératoire

Dans un tube à essai sec, 3 gouttes d'HE sont versées, puis le même nombre de gouttes de NaCl 30g/l est ajouté. L'ensemble est agité énergiquement.

II.2.5.4 Evaluation de la miscibilité à l'éthanol (ISO, 1999)

II.2.5.4.1 Principe

L'addition goutte à goutte de l'éthanol 90% à une prise d'essai d'une HE, et si il n'y a pas apparition de trouble à un certain volume V d'éthanol alors l'HE est miscible à l'éthanol dans le cas contraire l'HE est non miscible à l'éthanol ; apparition de deux phases distinctes

II.2.5.4.2 Mode opératoire

Dans une éprouvette graduée, 1ml d'HE est introduit, l'ensemble est agité magnétiquement, et à l'aide d'une burette graduée de l'éthanol 90% est versé goutte à goutte jusqu'à l'obtention d'un mélange limpide et le volume d'éthanol versé est noté. L'addition graduelle d'éthanol est poursuivie jusqu'à un total de 20ml et si un trouble apparaît avant que le 20ml soient ajoutés. Le volume ayant induit ce trouble est noté.

II. 2.5.5 Le potentiel d'hydrogène (pH)

II. 2.5.5.1 Définition

Un pH-mètre est muni d'un boîtier relié à une sonde. Le boîtier est un millivoltmètre qui mesure une tension entre les deux électrodes de la sonde, qui sera convertie en pH par un calculateur. Cette tension est due à un échange limité entre les ions sodium du verre de l'électrode et les ions H₃O de la solution (NF V 04-316)

II. 2.5.5.2 Principe

Le pH donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité du milieu, il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogènes libres (H) contenue dans l'huile. (NF V 04-316)

II. 2.5.5.3 Mode opératoire

Régler la température du pH mètre sur le milieu ambiant, rincer toujours la sonde à l'aide d'eau distillée, puis prendre 1ml d'HE à analyser dans un bécher, Plonger la sonde dans la solution et lire le pH.

III Résultats et discussion

III.1 Extraction et Caractérisation de l’Huile Essentielle de *Peganum harmala*

III.1.1 Le rendement d’huile essentielle

Ce rendement est calculé à partir du poids d’huile essentielle extraite par rapport au poids de la masse végétale utilisée (feuilles) dans l’hydrodistillation, soit :

$$R\% = \frac{\text{le poids de l'huile extraite}}{\text{le poids de la matière végétale}} \times 100$$

Le résultat obtenu est décrit dans le tableau(2) :

Tableau 2: Rendement d’huile essentielle des feuilles de *Peganum harmala*

Echantillon	Feuilles fraiche
Poids de l’HE extraite (g)	6
Poids de Feuilles fraiche (g)	200
Rendement (%)	3

D’après les résultats obtenus, le rendement obtenu de 3% a montré que les feuilles de l’harmel est très riche en huile essentielle.

Généralement la teneur des plantes en huiles essentielles est faible et parfois très faible de l’ordre de 1% à 1%. A l’exceptions du Badiane de Chine avec une teneur en essence est supérieure à 5%; et Clou de girofle qui renferme plus de 15% d'essence (**Benouali, 2016**). Ce rendement le plus important pourrait être expliquée par le bon choix de la période de récolte (avril stade végétatif de *Peganum harmala*), selon **Laëtitia, (2015)** dans cette période les plantes produites une teneur maximale en essence donc pour un rendement optimal, la récolte de l’essence doit être s’effectuer pendant le stade végétatif propre à chaque plante aromatique. De plus la composition en HEs, extraite par hydrodistillation, peut être influencé par la quantité en eau, mise dans le ballon de distillation, car certains composés tels que : le terpinèn-4-ol, l’ α - terpinéol et le cinéol sont peu solubles dans l’eau (**Williams et Lusunzi, 1994**).

Toutefois, il est difficile de comparer les résultats du rendement avec ceux de la bibliographie, car le rendement n’est que relatif et dépend de la méthode et les conditions dans lesquelles l’extraction a été effectuée.

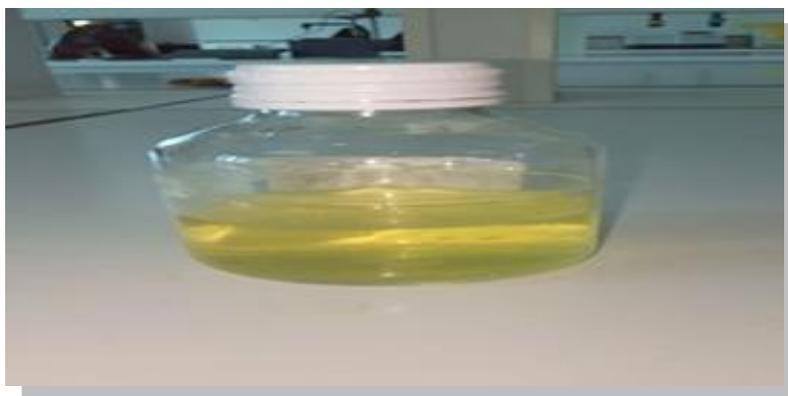
III.1.2. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles

Les résultats des caractéristiques organoleptiques de notre HE sont représentés dans le tableau(3) :

Tableau 3: Caractéristiques organoleptiques des HEs

Aspect	Couleur	Odeur
Limpide	Jaune pâle	Forte, désagréable

L'extraction par hydrodistillation des feuilles de la plante *Peganum harmala* a fourni des huiles essentielles ayant une coloration du jaune claire avec une forte et persistante odeur.



Figure(7): L'huile essentielle de *Peganum harmala*

Les caractéristiques organoleptiques (aspect, couleur, odeur,) qui étaient utilisées autrefois pour évaluer la qualité d'une huile essentielle, ne donnent en réalité que des informations très limitées sur ces essences. En effet, d'autres techniques de caractérisation plus précises sont plus que nécessaires. Des normes adoptées concernant les indices physicochimiques définissent la qualité d'une huile essentielle et par conséquent sa valeur commerciale.

III.2 Etude physico-chimiques

III.2.1. Caractéristiques physiques

III.2.1.1 Densité relative

La détermination de la densité est un des critères de pureté d'une huile. Elle est en fonction de la composition chimique des huiles et de la température. Dans notre étude, nous avons déterminé ce critère de pureté à une température de 20C. Le résultat est présenté dans le tableau(4) :

Tableau 4: Densité de l'huile essentielle de *Peganum harmala*

	Valeurs obtenus
Masse (m0)	0.9
Masse (m1)	1.41
Masse (m2)	1.42
Densité (d20)	1.02

m0 : la masse en grammes, du pycnomètre vide.

m1 : la masse en grammes, du pycnomètre rempli d'eau distillée.

m2 : la masse en grammes, du pycnomètre rempli d'HE.

La densité ou la masse volumique est une grandeur physique qui caractérise la masse d'un matériau par unité de volume. C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile essentielle à 20°C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à la même température.

Nous avons remarqué que la densité de l'HE de *Peganum harmala* est de 1.02 est presque égale à celle d'eau et inférieure à celle du clou de girofle 1.09 (HE lourd) (Traikia, 2020).

Ce paramètre est lié à la composition chimique de cette huile qui est affectée par un grand nombre de facteurs tels que le phénotype, le moment de récolte, le type de terrain, la conservation, le procédé et les conditions d'extraction (Tenschere et al., 2005)

La détermination de la densité des HES des plantes médicinales est très importante pour évaluer la qualité des huiles dans différents domaines de la vie (cosmétique, pharmacie, agroalimentaire, chimique, etc..). Elle peut facilement donner un aperçu sur la naturalité du produit ainsi que les tentatives de fraudes et d'altération le moment de la journée consacrée à la cueillette de la plante (Boughendjioua, 2015).

III.2.1.2 Indice de réfraction

L'indice de réfraction indique la capacité de l'HE à réfléchir la lumière. Ce rapport est généralement élevé, L'indice de réfraction de notre échantillon est de **1,4412** qui est supérieur à ceux de l'eau à 20°C = 1.3356 et inférieure à celle du clou de girofle **1,608** (Trakia, 2020).

Cet indice dépend de la composition chimique qui augmente en fonction des longueurs des chaînes d'acides, de leurs degrés d'insaturation et de la température, il varie essentiellement

avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donne un indice plus élevé.

III.2.1.3 Le Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène, une variable facile à mesurer, est utilisée pour caractériser un produit fini ou encore à des fins de contrôle de qualité. Le pH de l'huile essentielle de notre plante est de l'ordre de **6.6**

Les résultats montrent que cette huile a un pH relativement neutre ce qui nous permet de dire que le taux d'acidité est relative avec le potentiel d'hydrogène. En outre, plus le pH est élevé plus le taux d'acidité est faible.

III.2.2 Caractéristiques chimiques

III.2.2.1. Indice d'acide

L'indice d'acide (*IA*) d'huile essentielle obtenu après application de la formule est présent dans le tableau (5) :

Tableau 5: Indice d'acide de l'HE de *Peganum harmala*

Masse de l'HE	1
Volume de KOH 0,1N	0.8
Titre exact de la solution de KOH (N)	0.1
Indice d'acide	4.48

L'indice d'acide, noté (*IA*) indique la quantité d'acides libres dans une huile. Il est défini comme la masse d'hydroxyde de potassium, exprimée en mg, nécessaire au titrage de tous les acides libres contenus dans 1,0 g de cette huile.

L'huile dégradée contient de plus en plus d'acides libres ce qui fait croître son indice d'acide La mesure de cette acidité libre est un moyen pour déterminer son altération. Cette mesure permet d'évaluer par exemple le vieillissement d'une peinture sur toile.

L'indice d'acide de l'HE de *Peganum harmala* est de **4.48** cette dernière est élevée par rapport du clou de girofle **3,6 (Traikia, 2020)**, qu'il contient moins d'acides libres que *Peganum harmala*. Un indice d'acide inférieur à 2 indique que l'HE est bien conservé selon (**Boukhatem et al., 2010**). Donc l'HE de *Peganum harmala* n'a pas été conservé dans les meilleures conditions qui sont encore à déterminer.

III.2.2.2. Indice d'ester

Les résultats d'indice d'ester (IE) de l'huile essentielle calculée suivant la formule indiquée dans la partie matériel et méthodes sont représentés dans le tableau(6)

Tableau 6: Indice d'ester de l'HE de *Peganum harmala*

V₀ (ml)	29
V₁ (ml)	25
m : masse de la prise d'essai(g)	2
IE : indice d'ester	56.1

L'indice d'ester représente un indicateur renvoyant directement à la qualité de l'huile essentielle étudiée. En effet, les huiles essentielles de très bonnes qualités renferment une très grande quantité d'esters et proportionnellement, plus la qualité d'une huile est élevée, et plus elle contiendra d'esters.

L'indice d'ester d'HE est de **56,1** cette valeur est largement supérieure à celle des huiles du clou de girofle **39** (Traikia, 2020). *Peganum harmala* contient plus d'acides libérés par hydrolyse ceci peut être dû à une forte teneur en esters de l'huile.

III.2.2.3. Miscibilité à l'éthanol et à l'eau salée

L'HE de *Peganum harmala* est miscible à l'éthanol. L'addition progressive de 0,8ml d'éthanol 95%, le mélange devient limpide. Elle garde la limpidité même après addition de 20 ml d'éthanol.

L'HE de *Peganum harmala* est non miscible à l'eau salé. De même pour l'HE du clou de girofle, elle est miscible à l'éthanol et non miscible à l'eau salée (Traikia, 2020).

Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. La plante *Peganum harmala*, appartient à la famille des zygophyllacées, est parmi les plantes largement employée de nos jours en médecine traditionnelle à travers le monde.

L'utilisation des HEs est connue depuis l'antiquité par les anciennes civilisations pour soigner les pathologies courantes. Aujourd'hui, les huiles essentielles représentent l'un des principes actifs les plus importants en raison de leurs multiples et diverses applications grâce au potentiel thérapeutique de leurs constituants.

L'objectif de notre travail consiste sur l'extraction et l'analyse physico-chimique des huiles essentielles extraites à partir des feuilles de *Peganum harmala*.

L'extraction de l'huile essentielle de *Peganum harmala* a été réalisée par hydrodistillation. Le rendement a été de 3%. Cette valeur est très importante aux rendements obtenus chez d'autres espèces.

D'après les propriétés organoleptiques (odeur, couleur et aspect), on a observé que l'odeur est très forte caractérise les huiles étudiées, mais comme ces propriétés ne donnent que des informations très limités sur notre huile.

L'étude des caractères physico-chimiques de l'huile est un moyen très indispensable pour la reconnaissance des composés existants mais également de valoriser leurs propriétés biologiques.

Subséquentement, on peut dire que l'étude a donné des résultats acceptables pour le rendement d'extraction et l'analyse physico-chimique des huiles essentielles de *Peganum harmala*.

Références bibliographique

AFNOR NF ISO280 (T75-112). (1999). Huiles essentielles-. Détermination de l'indice de réfraction (homologuée le 5 septembre 1994). Journal officiel du 23 février 1999, Num. 147 : Avis relatifs à l'homologation et à l'annulation de normes. NOR : ECOI9910009V.

AFNOR. (2000). « Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris, 661-663p.

AFNOR. Norme NF ISO 1242. (1999). Huiles essentielles -- Détermination de l'indice d'acide.

AFSSAPS. (2008). Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé, Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles.

Anton R., & Lobstein A. (2005). Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. *Tec & Doc* Paris, 522p.

Apostolico I., Aliberti L., Caputo L., De Feo F., Fratianni F., Nazzaro F., Lucèia F., Khadhr M. (2016) Chemical, antibacterial and phytotoxic composition Activities of essential oils of *Peganum harmala* seeds from five different locations in North Africa, *molecules*, 21, 1235p.

Bayer E., Butter K et Finkenezler X. (2009). Guide de la plante méditerranéenne. 82-83p.

Behidj-Benyounes., N, Dahmene., T, N. Allouche and A. Laddad. (2014). Phytochemical, Antibacterial and Antifungal Activities of Alkaloids Extracted from *Peganumharmala* (Linn.) Seeds of South of Algeria. -*Asian Journal of Chemistry*, 26, (10), 2960-2964p.

Benouali D. (2016). Extraction identification des huiles essentielles pour obtention de diplôme de master.

Bouallala M. Chahma. (2014) : Equation d'estimation de la phytomasse aérienne des plantes spontanées pérennes broutées par le dromadaire au Sahara Nord-Occidental Algérien *Revus des BioRessources* Vol 5 n°1 juin 2014, 29-36p.

Boughendjioua H. (2015). Les plantes médicinales utilisées pour les soins de la peau. Composition chimique, activité antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de Citrus limon.

Boukhatem M.N., Hamaidi M.S., Saidi F., Hakim Y. (2010). Extraction, composition et propriété physico-chimique de l'huile essentielle du Géranium rosa (*Pelargonium graveolens L*) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Revue « Nature et Technologie »* 3 : 37-45p.

Boumediou A., Addoun S. (2017). Étude ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie) (Thèse de doctorat en Pharmacie). Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, Algérie., 130p.

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} Édition. Médicales internationales Editions Technique & Documentation, Cachan, [S.l.], Paris, 199-673p.

Bruneton. (2009). Pharmacognosie. Phytochimie, Plantes médicinales. 4^{ème} Ed Lavoisier Paris, 199-388p.

Chabrier Jean-Yves. (2010). Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de doctorat. UHP-Université Henri Poincaré. 184p.

Chopra I.C., Abrol B.K., Handa K.L. (1960) Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique. Ed. UNESCO.

Couic-Marinier F., Lobstein A. (2013). Composition chimique des huiles essentielles. Actual pharm ; 52 (525): 22-25.

Dahel I., Messaoudi R. (2019). Activités biologiques et toxique des extraits d'une plante médicinale *Peganum harmala* (Thèse de Magistère). Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, B.B.A, Algérie.

Derakhshanfar A.k, Oloumi MM, Mirzaie M. (2010). Study on the effect of *Peganum harmala*.

Fasla B. (2009) .Evaluation du potentielle antimittotique et genotoxique de plante médicinale et analyse photochimique. Pour l'obtention de diplôme de magistère. Université d'Oran, 23p.

Ghaouas S. (2014). Intoxication par *peganum harmala* (centre anti poison et pharmacovigilance du maroc). Université Sidi Mohamen Ben Abdellah. 31,12p.

Guerrouf. (2017) . « Application des huiles essentielles dans la lutte microbiologique cas d'un cabinet dentaire ». Mémoire de Master. Université de Ouargla (Algérie).

Hamliche V., Merad R., Azzouz M. (2013) Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen. Paris, Springer, 447P.

Harchaoui L. (2019). Effet antimittotique et cytotoxique des alcaloïdes de la fraction et des extraits aqueux des feuilles de *Peganum harmala* L. (Thèse de Magistère). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.

Hua S, Xiaoli H ,Yuanming Z, Chi Z. 2013. Main Alkaloids of *Peganum harmala* L. and Their Different Effects on Dicot and Monocot Crops. Molecules 18 :2623-2634p.

Iserin P.(2001) . Encyclopédie des plantes médicinales. 2^{ème} Ed. Larousse. Londres 143, 225, 226 p.

Jouault S. (2012). La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité pour obtenir le diplôme d'état de docteur en pharmacie ,18- 19p.

Labiod R. (2015). Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide. pour l'obtention du diplôme de Doctorat en biochimie 14 -16p.

Laëtitia M. (2015). Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant. Pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie, 45p.

Laghouiter O.K., Gherib A., Laghouiter H.(2015). Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de certaines menthes cultivées dans la région de Ghardaïa ElWahat pour les Recherches et les Etudes(8) n°1 : 84 – 93 84p.

Lansky E.S., Lansky S., Paavilainen H.M. (2017). Harmal : The Genus Peganum, 1st ed, Traditional Herbal Medicines for Modern Times. CRC Press.278p.

M. Piochon. (2008). Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse," Mémoire, Université du Quebec.

Marie E.L. (2006). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles.

Mokkadem A. (1999). Cause de Dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. In Revue Vie et Nature. n°7. 24 – 26 p.

Moloudizargari M, Mikaili P, Aghajanshakeri S, Asghari M.H, and Shayegh J.(2013) : Pharmacological and therapeutic effects of *Peganum harmala* and its main alkaloids. Pharmacogn Rev .7(14) ,199-212p.

Moussaoui L., Chabane L. (2019). Effet antimittotique et cytotoxique des flavonoïdes des feuilles de *Peganum harmala* L. (Thèse de Magistère). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.

N. Azzedine, T.Nadji. (2017). « Evaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'une plante médicinale de la famille des Euphorbiaceas ». Mémoire de Master. Université de Boumerdes (Algérie).

Nogaret E. (2008). La phytothérapie .1èmeEd. Paris, 192 *Gallica*146, 353-359p.

Ozenda P. (1991). Flore de Sahara .2 ème Ed, Paris,622 p.

Pibiri M. C. (2006). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse Doctorat , EPFL Lausanne, p.

Roux D. (2011) : Conseil en aromathérapie. 2e éd. Pays-Bas ,187p.

Traikia A, Mansouri M. Etude des caractéristiques physiques et chimiques des huiles essentielles du clou de girofle et de l'eucalyptus Septembre 2020 Mémoire du projet de fin d'étude Master 2.

Références bibliographique

Wecksser W. (2013). First record of *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) in Val Verde County, Texas, and subsequent eradication treatment. *Phytoneuron* (71), 1– 5p.

Yousefi R., Ghaffarifar F. & Dalimi A.A. (2009). The Effect of *Alkanna tinctoria* and *Peganum harmala* Extracts on *Leishmania major* (MRHO/IR/75/ER) in vitro. *Iranian Journal of Parasitology* 4, 9-47p.

Annexes

Matériel et produits utilisés

Matériel	Produits
<ul style="list-style-type: none">○ Un ballon○ Un réfrigérant○ Une ampoule à décantation○ Une balance○ Bain- marie○ Pipette pasteur○ Erlenmeyer	<ul style="list-style-type: none">○ Eau distillée○ solution de KOH (0,5M)○ Solution de phénophtaléine○ Solution de HCL○ Solution d'éthanol○ Solution d'hydroxyde de sodium

Résumé

Notre travail visait à étudier les caractéristiques physicochimiques de l'huile essentielle extraite à partir des feuilles de *Peganum harmala*. Plante médicinale appartient à la famille des zygophyllacées et qui est largement utilisée en médecine traditionnelle dans la région de Bordj Bou Arreridj.

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation nous a permis d'obtenir un rendement important de 3% avec une forme limpide, de couleur jaune pâle et une odeur désagréable. Ensuite plusieurs paramètres physicochimiques (la densité, l'indice de réfraction, l'indice d'acide, l'indice d'ester, le pH, la miscibilité avec de l'eau et l'éthanol), ont été déterminés. Les résultats des analyses physicochimiques de l'huile essentielle sont conformes aux normes (AFNOR)

L'étude des caractères physico-chimiques d'une huile est un moyen très indispensable pour la reconnaissance des composés existants mais également de valoriser leurs propriétés biologiques.

Mots clés : Huile essentielle ; Hydrodistillation ; *Peganum harmala* ; propriétés physicochimiques.

Abstract

Our work aimed to study the physicochemical characteristics of essential oils extracted from the leaves of *Peganum harmala*. Medicinal plant belongs to the Zygophyllaceae family and is widely used in traditional medicine in the Bordj Bou Arreridj region. The extraction of essential oils by hydrodistillation allowed us to obtain a significant yield of 3% with a clear form, pale yellow in color and an unpleasant odor. Then several physicochemical parameters (density, refractive index, acid number, ester number, pH, miscibility with water and ethanol) were determined. The results of the physicochemical analyzes of the essential oil comply with standards (AFNOR). The study of the physicochemical characteristics of oil is a very essential means for the recognition of existing compounds but also for enhancing their biological properties.

Keywords: Essential oil; Hydrodistillation; *Peganum harmala*; physicochemical properties.

ملخص

يهدف عملنا إلى دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيوت الأساسية المستخرجة من أوراق *Peganum harmala*. نبات طبي ينتمي إلى عائلة Zygophyllaceae وقد استخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي في الجزائر خاصة في منطقة برج بوعريش.

سمح لنا استخلاص الزيوت العطرية بالتقطير المائي بالحصول على عائد كبير بنسبة 3% بشكل واضح ولون أصفر باهت ورائحة قوية. ثم تم تحديد العديد من المتغيرات الفيزيائية والكيميائية (الكثافة، معامل الانكسار، مؤشر الحمض، مؤشر الأستر، الرقم الهيدروجيني، الامتزاج بالماء والإيثانول). تتوافق نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية للزيت العطري مع معايير (AFNOR) تعتبر دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت وسيلة ضرورية للغاية للتعرف على المركبات الموجودة ولكن أيضًا لتعزيز خصائصها البيولوجية.

الكلمات المفتاحية: زيت عطري؛ التقطير المائي؛؛ *Peganum harmala*؛ خصائص الفيزيائية والكيميائية.