

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Faculté des Sciences et  
Technologie

Département des Sciences et  
Technologie



Université de  
Ghardaïa

كلية العلوم  
والتكنولوجيا

قسم العلوم و التكنولوجيا

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de  
Licence académique en Sciences Technologies  
Spécialité : Génie des Procèdes

**THEME**

*Etude de quelques propriétés physico-chimiques de  
l'huile essentielle de la plante Cymbopogon  
schoenanthus (L.), de la région de Ghardaïa*

Présenté par

- BELLAOUER Asma
- FIHAKHIR Rekia

Membres du jury

HELLALI Naima

AGOUN Saleh

Grade

Maître assistant classe A

Maître assistant classe A

Encadreur

Examineur

**Mai 2015**



# Remerciement

*Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant, de nous  
Avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminée cette  
mémoire.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude*

*À tous ceux qui ont contribué notre promoteur M<sup>lle</sup> NAÏMA HELLALI,  
Qui a accepté de nous encadrer, nous le remercions infiniment, pour son  
aide,*

*Ses orientations, sa patience et sa correction sérieuse de ce travail.*

*N'oubliez pas Monsieur AGOUN SALEH*

*Pour ses orientations Nous remercions tous nos enseignants,*

*Pour leur patience, leurs efforts et leurs conseils pendant nos études*

*Nous ne pouvons oublier nos collègues*

*De promotion 3<sup>ème</sup> Génie des procédés (2014-2015).*

## Résumé :

Ce travail rentre dans le cadre de l'étude des huiles essentielles de la plante de *Cymbopogon schoenanthus* ainsi que l'étude des quelques propriétés physico-chimiques d'huile essentielle extraite par la méthode d'hydrodistillation.

D'après les résultats obtenus, on constate que le rendement d'huile essentielle est de **1.31%**.

Les résultats des analyses physico-chimiques des huiles essentielles sont conformes à La norme (AFNOR).

**Mots clés :** *Cymbopogon schoenanthus*, huile essentielle.

## Abstract :

The aim of this work is the study of essential oils and characterize some physico-chemical parameters of extracted oil of *Cymbopogon schoenanthus* using hydrodistillation process.

According to the obtained results we found that the yield of essential oil for the studied plant is **1.31%**.

The results of physico-chemical analyses of essential oil adapt to (AFNOR) norm.

**Key Word :** *Cymbopogon schoenanthus*, essential oil.

## المخلص:

يهدف هذا العمل لدراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية للزيت الطيار المستخلص من نبتة *Cymbopogon schoenanthus* بطريقة التقطير.

حسب النتائج المتحصل عليها نذكر أن المردود المتحصل عليه من خلال استخلاص الزيوت الطيارة للنبتة المدروسة يقدر بـ **1.31%**.

التحاليل الفيزيوكيميائية المجرات على الزيوت الطيارة أعطت نتائج مطابقة للمعايير الدولية

(AFNOR)

**الكلمات المفتاحية :** نبتة اللماذ , الزيوت الطيارة.

# Sommaire

Titre		Page
<b>Abréviations</b>		1
<b>Liste des figures</b>		2
<b>Liste des tableaux</b>		3
<b>Introduction Générale</b>		5
<b>Chapitre I : Généralités sur les huiles essentielles</b>		7
<b>I.1</b>	Définition	8
<b>I.2</b>	Historique	8
<b>I.3</b>	Composition chimique des HE	9
<b>I.3.1</b>	Les terpénoïdes	10
<b>I.3.2</b>	Les monoterpènes	10
<b>I.3.3</b>	Sesquiterpènes	10
<b>I.3.4</b>	Les composés aromatiques	10
<b>I.3.5</b>	Les composés d'origines diverses	11
<b>I.4</b>	Utilisation des huiles essentielles	11
<b>I.4.1</b>	En pharmacie	11
<b>I.4.2</b>	Dans l'industrie	12
<b>I.4.2.1</b>	En cosmétologie	12
<b>I.4.2.2</b>	Alimentation	12
<b>Chapitre II : Caractéristiques physico-chimiques des HE</b>		13
<b>II.1</b>	Qualité et Rendement des huiles essentielles	14
<b>II.2</b>	Propriétés physiques	15
<b>II.3</b>	Propriétés chimiques	15
<b>II.4</b>	Action des huiles essentielles	18

<b>II.5</b>	Conservation des huiles essentielles	18
<b>II.6</b>	Contrôle des huiles essentielles	18
<b>Chapitre III : Méthodes d'extractions</b>		20
<b>III.1</b>	Historique de l'extraction	21
<b>III.2</b>	Méthode de l'extraction	22
<b>III.3</b>	Hydrodistillation	22
<b>Chapitre IV: La plante <i>Cymbopogon schoenanthus</i></b>		24
<b>IV.1</b>	La variété <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	25
<b>IV.2</b>	Situation géographique	25
<b>IV.3</b>	Description	25
<b>IV.4</b>	L'usage traditionnel de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	26
<b>Chapitre V : Partie expérimentale</b>		27
<b>V.1</b>	Matériels et méthodes	28
<b>V.1.1</b>	La récolte et le séchage	28
<b>V.1.2</b>	Extraction des huiles essentielles	28
<b>V.1.3</b>	Détermination des rendements en huiles essentielles	30
<b>V.1.4</b>	Indice physico-chimique des huiles essentielles étudiées	30
<b>V.1.4.1</b>	Caractéristiques physiques	30
<b>V.1.4.2</b>	Caractéristique chimiques	32
<b>V.2</b>	Résultat et discussion	34
<b>V.2.1</b>	Rendement en huile essentielle de la plante <i>Cymbopogon schonenathus</i>	34
<b>V.2.2</b>	Résultats des analyses physico-chimiques	34
<b>Conclusion Générale</b>		37
<b>Bibliographie</b>		38

# Abréviation

<b>AFNOR</b>	<b>Association Française de Normalisation</b>
<b>C</b>	<b>La concentration</b>
<b>Fig</b>	<b>Figure</b>
<b>HE</b>	<b>Huiles essentielles</b>
<b>IA</b>	<b>L'indice d'acide</b>
<b>IE</b>	<b>L'indice d'ester</b>
<b>L</b>	<b>L'épaisseur de film</b>
<b>m</b>	<b>La masse</b>
<b>min</b>	<b>Minute</b>
<b>mm Hg</b>	<b>Millimètre de mercure</b>
<b>R<sup>dt</sup></b>	<b>Le rendement d'huiles essentielles</b>
<b>Tab</b>	<b>Tableau</b>
<b>UV</b>	<b>Ultraviolet</b>
<b>V</b>	<b>Le volume</b>

# Liste des figures

<b>N°de la figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Quelques composés aromatiques rencontrés dans les HE	10
2	Schéma d'un montage de l'hydrodistillation	23
3	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) spreng	25
4	Les fleurs de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	26
5	Montage de l'hydrodistillation réalisé dans ce travail	29
6	Huile +l'eau dans l'ampoule a décanté	29
7	Photo d'un réfractomètre	31
8	Dispositif de titrage pour définir l'indice d'acide	32
9	Schéma général de la procédure expérimentale	33

# Liste des tableaux

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Caractéristiques physico-chimiques liées à la volatilité de quelques constituants odorants	16
2	Le point d'ébullition et la solubilité dans l'eau de quelques compositions odorants	17
3	Lieu de récolte de la plante et les caractéristiques géographiques et bioclimatiques de la zone de récoltes	28
4	Caractéristique physico-chimique des huiles essentielles de la plante <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	34

# **Introduction Générale**

Pendant des siècles, l'Homme s'est toujours soigné par les plantes, de manière empirique, guidé par la tradition ou les coutumes. La plupart de grands médecins du passé ont été des phytothérapeutes. [1]

Les vertus thérapeutiques des plantes ont été expérimentées depuis lors et leurs précieuses caractéristiques se sont transmises oralement de génération en génération ou consignés dans les vieux écrits. Les remèdes de bonne réputation ont prévalu malgré le développement de la médecine moderne qui est venue marginaliser le recours aux techniques médicales naturelles.

Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications des leurs HE dans les soins de santé ainsi que leurs utilisations dans d'autres domaines d'intérêt économique. Leurs nombreux usages font qu'elles connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux. [2]

La popularité dont jouissent depuis longtemps les HE et les plantes aromatiques en général reste liée à leurs propriétés médicinales en l'occurrence les propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques, antivirales, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides et insectifuges, tonifiantes, stimulantes, calmantes, etc. [3],[4]

D'autre part, HE sont des substances très actives et par ailleurs elles peuvent être toxiques.

Leur toxicité est liée à la présence de certains sites fonctionnels oxygénés. Parmi leurs propriétés indésirables, on peut souligner entre autres : les propriétés vésicantes, nécrosantes, allergiques, hépatotoxique, photo sensibilisantes, neurotoxiques. [5]

Leur utilisation devrait être basée sur les connaissances fiables et suffisantes apportées par la recherche scientifique bien menée. Il est donc indispensable de connaître les principes actifs des plantes afin d'en étudier l'efficacité, le mode d'action et évidemment les effets secondaires.

Connaître une plante ayant des vertus médicinales suppose pouvoir décrire sa morphologie et son anatomie, connaître son origine et son mode d'action, apprécier l'incidence de ceux-ci sur sa qualité, analyser sa composition chimique et les facteurs qui peuvent la faire varier, connaître la structure et les propriétés des principes actifs aussi bien que leur activité pharmacologique, savoir apprécier la qualité par des éléments objectifs et mettre en œuvre des méthodes pour la contrôler, et enfin d'appréhender tous les problèmes liés à l'utilisation des plantes et des produits qui en sont issus: indication, contre -indication, effets secondaires, interactions médicamenteuses. [6]

La maîtrise de tous ces paramètres ne peut se faire qu'avec un concours de plusieurs disciplines, chacune apportant une contribution suivant sa spécialité.

Ainsi, pour les plantes étudiées, plantes pour lesquelles il n'existe pas assez de travaux sur leurs huiles, notre préoccupation majeure était d'abord connaître la composition chimique des huiles essentielles qui en sont extraites avant d'envisager quelle pourrait être leurs propriétés

pharmacologiques et d'autres utilisations possibles. Dans ce contexte, ce travail étant purement de caractère chimique, nous nous sommes fixés comme objectif principal l'identification des constituants chimiques des HE *Cymbopogon schoenanthus*.

Ce rapport est constitué de trois parties :

- la première partie passe en revue les généralités sur les HE et la description botanique des espèces étudiées,
- la deuxième partie s'articule au matériel et méthodes utilisées,
- la troisième partie est consacrée aux résultats, leur interprétation et discussion.

# **CHAPITRE I**

**Généralités sur les huiles essentielles**

Les HE des plantes sont très recherchés, car elles sont généralement dotées de propriétés biologiques intéressantes. Certaines ont des propriétés pharmaceutiques reconnues, d'autres sont utilisées comme bases de parfums ou comme additifs alimentaires.

La qualité des HE dépend d'un grand nombre de paramètres d'origines différentes tels que : l'origine botanique, le cycle végétatif, le site producteur et les conditions géographiques et climatiques, etc.

### **I.1. Définition :**

Plusieurs définitions disponibles d'une HE convergent sur le fait que les HE, communément appelées " essences ", sont des produits de composition généralement assez complexe, renfermant les principes odorants volatils contenus dans les végétaux.

Elles diffèrent des huiles fixes (huile d'olive,...) et des graisses végétales par leur caractère volatil ainsi que leur composition chimique.

### **I.2. Historique :**

Depuis des millénaires, les plantes aromatiques ont toujours été tenues en haute estime par les thérapeutes du monde entier.

Les grands berceaux géographiques de la civilisation aromatique sont l'Inde, la Chine et le bassin méditerranéen. Ces berceaux ont légué à l'humanité des procédés et des connaissances dans le domaine des huiles essentielles dont la validité est toujours d'actualité.

L'histoire de l'aromathérapie, qui est celle des HE, peut se résumer en quatre époques suivantes :

- L'époque au cours de laquelle étaient utilisées des plantes aromatiques telles quelles ou sous forme d'infusion ou de décoctions.
- Celle dans laquelle les plantes aromatiques étaient brûlées ou mises à infuser ou à macérer dans une huile végétale. A cette époque, intervient la notion d'activité liée à la substance odorante.
- la troisième correspond à la recherche de l'extraction de cette substance odorante. Il apparaît le concept " HE " qui aboutit à la création et au développement de la distillation.
- En fin, la dernière qui est la période moderne dans laquelle les connaissances des composants des HE interviennent et expliquent les effets physiques, chimiques, biochimiques, physiologiques, voire électroniques des arômes végétaux.[7]

En 1931, **Gattéfosse** dans son ouvrage " **Aromathérapie** ", en décrivant ses expériences et ses découvertes, il fut le premier à démontrer les relations structure/activité des molécules

aromatiques et à établir les grandes propriétés des arômes naturels comme étant antitoxiques, antiseptiques, tonifiantes, stimulantes, calmantes, etc.[8]

Par exemple, au cours des dernières années, l'Amérique du Nord a manifesté un grand intérêt à l'utilisation des plantes médicinales pour plusieurs raisons.[9]

- Elles sont moins coûteuses par rapport aux médicaments de synthèse.
- Le public est déçu par la médecine moderne, laquelle n'arrive pas à trouver des remèdes à tous les maux.
- En fin, la valeur médicinale des plantes est de plus en plus prouvée scientifiquement, c'est ce qui constitue d'ailleurs un argument de taille pour leur usage en médecine.

En 1990, Frachomme et Pénéol évoquent le terme de "la médecine aromatique" dans leur livre "**Aromathérapie exactement**" contenant les chémotypes et les indications thérapeutiques reposant sur les bases scientifiques.

Ainsi, l'industrie des plantes médicinales est devenue, en peu de temps, le secteur de l'industrie pharmaceutique connaissant la plus forte croissance annuelle, **soit 15 à 20%**.[10]

### **I.3. Composition chimique des huiles essentielles :**

La détermination de la composition chimique a intéressé de nombreux chercheurs et les méthodes d'analyse chimique de plus en plus sophistiquées ont permis d'identifier un très grand nombre de constituants des HE .

Les HE sont des mélanges plus ou moins complexes dont les constituants jouent du point de vue parfum des rôles d'inégale importance : les uns contribuent puissamment à l'arôme de l'essence, certains participent simplement à l'harmonie du mélange. D'autres sont complètement inodores ou peu odorants, ceux-ci ont un rôle tout à fait effacé.

Les constituants des HE appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatique dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents, d'autre part. Elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils.[11]

Les principaux constituants des HE sont les suivants :

### I.3.1. Les terpénoïdes :

Le terme terpène rappelle la toute première extraction de ce type de composé dans l'essence de térébenthine. Dans le cas des HE, seuls les terpènes les plus volatils, c'est à dire, ceux dont la masse moléculaire n'est pas élevée sont observés. Ils répondent dans la plupart de cas à la formule générale  $(C_5H_8)_n$ . Suivant les valeurs de n, on a les hémiterpènes (n=1), les monoterpènes (n=2), les sesquiterpènes (n=3), les triterpènes (n=6), les tétraterpènes (n=8) et les polyterpènes. Les constituants des HE sont très variés . [12]

### I.3.2. Les monoterpènes :

Les carbures sont presque toujours présent, ils peuvent être acycliques (terpinène, cymène) ou bi cycliques pinène camphène, sabinène). Ils constituent parfois plus de 90% de HE (citrus, térébenthines).[13]

### I.3.3. Sesquiterpènes :

Les sesquiterpènes sont de structures très diverses (C<sub>15</sub>) : les carbures, les alcools, et les cétones sont les plus fréquents.[13]

### I.3.4. Les composés aromatiques :

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les HE. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propényl phénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des HE. Nous pouvons citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle.[12]

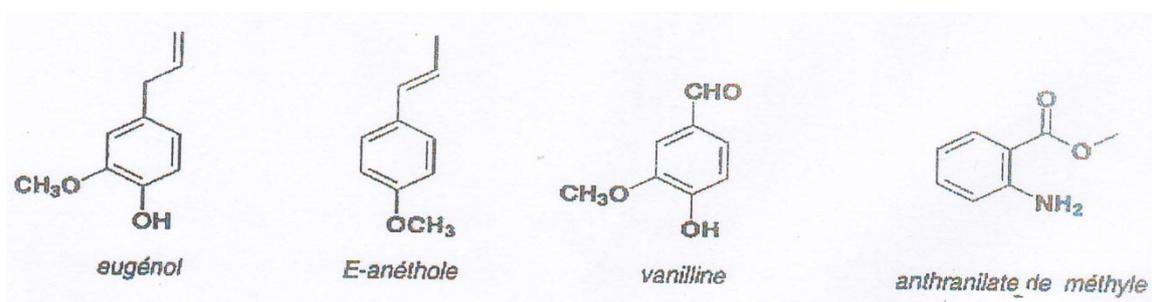


Fig1 : Quelques composés aromatiques rencontrés dans les HE. [11]

### I.3.5. Les composés d'origines diverses :

Compte tenu de leur mode d'extraction, les HE peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydro distillation.

Ces produits peuvent être azotés ou soufrés. [12]

**Alcools** : menthol, géraniol, linalol...

**Aldéhydes** : géraniol, citronellal...

**Cétones** : camphre, pipéritone

**Phénols**: thymol, carvacrol ...

**Esters** : acétate de géranyle...

**Acides** : acide gérannique...

**Oxydes** : 1,8-cinéole...

**Phénylpropanoïdes** : eugénol.

**Terpènes** : limonène, para-cymène...

**Autres** : éthers, composés soufrés, composés azotés, sesquiterpène. [14]

### I.4. Utilisation des huiles essentielles :

Ces produits naturels présentent un grand intérêt comme matière destinée à différents secteurs d'activité tels que:[15]

#### I.4.1. En pharmacie :

L'importance des plantes aromatiques est indiscutable. Leur contenu en essence et la nature chimique des constituants de celle-ci leur confèrent de grandes perspectives d'application. Ces substances sont d'un grand intérêt pour le domaine médical et pharmaceutique. [16]

Les substances actives des plantes médicinales sont de deux types :

- Les produits du métabolisme primaire (essentiellement des saccharides), substances indispensables à la vie de la plante se forment dans toutes les plantes vertes grâce à la photosynthèse.
- Le second type de substances se compose des produits du métabolisme secondaire résultant essentiellement de l'assimilation de l'azote.

Ces produits apparaissent souvent inutiles à la plante, mais leurs effets thérapeutiques sont en revanche remarquables. Généralement, ces substances ne se trouvent pas dans la plante à

l'état pur, mais sous forme de complexes qui se complètent et se renforcent dans leur action dans l'organisme. [17]

## **I.4.2. Dans l'industrie :**

### **I.4.2.1. En cosmétologie :**

L'industrie des cosmétiques et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs, même si le coût souvent élevé des produits naturels conduit parfois à privilégier, pour les formulations de grande diffusion, les produits synthétiques. [11]

Puisque la majorité des cosmétiques contiennent une certaine quantité d'HE comme élément parfumant, il serait probable que ces essences servent aussi à préserver ces cosmétiques tout en leur assurant une odeur agréable. [18] [19]

A la limite de la pharmacie et des produits d'hygiène, on notera la présence des HE dans les préparations pour bains (bains «calmants »ou« relaxants »).On notera qu'il y a là une possibilité d'absorption percutanée des constituants terpéniques. [11]

### **I.4.2.2. Alimentation :**

Les HE (huile de citron, de menthe, de girofle) sont très utilisées dans l'aromatisation des aliments (jus de fruits, pâtisserie). [20],[21]

Quel que soit le secteur d'activité, l'analyse des HE reste une étape importante qui, malgré les progrès constants des différentes techniques de séparation et d'identification, demeure toujours une opération délicate nécessitant la mise en œuvre simultanée ou successive de diverses techniques. [15]

# **CHAPITRE II**

**Caractéristiques physico-chimiques des  
HE**

Les caractéristiques physico-chimiques sont les caractères de qualité d'HE visibles avec des analyses simples.

La conservation d'HE est également un point essentiel à la prendre en compte pour garantir l'entière qualité de produit. Elle ne doit pas être exposée au rayon UV ou à des fortes températures pour éviter son oxydation. C'est pourquoi l'HE sont commercialisées dans des flacons en verre teinté qui permet de filtrer la plus part des rayons UV.

Il est aussi important de vérifier que l'HE ne soit pas en contact avec une partie plastique de flacon car elle un fort pouvoir corrosif, risquant de 'ronger' le plastique.

Pour finir, le flacon doit entrer totalement hermétique pour éviter toute évaporation ou que l'HE se transforme en résine.

## II.1. Qualité et Rendement des huiles essentielles :

La qualité des HE dépend de plusieurs facteurs dont le procédé d'obtention, l'état de maturation, l'état de conservation et sa provenance.

En effet, pour être pleinement efficaces, les plantes doivent provenir de lieu de culture favorable et avoir été cueillies, préparées et conservée avec soin .Tel n'est pourtant pas toujours le cas et l'on trouve donc souvent, dans le commerce, des HE qui n'ont d'essentielle que le nom.[22]

Les teneurs en HE sont généralement très faibles. Ainsi, le rendement peut varier de 1 à 10% c'est-à-dire que la quantité des HE comme en toutes choses, doit obligatoirement se payer. [16]

En effet, pour obtenir quelques grammes d'essence, il faut une grande quantité de végétaux.

Par exemple, pour 100 kg de plantes, l'on obtient :

- Eucalyptus : 3kg d'essence.
- Genièvre : de 0,500 à 1.2 kg.
- Hysope : 400 g.
- Ylang-ylang : 1.5 g.

Pour des essences plus prisées, telles que celles de rose, de jasmin, ou de fleur d'oranger, le rendement est encore plus faible. Il faut au moins trente roses pour extraire une seule goutte d'essence et mille kilogrammes de fleurs de jasmin pour en obtenir un litre. [22]

## II.2. Propriétés physiques :

Les HE possèdent en commun un certain nombre de propriétés physique :

- Elles sont **solubles** dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, et peu solubles dans l'eau à laquelle, toutefois, elles communiquent leur odeur.
- Leur point d'**ébullition** varie de 160° à 240°C.
- Leur **densité** est en général inférieur à celle de l'eau, elle varie de 0,75 à 0,99 (les huiles essentielles de sassafras, de girofle ou de cannelle constituent des exceptions).
- Elles ont un **indice de réfraction** élevé.
- Elles sont **dextrogyres** ou **lévogyres**, rarement inactives sur la lumière polarisée.
- Elles **dissolvent** les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels,
- Ce sont des **parfums**, et sont de conservation limitée.
- Sont très altérables et **sensibles à l'oxydation** (mais ne rancissent pas).
- Ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins fluides, voire résinoïdes, **très odorantes et volatiles**.
- A température ambiante, elles sont généralement liquides, **incolors** ou jaunes pâles, il existe, cependant, quelque exception, exemple : huile essentielle à azulène de coloration bleue.
- Ce sont des produits **stimulants**, employés à l'intérieur, comme à l'extérieur du corps, quelquefois purs, généralement en dissolution dans l'alcool ou un solvant adapté.
- **Pouvoir rotatoire.**

Selon. [8],[23],[24],[11]

## II.3. Propriétés chimiques :

- **Indice d'ester** : C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1g d'HE.
- **Indice d'acidité** : C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'HE. Les acides libres sont neutralisés par une solution EtOH titrée de KOH.

Composé	Formules	Poids moléculaire ( $M^{\circ}_H$ )	Point d'ébullition à 760 mm Hg ( $^{\circ}C$ )	Tension de vapeur calculer à 373°K (mm Hg)	Rapport d'entraînement 760 mm Hg (mole d'he/mole de d'eau)
$\alpha$ pinène	$C_{10}H_{16}$	136	155,0	141,0	1/4,4
$\beta$ pinène	$C_{10}H_{16}$	136	158,3	120,0	1/5,3
Limonène	$C_{10}H_{16}$	136	175,0	72,6	1/9,5
Carvacrol	$C_{10}H_{14}O$	150	237,0	5,3	1/142,4
Camphr	$C_{10}H_{16}O$	152	209,2	20,0	1/37,3

**Tab1 : Caractéristiques physico-chimiques liées à la volatilité de quelques constituants odorants.**

	Formule moléculaire	Le point d'ébullition (C°)	La solubilité dans l'eau à 25 °C (g/L)
<b>Monoterpène hydrocarbonés</b>			
<b>Limonène</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	175.4	<10 <sup>-3</sup>
<b>Pinène</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	157.9	<10 <sup>-3</sup>
<b>Sabinène</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	164	<10 <sup>-3</sup>
<b>Mycrène</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	167	<10 <sup>-3</sup>
<b>G-terpinène</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	183	<10 <sup>-3</sup>
<b>P-cymène</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	173.9	<10 <sup>-3</sup>
<b>Sesquiterpène hydrocarboné</b>			
<b>b-Caryophyllene</b>	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	268.4	<10 <sup>-3</sup>
<b>a-Santalence</b>	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	247.6	<10 <sup>-3</sup>
<b>a-Zingiberence</b>	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	270.7	<10 <sup>-3</sup>
<b>b-Curcumence</b>	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	266	<10 <sup>-3</sup>
<b>Phytol</b>	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	335.5	<10 <sup>-3</sup>
<b>Alcools</b>	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	229.5	0.67
<b>Géraniol</b>	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	198.5	0.67
<b>Aldéhydes</b>			
<b>Citral</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	228	-
<b>Cumin aldéhyde</b>	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	236	-
<b>Cétones</b>			
<b>Camphre</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	207.4	0.92
<b>Carvone</b>	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	230.5	1.6

Tab 2 : Le point d'ébullition et la solubilité dans l'eau de quelques compositions odorants. [11]

#### II.4. Action des huiles essentielles :

Les arômes végétaux agissent sur notre organisme de plusieurs manières :

- Directement sur notre épiderme en favorisant, par activation de la microcirculation, la nutrition des tissus, la régénérescence cellulaire et l'élimination des déchets et toxines du métabolisme.
- Sur notre équilibre acido-basique.
- Sur notre équilibre nerveux, plusieurs familles de molécules aromatiques exercent un effet relaxant qui permet de diminuer les effets du stress.
- Sur notre énergie générale, action relaxante, action acidifiante.
- Au plus profond de notre inconscient, sur notre équilibre émotionnel, par l'odorat et par le cerveau limbique, la perception varie selon notre terrain biologique et culturel.

Cet effet sur les parties les plus intimes de notre cerveau constitue la clé de l'étonnant pouvoir qu'exercent sur nous les molécules odoriférantes des huiles essentielles.[25]

#### II.5. Conservation des huiles essentielles :

Les HE sont des substances très délicates, et s'altèrent facilement, ce qui rend leur conservation difficile. Les risques de dégradation sont multiples.

Photo isomérisation, photocyclisation, coupure oxydative de propénylphénols, peroxydation des carbures et décomposition en cétones et alcools (limonène).[11]

Ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté, à l'abri de la lumière de la chaleur.[11],[26]

#### II.6. Contrôle des huiles essentielles :

Les HE, objet de transaction commerciales couvent importantes en valeur monétaire, doivent répondre à des normes déterminant des critères chimiques, physiques et des variations tolérées.

La pharmacopée française énonce, pour les HE qui y figurent, un certain nombre de contrôle à effectuer. Les examens pratiqués portent sur :

- Les caractères organoleptiques : aspect, odeur, couleur et gout.
- Les caractères physiques : densité n indice de réfraction, déviation polarimétrique, solubilité dans l'éthanol, point de congélation.
- Certaines caractéristiques chimiques : indice d'ester, indice de carbonyle....

La connaissance de la composition d'un seul lot d'HE ne saurait définir celle-ci. En effet, la qualité des HE varie selon le moment de la cueillette, le type de terrain, le procédé d'extraction et de la conservation. [22]

# **CHAPITRE III**

## **Méthodes d'extractions**

L'extraction est une opération qui consiste à séparer certains composés d'un organisme (animal ou végétal) selon diverses techniques.

L'extraction des molécules organiques est une phase primordiale dans les domaines de la chimie des substances naturelles et de la chimie thérapeutique.

En effet, si les hommes se soignent depuis des millénaires à l'aide de plantes, c'est tout simplement car elles contiennent des molécules présentant une activité thérapeutique spécifique.

Or les plantes sont d'un emploi souvent délicat et peuvent présenter des effets secondaires plus ou moins néfastes pouvant, dans certains cas, entraîner la mort.

### III.1. Historique de l'extraction:

Si la bibliographie résultant du mot clé « extraction » révèle un très grand nombre de travaux, aucun d'entre eux ne concerne directement notre approche de l'extraction de la matière végétale assistée par induction directe, et très peu d'entre eux concernent plus particulièrement le domaine des réactions de synthèse assistées du même procédé. En effet, l'extraction est présentée, la plupart du temps, comme un procédé de séparation par lequel un matériau peut être traité par différentes méthodes. [27]

Dans le cas particulier des HE d'une façon générale, l'extraction est faite par entraînement à la vapeur d'eau. Cette méthode est un procédé de séparation basé après condensation sur la différence de composition entre l'eau et la vapeur produite pendant l'exécution de l'opération unitaire. [28]

Sur le plan historique, le développement des procédés d'extraction a ses origines dès l'antiquité. Par exemple, les colorants ont toujours joué un rôle très important dans la vie de l'homme. Des fragments de tissus teints à partir de garance, datés de 3500 ans avant JC, ont été découverts dans les ruines de certaines civilisations indiennes. [29]

Le bleu maya a été découvert en **1931** sur les peintures murales de **Chichen Itza** en **Yucatan, Mexique**.

Plus tard, au cours du **18<sup>ème</sup>** siècle, commence l'utilisation de solvants d'origine pétrochimique pour extraire les matières naturelles. En France, a été breveté par E. Disse en **1855**, un procédé pour extraire la graisse à partir d'arêtes, d'os et de bois qui utilise du désulfite de carbone comme solvant. Une année plus tard, le même auteur a développé une méthode pour l'extraction des huiles de graines et a construit une usine productrice d'huile d'olive à Marseille.

En **1870**, l'extraction par solvant en batch a été mise en œuvre comme un procédé industriel en Europe ; cette innovation industrielle s'est développée dans toute la France et l'Italie.

Parailleurs, le désulfite de carbone, le naphte, le trichloréthylène et l'éthanol sont commercialisés très tôt comme solvants pour l'extraction des huiles de graines.

Aux alentours de **1905-1910**, le naphte et le gasoil commencent à être des produits recherchés. Pendant et après la première guerre mondiale, l'Europe a stocké des graisses ethuiles pour l'usage alimentaire, produire des explosifs ainsi que pour d'autres usages industriels.

A partir des années **1940**, l'industrie d'extraction des huiles exige un produit exempt de solvant, Alors, les produits sont portés à ébullition et distillés pour avoir une meilleure pureté.

**Likens** et **Nickerson** en **1964**, inventent un procédé de distillation- extraction simultanée pour l'industrie de la bière, leurs travaux vont constituer la base d'innombrables recherches afin d'améliorer la qualité des produits et de réduire les temps d'extraction. [29]

### III.2.Méthode de l'extraction :

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les HE. Les principales sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction. [30]

Voir les principales méthodes d'extraction :

- **L'entraînement à la vapeur d'eau.**
  - **L'hydrodistillation.**
  - **La distillation à vapeur saturée.**
  - **L'hydro diffusion.**
  - **L'expression à froid.**
- ✓ Notre étude donc c'est sur la méthode de hydrodistillation :

### III.3.Hydrodistillation :

Le principe de l'hydrodistillation est celui de la distillation des mélanges binaires non miscibles. Elle consiste à immerger la biomasse végétale dans un alambic rempli d'eau, que l'on porte ensuite à l'ébullition. La vapeur d'eau et l'essence libérée par le matériel végétal forment un mélange non miscible. Les composants d'un tel mélange se comportent comme si chacun était tout seul à la température du mélange, c'est à dire que la pression partielle de la vapeur d'un composant est égale à la pression de vapeur du corps pur. Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, à cause de l'eau, de l'acidité, de

la température du milieu, il peut se produire des réactions d'hydrolyse, de réarrangement, de racémisation, d'oxydation, d'isomérisation, etc. qui peuvent très sensiblement conduire à une dénaturation. [31]

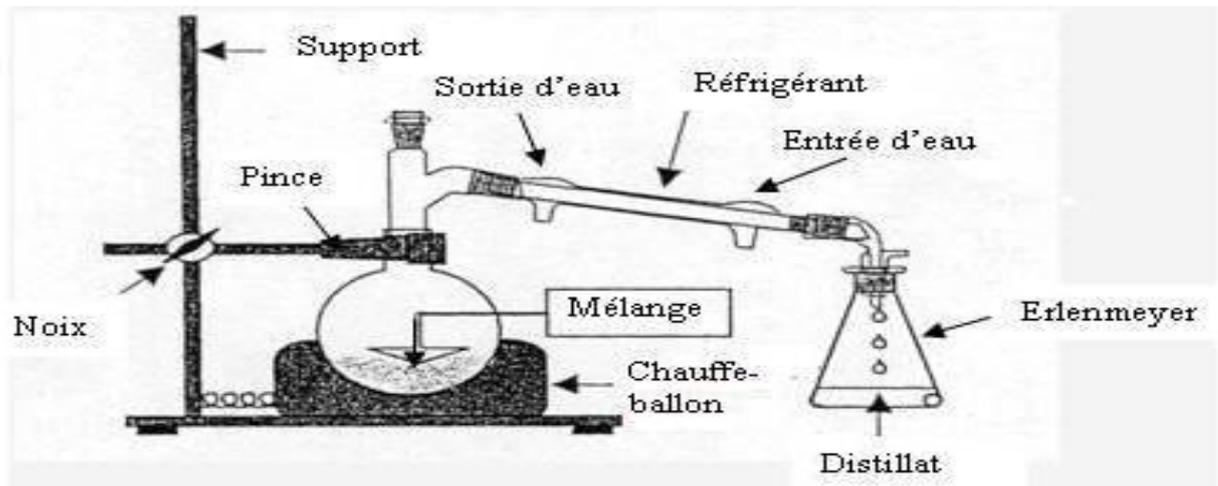


Fig2 : Schéma d'un montage de l'hydrodistillation.

# CHAPITRE IV

La plante *Cymbopogon schoenanthus*

Dans la famille des poaceae, nous nous sommes intéressés à *Cymbopogon schoenanthus*, en raison, d'une part, de son abondance au Algérie d'autre part de sa richesse en huile essentielle.

#### IV.1. La variété *Cymbopogon schoenanthus* :

Ce nom *Cymbopogon* à l'origine se rapport à l'apparence de la fleur comme un épi, et le terme *Schoenanthus*, est un mot Grec (*Schein*, rope, rush-like stems).

Les références nominatives de cette plante nous donnent :

- Arabe : el lemad, idjir
- Berbère : tébarimt
- Anglais : camel'hay, camelgrass
- Français : *schoenanthus* officinale, herbe à charmeau, paille de la mecque.

#### IV.2. Situation géographique :

*Cymbopogon schoenanthus* (L.) Speng, est originaire d'Asie, d'Afrique de l'ouest en zone sèche (Algérie, Egypte, Lybie, Maroc, Tunisie, Sahel-Niger, Burkina Faso).



Fig3: *Cymbopogon schoenanthus* (L.) speng.

#### IV.3. Description :

Cette plante se présente sous forme de touffes épaisses, serrées avec de nombreux rejets, de longues feuilles étroites s'enroulant sur elle-même et des tiges florales dressées pouvant

atteindre 60 à 80 cm. Elle présente des inflorescences en panicules aux épis plus ou moins teintés de violet. La plante dégage une odeur agréable et puissante. Surtout en séchant.

Elle favorise la digestion et est utilisée pour les aigreurs d'estomac, la mauvaise haleine due aux reflux de l'estomac. On peut par exemple le parfumer le troisième thé en cas de gaz ou de diarrhée. Cette plante est aussi broutée par les mouflons, les gazelles, les dombas, les lapins.



**Fig4 :** Les fleurs de *Cymbopogon schoenanthus*.

#### **IV.4.L'usage traditionnel de *Cymbopogon schoenanthus* :**

L'usage traditionnel de cette plante est varié d'une région à une autre.

##### **Localement en Algérie :**

- El Golea : courbatures, myalgies odontalgies, anurie
- Béni Abbes : fortifiant (mixtures)
- Ouargla : refroidissements, anurie
- Djanet : apéritif d'appétit, infusion diurétique, médicament pour la gastroentérite aide la digestion. Les jeunes feuilles sont utilisées avec la salade et à la place du thé.[\[32\]](#)

# **CHAPITRE V**

**Partie expérimentale**

## V.1. Matériels et méthodes :

Ce présent travail a pour objectif, la valorisation de la plante de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) qui pousse à l'état spontané dans la région de Ghardaïa (carte ci jointe de la région d'étude). Il a été réalisée au laboratoire de recherche de la faculté des sciences technologie de l'université de Ghardaïa.

Dans cette partie expérimentale nous avons présente les analyses suivantes :  
L'extraction des HE de l'espèce végétale.

L'étude des propriétés des physiques et chimiques de l'extraite d'HE.

### V.1.1. La récolte et le séchage :

La récolte de la plante *Cymbopogon schoenanthus* à été effectuée dans la région de Ghardaïa (sud d'Algérie) de l'année 2015 durant le mois d'avril. Le tableau résume les caractéristiques géographiques et bioclimatiques de la zone d'étude de la plante étudiée de la station de récolte.

La récolte du matériel végétal en début de matinée, a été nettoyée puis laissée sécher à l'ombre à l'abri de la lumière et de l'humidité à température ambiante, pendant 3 jours avant d'être utilisée pour l'extraction.

La plante	Lieu de la récolte	Etage de bioclimatique	La hauteur	Période de récolte
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	Ghardaïa (Algérie)	Semi-aride	0,65 m	08/04/2015

**Tab3 : Lieu de récolte de la plante et les caractéristiques géographiques et bioclimatiques de la zone de récoltes.**

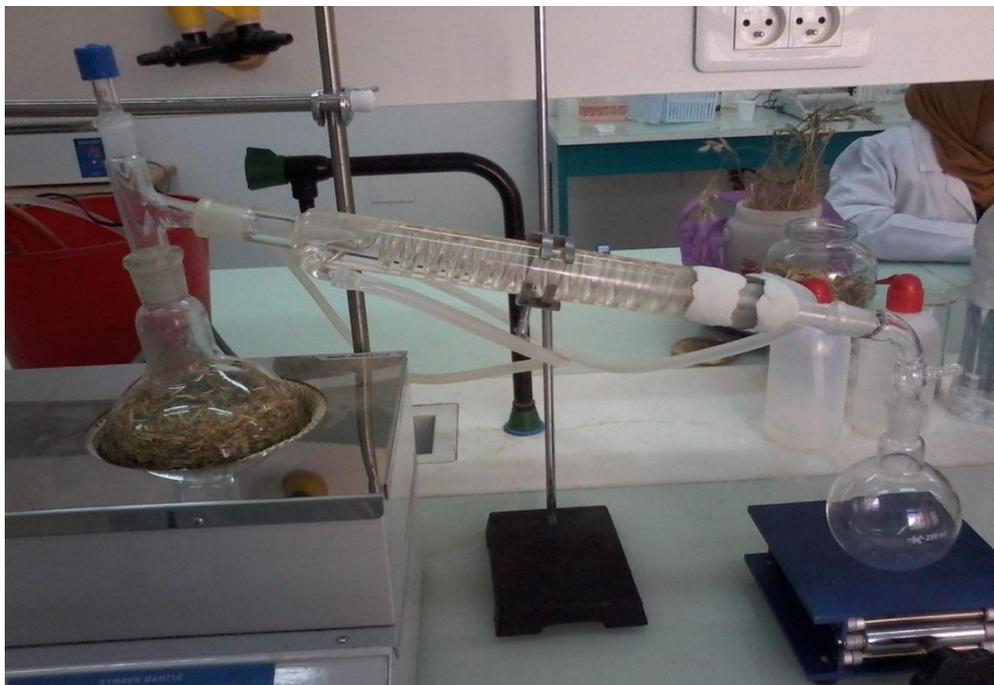
### V.1.2. Extraction des huiles essentielles :

#### a) L'hydrodistillation:

L'utilisation des plantes médicinales contenant une substance chimique bénéfique pour des vertus thérapeutiques ou alimentaires, varie suivant la substance de la plante. Quelquefois, la substance est extraite de toute la plante en utilisant généralement l'hydrodistillation. Le procédé le plus simple et souvent utilisé, consiste à employer un liquide et de la chaleur.

Les HE sont des substances extrêmes puissantes, pouvant concentrer jusqu'à 100 fois certains principes actifs de la plante fraîche.

Dans ce travail ,nous avons utilisé la méthode d'hydrodistillation pour l'extraction des HE de la plante *Cymbopogon schoenanthus* (L.) dans un appareil type simple pendant une durée d'extraction de trois heures.



**Fig5 : Montage de l'hydrodistillation réalisé dans ce travail.**

### **b) l'extraction liquide-liquide :**

La séparation des deux phases se fait par décantation. La phase supérieure qui contient l'huile essentielle.



**Fig6: Huile +l'eau dans l'ampoule a décanté.**

Pour éliminer toute trace d'eau, nous avons séché l'huile obtenu avec le  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  .

### **V.1.3.Détermination des rendements en huiles essentielles :**

Le rendement est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE obtenue et la masse du matériel végétal utilisé. Après récupération d'HE. Le rendement est calculé par la méthode suivante :

$$R^{dt} \% = (m/m_0) \times 100$$

$R^{dt}$  : rendement en HE (en g) pour 100 g de la matière sèche

$m$  : masse d'HE récupérées (g)

$m_0$  : prise d'essai du matériel végétal (g). [33]

#### **V.1.4. Indice physico-chimique des HE étudiées :**

L'importance des huiles essentielles (H.E) du point de vue industriel, une analyse des propriétés physique et de la composition chimique est nécessaire pour les caractériser et les évaluer.

##### **V.1.4.1. Caractéristiques physiques :**

Les méthodes physiques d'examen pour l'analyse des HE s'attachent surtout à la détermination de la densité relative, l'indice de réfraction, et le pouvoir rotatoire. [27]

##### **a) La densité relative à 20°C : NFT 75-111**

La densité relative à 20°C d'une H.E est le rapport de la masse d'un certain volume d'H.E à 20°C. a. la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C.

La densité relative est donnée par la formule suivant :

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

Où :

$m_0$  : est la masse en gramme du pycnomètre vide.

$m_2$  : est la masse en gramme du pycnomètre rempli d'HE.

$m_1$  : est la masse en gramme du pycnomètre rempli d'eau distillée.

Si on désire obtenir la masse volumique des HE, il faut multiplier la densité relative par la masse volumique de l'eau  $m(\text{eaux}) = 0.99823 \text{ g/ml}$  [27]

##### **b) L'indice de réfraction à 20°C : NFT 75-112**

L'indice de réfraction d'une H.E 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'H.E maintenue à une température constante. La longueur d'onde spécifiée est : 589,3 nm, correspondant aux radiations D1 et D2 du sodium .la valeur de l'indice de réfraction de référence est calculée selon l'équation (ou t est la température de référence) :

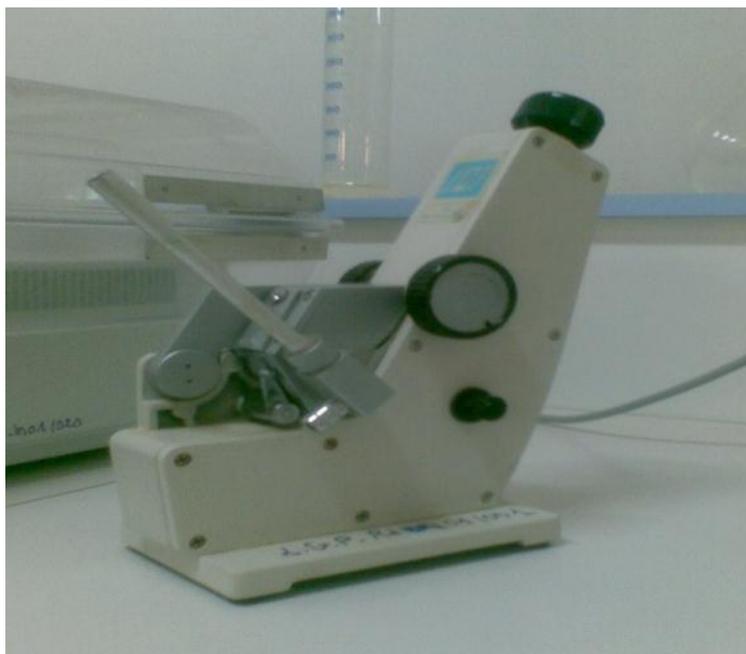
$$n_D^t = n_D^{t'} + 0.0004 (t' - t)$$

$$n_D^t = 1,4801 + 0.0004 (26,6 - 20)$$

$n_D^t$  : Valeur de la lecture obtenue à la température  $t'$  (expérimentale).

$t' = 26,6 \text{ C}^\circ$ .

$t = 20 \text{ C}^\circ$ .



**Fig7 : Photo d'un réfractomètre.**

### c) Le pouvoir rotatoire :NFT 75-113

Le pouvoir rotatoire d'une H .E est l'angle exprimé en milli radians et /ou degrés d'angle dont tourne le plan de polarisation d'une radiation lumineuse de longueur d'onde :

$\lambda = 589,3 \text{ nm}$ , correspondant à la raie D du sodium, lorsque celles-ci traversent une épaisseur de cuve de 100 mm d'H.E dans des conditions déterminées de température.

Le pouvoir rotatoire est donne par la formule suivant :

$$[\alpha]_D^{20} = \alpha / (L \times C)$$

$$\alpha = 2/3 + 3/10 \quad ; \quad L = 10 \text{ cm} \quad ; \quad C = 0.00101$$

Où

$\alpha$  : la valeur lue sur l'appareil en degré d'angle.

L : l'épaisseur de film (cellule) en dm.

C : la concentration de l'essence exprimé en (g/100 ml). [33]

### V.1.5.2. Caractéristique chimiques :

#### a) L'indice d'acide :NFT 75-103

L'indice d'acide IA est la quantité en milligrammes d'hydroxyde de potassium(KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres dans un gramme d'H.E :

$$IA=5.61*V /m$$

V : Volume en millilitres de la solution de KOH et m : Masse en grammes de la prise d'essai.



Fig8 : Dispositif de titrage pour définir l'indice d'acide.

#### b) L'indice d'ester :NFT 75-104

L'indice d'ester IE est la quantité en milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans un gramme HE .

$$IE=28.05*(V_0-V_1)-IA /m$$

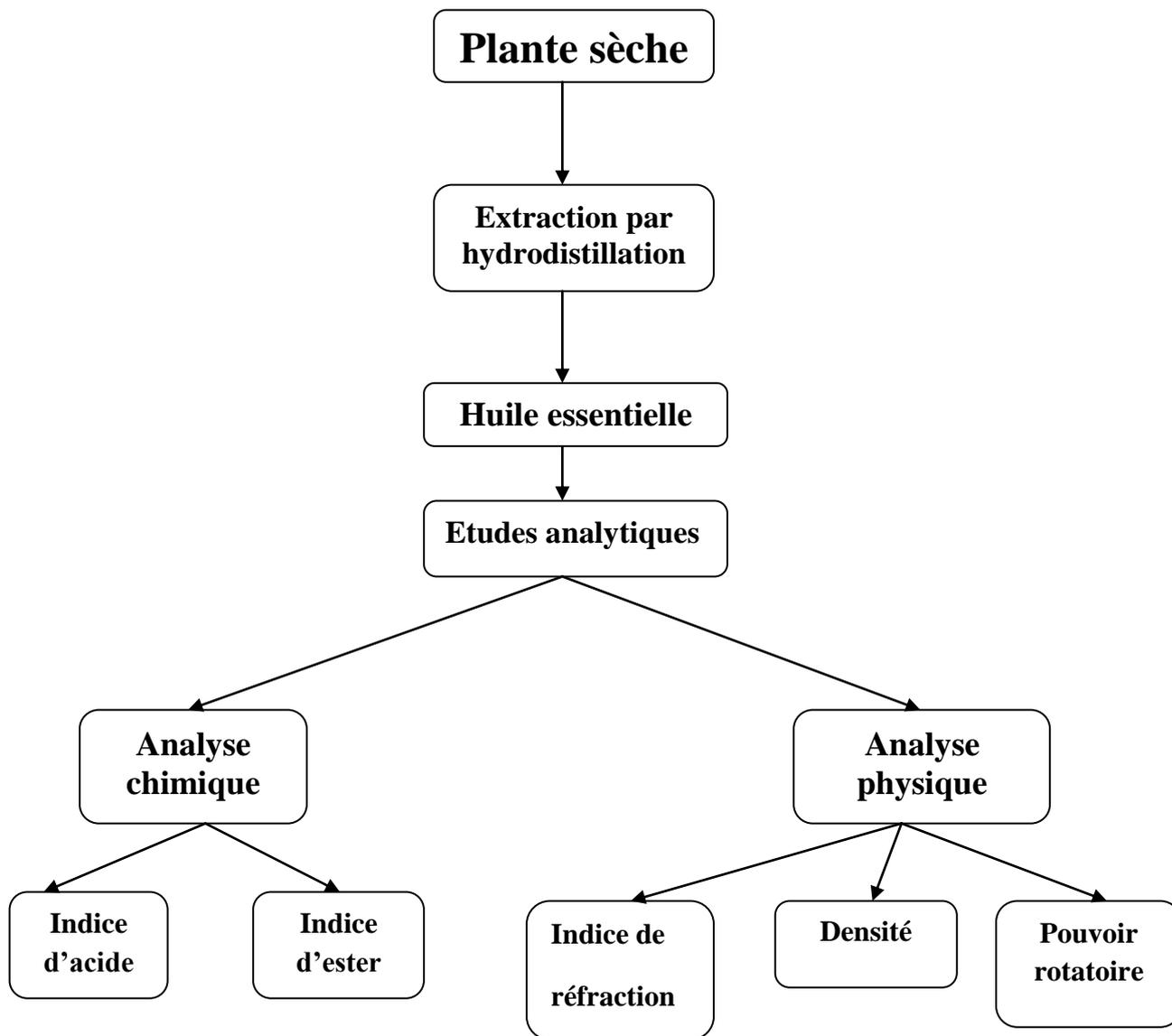
$V_0$  : Volume, en millilitres de la solution d'acide chlorhydrique utilisé pour l'essai à blanc.

$V_1$  : Volume, en millilitres de la solution d'HCL utilisée pour la détermination.

m : masse, en grammes, de la prise d'essai et IA : valeur de l'indice d'acide déterminé selon les normes NFT 75 103.

#### Remarque :

La quantité d'huile ne suffit pas à l'analyse d'indice d'ester.



**Fig9 : Schéma général de la procédure expérimentale.**

## V.2.Résultat et discussion :

Les HE sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau.

La couleur d'HE de la plante *Cymbopogon schoenanthus* est de couleur jaune claire, elle est mobile.

### V.2.1.Rendement en HE de la plante *Cymbopogon schoenanthus* :

Le rendement en huiles essentielles de la plante *Cymbopogon schoenanthus*, qui est calculé en fonction de la masse végétale sèche est de 1.31 % .cette quantité est très petite par rapport à d'autres plantes aromatiques.

### V.2.2.Résultats des analyses physico-chimiques :

Les propriétés physico-chimiques tels que : le pouvoir rotatoire, l'indice de réfraction, l'indice de l'ester...etc., constituent un moyen de vérification et de contrôle de la qualité de HE. Ces essais sont déterminés selon un protocole précis et obéissent à des normes édictées par l'association française de normalisation (A.F.N.O.R). Les résultats obtenus sont portés dans le tableau suivant:

Spécification	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>
Densité	0.7972
L'indice de réfraction	1.48274
Le pouvoir rotatoire	957.09
Indice d'acide	2.805

**Tab4 : Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles de la plante *Cymbopogon schoenanthus*.**

Les résultats obtenus des analyses physicochimiques indiquent que les échantillons analysés se trouvent dans les fourchettes de référence établies par les normes AFNOR. [34]

Ces paramètres physicochimiques sont influencées par les conditions édaphiques et climatiques ainsi que les conditions de culture des plantes, cela fait partie aussi de la complexité de la notion de chémotype.

La densité est parmi les caractéristiques physiques généralement utilisées dans la classification des HE. Mais elle ne peut pas être utilisée seul pour l'indentification des huiles.

Les résultats obtenus sont conformes à la norme AFNOR.

L'indice de réfraction dépend de la composition chimique qui augmente en fonction des longueurs des chaînes d'acides.

L'indice de réfraction obtenue est de **1.48274**. Il est à la norme mentionnés par les française des HE.

Le pouvoir rotatoire indique que l'huile est un critère important pour connaître la pureté d'une HE. Les résultats du pouvoir rotatoire mentionnent une valeur de **957.09**

Ces valeurs sont aux normes françaises AFNOR.

Les résultats indiquent que les paramètres physico-chimiques des échantillons analysés se retrouvent dans les fourchettes de références établies par les normes.

A partir de ces valeurs (Voir le tableau), il en ressort que toutes ces constantes étant influencées par les conditions édaphiques et climatiques ainsi que les pratiques culturales.

Cela fait partie de la complexité de la notion de chémotype.

Cependant et malgré ces fluctuations, nous remarquons que les paramètres physico-chimiques de notre HE est en accord avec ceux mentionnés par les normes.

Pour les constantes chimiques, l'indice d'acide (IA) **2,805** donne une idée sur le taux d'acides libres.

Dans notre étude, cet indice, certes dans les normes, demeure relativement élevé. Cela peut trouver une explication dans la dégradation de l'HE (hydrolyse des esters) durant sa conservation, ce qui est à terme préjudiciable.

Inversement, un IA inférieur à 2 est une preuve de bonne conservation de l'essence (faible quantité d'acides libres).

# **Conclusion Générale**

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques.

L'objectif de notre travail consiste à faire une étude physicochimique de l'huile essentielle de la plante *Cymbopogon schoenanthus* de la région de Ghardaïa – Algérie, Le rendement en huile est de 1.31 % obtenue par hydrodistillation , indique l'importance économique pour une utilisation commerciale de cette huile essentielle.

Cette opportunité ouvert la voie vers la mise en valeur de la plante et ces dérivés dans le développement économique durable et dans la création de la richesse renouvelable dans notre pays.

# Bibliographie

- [1] **GOEB Ph. (1999)**, Aromathérapie pratique et familiale. Ed. MDB.
- [2] **TCHAMDJA K.M.(1995)**, Etude de performance d'un extracteur artisanal pour la production d'essence de citronnelle. Mémoire d'ingénieur des travaux biologiques, ESTBA, UB, 95 p.
- [3] **NICOLAS V. (1991)**, Huiles essentielles: Production mondiale, échanges internationaux et évaluation des prix. 10<sup>ième</sup> journée internationale des huiles essentielles. Actes, Ravista italiana Eppos ; numéro spécial 02/1992 : 534-539.
- [4] **MISHARA A.K. & DUBEY N.K. (1994)**, Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. Appl. Environ. Microbiol. 60(4):1101-1105.
- [5] **FRANCHOMME P. et PENOEL D. (1990)**, Matière médicale aromatique fondamentale (317-406), livre quatrième, l'aromathérapie exactement, encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. R.Jollois Edit., Limoge, 446p.
- [6] **HOSTETTMANN K. (1997)**, Tout savoir sur le pouvoir des plantes, Ed. Favre, S.A., Lausanne, Suisse.
- [7] [1] **NTEZURUBANZA L. (2000)**, **Les huiles essentielles du Rwanda, Lasève, Univ. Québec à Chicoutimi, Canada.**
- [8] **BARDEAU F. (1976)**, La médecine par les fleurs. Laffont éd. p100-120.
- [9] **KARINE P., LEONHART S., ANGERS P., GOSSELIN A., RAMPUTH AL., ARNASON J.T. et DORAIS M. (2001)**, Influence de la culture hydroponique de quelques plantes médicinales sur la croissance et la concentration en composés secondaires des organes végétaux. Act. coll. de Sainte-Foy (Québec).
- [10] **SMALL E. et CATLING P.M. (2000)**, les cultures médicinales canadiennes, version française de Canadian medicinal crops, les presses scientifiques du CNRC, Ottawa, 281p.
- [11] **BRUNETON J.** Huile essentielles, In Pharmacognosie – Phytochimie plantes médicinales. 3<sup>ème</sup> éd. Doc. Et Tec. Lavoisier,1999 .
- [12] **TEISSEIRE P.J. (1991)**, Chimie des substances odorantes. Tec et Doc., Lavoisier, Paris, France.480p .
- [13] **BRUNETON,J.,2008.** Pharmacognosie – Phytochimie, plantes médicinales, 2<sup>ème</sup> éd., Paris, Tec & Doc – Edition médicales internationales, p1188.

- [14] **INOYE S., S.ABE,REPOT** , 2003.Comparative study of antimicrobial and cytotoxic effects of selected essential oils by gaseous and solution contacts International Journal of Aromatherapy , vol 13p 33-41.
- [15] **JEAN-FRANCOIS CAVALLI**2002 . Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de Madagascar. Thèse Université de Corse Pascal Paoli.
- [16] **VALNET J.** :Aromathérapie- Traitement des maladies par les essences des plantes .Ed. Maloine S.A., n°10, 1984 .
- [17] **RUBIN M. ;MESSALI J.P.** : Abrégé de phytothérapie pratique. Ed . Doin, 1988 .
- [18] **BEYLIER-MAUREL F.** Activités bactériostatiques des certaines matières premières de parfumerie. Rivista Italiana EPPOS, 58 ,p283-286, 1976 .
- [19] **M. PARIS, M. HURABIELLES.** Abrégé de Matière Médicale (Pharmacognosie). Tome 1 Masson, Paris 1981, p1-3,5\_10 .
- [20] **ZIMING WANG, LAN DING ,TIECHUN LI, XIN ZHOUA, HANQI ZHANG, LI LIU, YING LI, ZHIHONG LIU, HONGJU WANG, HONG ZENGB, HUIL H,**2005 .Journal of chromatography A, 1102 (2006) 11-17.
- [21] **M. PARIS, M. HURABIELLES.** Abrégé de Matière Médicale (Pharmacognosie). Tome 1 Masson, Paris 1981, p1-3,5\_10 .
- [22] **PARADINI F. ; LUCHERONI M.T.** :Le grande livre des huiles essentielles. Ed . de Vecchi, 1996.
- [23] **LEGRAND G.**Manuel préparatoire en pharmacie. 8<sup>ème</sup>éd . Masson, 1978.
- [24] **LEMBERG S.**<< Aromaise>> Artémisia herba alba. Perfumer flavorist , 7 , p58-63 , 1982.
- [25] **ROULIER G.** :Fabuleuse Amazonie, ses plantes et ses huiles essentielles. Ed : Dangles, p :96 ,2005 .
- [26] **VANET J.** :Aromathérapie .Ed. Maloine S.A., 2000.
- [27] **LAWRENCET BRAIN M.**2000. Essential oils : from agriculture to chemistry. Journal of Aromatherapy, 10 :82-98.
- [28] **CRISTEA D.**2003. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- [29]**LUICITA . LAGUNEZ RIVERA.**2006. Etude de l'extraction de métabolites secondaire de différentes matières végétales en réacteur chauffé par introduction thermomagnétique directe. Thèse de l'institut national polytechnique de Toulouse, France.

- [30] **SAMATE ABDOUL D.** (2001), Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : Valorisation, thèse de doctorat, Univ.de Ouagadougou, Burkina Faso.
- [31] **BRUNETON J.** (1993), Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales. 2<sup>ième</sup> éd. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris, France.
- [32] **HELLALI Naima, 2007**, Evaluation de quelques modes d'extraction en fonction de composition chimiques dans la plante *Cymbopogon Schoenanthus (L.)* de la région de Illizi . thèse de magister, Univ.de Ouargla, Algérie.
- [33] **AFNOR ,2000**.HE. Echantillonnage et méthodes d'analyses Monographies relatives aux HE (Tome 2).
- [34] **GILDO P,2006** . Précis de phytothérapie, Larousse Encyclopedie MEMO, edition Alpen, p 3-4.