

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR EL-OUED**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE**



## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie

### **THEME**

**Etude bibliographique et extraction par  
Hydrodistillation de *Moringa Oleifera***

Dirigé par :

HADDAD L.

Présenté par :

BERRA Hania

BOUGUENNA Imane

SEGHAIER Halima

SEGHAIER Salima

A decorative border surrounds the text, composed of a line of pearls at the top and bottom, and scattered pink rose petals on the sides. On the left side, there are several large, detailed pink roses with green leaves and water droplets.

## *Remerciements*

*Nous remercions notre créateur Allah, Grand et Miséricordieux, le tout puissant pour le courage, la patience et la foi qui nous a donné pour mener à bien ce travail.*

*Ce mémoire a été réalisé sous l'encadrement du Mr. HADDAD LARBI, maitre-assistant à l'université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued. Nous tenons à exprimer notre toute gratitude pour avoir encadré et veillé au bon déroulement de ce travail. Merci d'avoir toujours été disponible et pour nous avoir guidé par ses conseils et orientations. Merci infiniment pour les nombreuses heures investies dans la correction du présent manuscrit.*

*Nous adressons nos vifs remerciements au Mr. MEROUANE ABDELAZIZ maitre-assistant à l'université de Chlef, qui nous a beaucoup aidé dans la recherche bibliographique de ce travail.*

*Nous remercions également Mr. LAOUINI SALAH EDDINE docteur à l'université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued, pour la documentation qu'il nous a donné, ses orientations et ses conseils précieux.*

*Nos remerciements vont aussi à Mr. REDDAS ABDELMALEK -District de Foret Guemar- qui nous a donné la plante de Moringa, objet de l'étude de ce manuscrit, ses grains et ainsi pour la documentation qu'il nous a offert.*

*Un grand merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.*

## Résumé

Une huile essentielle est un liquide concentré en substances végétales, obtenue par extraction ou distillation de molécules volatiles de plante d'origine.

Dans notre travail, nous avons étudié l'extraction de deux parties de la plante *Moringa oleifera* poussée de la région d'EL-Oued Souf par hydrodistillation utilisant l'appareil Clevenger-modifié. Pour l'extraction des graines, le rendement été très faible. En ce qui concerne les feuilles, une quantité très petite a été obtenue.

**Mots clés :** EXTRACTION, HYDRODISTILLATION, HUILE ESSENTIELLE, *MORINGA OLEIFERA*.

**LISTE DES ABREVIATIONS**

CG-SM	:	Chromatographie en phase gazeuse couplée par la spectroscopie de masse
IR	:	Infra-rouge
KBR	:	Kellogg Brown & Root
ONG	:	Organisation Non Gouvernementale
S.F.P.A	:	The Science Fiction Poetry Association
UV	:	Ultraviolet
VIH	:	Virus de l'Immunodéficience Humaine

# SOMMAIRE

<b>Introduction Générale</b>	1
<b>PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>Chapitre I : Généralités sur <i>Moringa Oleifera</i></b>	
I.1. Généralités sur la plante cible.....	5
I.1.1. Historique.....	5
I.1.2. <i>Moringa Oleifera</i> .....	5
I.2. Classification botanique (Taxonomie).....	6
I.3. Caractéristiques botaniques.....	6
I.4. Origine et distribution .....	8
I.5. Composition chimique.....	9
I.6. Utilisation.....	10
I.6.1. Usages alimentaires.....	10
I.6.2. Propriétés médicinales et pharmaceutiques.....	11
I.6.3. Utilisation de <i>M. Oleifera</i> en industrie cosmétique.....	12
I.6.4. Utilisation industrielle du <i>Moringa</i> pour le traitement de l'eau potable.....	12
<b>Chapitre II : Les huiles essentielles</b>	
II.1. Généralités .....	15
II.1.1. Historique .....	15
II.1.2. Définition .....	15
II.2. Répartition et localisation.....	16
II.3. Composition chimique des huiles essentielles.....	17
II.3.1. Terpénoïdes (monoterpène et Sesquiterpènes).....	17
II.3.1.1. Monoterpènes (C10) .....	17
II.3.1.2. Sesquiterpènes .....	18

II.3.2. Composés aromatiques .....	18
II.3.3. Composés d'origines diverses.....	19
II.3.4. Chémotypes .....	19
II.4. Rôle des huiles essentielles chez les plantes .....	19
II.5. Méthodes d'analyse de la composition chimique.....	20
II.5.1. Chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (CG/SM).....	20
II.5.2. Résonance magnétique nucléaire (RMN) .....	21
II.5.3. Spectroscopie ultra-violet (UV).....	21
II.5.4. Spectroscopie infra-rouge (IR).....	23
II.6. Activités biologiques des huiles essentielles.....	24
<b>Chapitre III : Procédés d'extraction des huiles essentielles</b>	
III.1. Méthodes d'extraction.....	26
III.1.1. Distillation.....	26
III.1.1.1. Hydrodistillation .....	26
III.1.1.2. Hydrodiffusion.....	27
III.1.1.3. Entraînement à la vapeur d'eau.....	27
III.1.2. Distillation à la vapeur saturée.....	28
III.1.3. Hydrodistillation assistée par micro-ondes .....	28
III.1.4. Extraction par les corps gras .....	29
III.1.5. Extraction par gaz supercritique .....	30
III.1.6. Extraction par solvant .....	31
III.1.7. Expression à froid .....	31
III.1.8. Avantages et inconvénients de différents procédés extraction des huiles essentielles.....	32

## DEUXIEME PARTIE: PARTIE PRATIQUE

### Matériels, Méthodes, Résultats et Discussion

I.1. Matériels et méthodes.....	36
I .1.1. Matériels biologiques.....	36
I .1.2. Matériels de laboratoire.....	36
I .1.2.1. Méthode de séchage.....	37
I .1.2.2. Hydrodistillation.....	38
I .3. Résultats et discussion.....	39
I .3.1. Résultats.....	39
I.3.2. Discussion.....	40
<b>Conclusion Générale</b> .....	41
<b>Références Bibliographiques</b> .....	42
<b>Résumé</b>	

## LISTES DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	<i>Moringa oleifera</i>	6
Figure 2	Morphologie de différentes parties de <i>Moringa Oleifera</i> (a) feuilles, (b) fleurs, (c) pilons, (d) grains, (e) racines, (f) écorce.	8
Figure 3	Zone de culture du <i>Moringa oleifera</i> dans le monde (en vert).	9
Figure 4	Echantillon conditionné de poudre de de <i>Moringa</i>	10
Figure 5	Produit cosmétique contenant Moringa dans sa composition	12
Figure 6	Différentes utilisations du <i>Moringa</i> .	13
Figure 7	Exemples d'appareils sécréteurs.	16
Figure 8	Structures de quelques monoterpènes existent dans les huiles essentielles.	17
Figure 9	Exemples de quelques sesquiterpènes	18
Figure 10	Exemple de structures de composés aromatiques	19
Figure 11	Chromatographe GC-MS	20
Figure 12	Exemple d'un chromatogramme de <i>Melissa officinalis</i> par GC-MS	21
Figure 13	Spectroscopie ultra-violet (UV) (type: UV-1800)	22
Figure 14	Spectroscopie <i>ultra-violet</i> (UV) de l'huile essentielle d' <i>Ajowan</i>	22
Figure 15	Spectroscopie <i>infr-arouge</i> de l'huile essentielle d' <i>Ajowan</i>	23
Figure 16	Montage d'hydrodistillation type Clevenger	26
Figure 17	Montage d'hydrodiffusion	27
Figure 18	Procédé d'extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur	28
Figure 19	Montage d'une distillation par micro-ondes	29
Figure 20	Schéma de principe d'extraction par CO <sub>2</sub> supercritique	31
Figure 21	Schéma du montage de l'expression à froid	32
Figure 22	Plante de <i>Moringa Oleifera</i> – Gauche : feuilles ; Droite : graines	37

**LISTE DES TABLEAUX**

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Avantages et inconvénients des procédés extraction des huiles essentielles	32
<b>Tableau 2</b>	Sites d'échantillonnage.	36
<b>Tableau 3</b>	Appareils et matériels utilisés	36
<b>Tableau 4</b>	Protocole de préparation des échantillons	38

## **Introduction générale**

Depuis les temps le plus anciens, l'homme a appris à utiliser les ressources végétales pour ses besoins élémentaires : pour se nourrir, se soigner et même parfois dans ses rites religieux en ramassant tout d'abord les racines, les feuilles, les graines et les fruites sauvages, en se consacrant ensuite à la culture des espèces. **(SAIDJ F., 2007)**

*Moringa oleifera* Lam. est une espèce originaire des régions d'Agra et d'Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya, mais elle est cultivée aujourd'hui dans toutes les régions tropicales et sub-tropicales du monde. Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20<sup>e</sup> siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes durant cette période. On peut rencontrer cette espèce sur trois continents et dans plus de cinquante pays tropicaux et subtropicaux (Afrique, Arabie, Sud-est asiatique, Iles du pacifique, Amérique du sud). Dans ces pays, elle est utilisée comme plante médicinale et alimentaire. **(THEOPHILE M., 2014)**

Les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce mais aussi les fleurs possèdent chacun des vertus médicinales particulières. Bien qu'encore peu vérifié par la science, les différentes parties de *Moringa* sont utilisées dans le traitement contre l'anémie, la perte d'appétit, les douleurs gastriques, l'ulcère à l'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colique, la régulation du diabète et de la tension artérielle. Selon De Saint Sauveur et Broin (2006), les feuilles de *Moringa* sont maintenant utilisées dans certains programmes de lutte contre la malnutrition en particulier au Sénégal, en Inde, au Bénin et au Zimbabwe. Au Sénégal, Mansaly (2001) a confirmé une amélioration nette de la santé des enfants atteints d'Infections Respiratoires Aiguës (IRA), de rougeole, de paludisme ou de diarrhée et mis sous régime de *Moringa Oleifera*. **(THEOPHILE M., 2014)**

L'huile des graines de *Moringa* contient environ 13% d'acides gras saturés et 82% d'acides gras insaturés. Elle est particulièrement riche en acide oléique (70%). Les huiles végétales classiques contiennent généralement de l'ordre de 40% d'acide oléique. **(FOIAL N, MAKKAR H P S, BECKER K., 2001)** Le procédé d'extraction est basé sur la différence de solubilité des composés d'un mélange dans un solvant. Le mélange peut être solide ou liquide et le solvant liquide ou fluide supercritique. Dans notre travail, nous nous intéressons aux procédés d'extraction à partir d'un système solide, la plante. **(PENCHEV P I., 2010)**

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est de mettre en évidence les différentes méthodes d'extraction des huiles essentielles en citant leurs principes de fonctionnement, ainsi

savoir-faire une méthode très importante d'extraction des huiles essentielles à savoir l'hydrodistillation. La plante choisie est qui fait l'objet de notre investigation est *Moringa oleifera* de la région d'El Oued.

Il faut attirer l'attention que cette plante est peu connue dans notre région, et même au niveau national, alors, des difficultés dans la recherche de ce sujet ont été rencontrées. En outre, le travail est tout à fait original, et les résultats que nous allons avoir sont complètement inconnus.

Notre travail sera réparti en deux parties :

La première partie contient les résultats de la recherche bibliographique et qui est subdivisée en trois chapitres :

- Dans un premier chapitre, une classification et une description botanique et les différentes utilisations de la plante ont été étudiées ;
- .- Les huiles essentielles, leur composition chimique et leurs applications font l'objet du deuxième chapitre ;
- Dans le troisième chapitre, nous citerons les différentes méthodes d'extraction avec leurs principaux avantages et inconvénients.

La deuxième partie est réservée au travail expérimental, à savoir, les matériels, les méthodes, les résultats et les discussions.



**PARTIE I**

**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I**

**GENERALITES SUR**

***MORINGA OLEIFERA***

## I.1. Généralités sur la plante cible

### I.1.1. Historique

*Moringa oleifera* (nom régional Sajna) appartient à la famille de *Moringaceae* (AFZAL S. et al. 2014), arbre originaire d'Inde, est aujourd'hui très largement répandu à travers les tropiques, notamment en Afrique où cette espèce suscite de plus en plus d'intérêt auprès des ONG, des scientifiques et même des entrepreneurs (ARMELLE DE SAINT S., MÉLANIE B., 2006). La littérature a indiqué que l'arbre de *Moringa* a été présenté en Afrique d'Inde à le tour du 20ème siècle où il devait être employé comme supplément de santé (SHAHRIAR M. et al. 2012). Les feuilles sont de plus en plus utilisées dans des projets luttant contre la malnutrition.

Depuis 1980, des chercheurs de l'Inde et de l'Afrique ont entrepris des échanges sur la production maraichère de feuilles de *Moringa oleifera* et sa grande rentabilité et ont pu développer des systèmes de culture de *Moringa*-feuille en Afrique. A la fin des années 1990, d'autres chercheurs, des entreprises et des ONG contribuèrent à faire avancer les connaissances sur l'agronomie de l'arbre. En 2001, un colloque international a été organisé en Tanzanie pour mettre en contact les personnes les plus impliquées, le réseau « Moringanews » et son site internet ont été créés à l'issue de cette rencontre. Un deuxième séminaire a été organisé en 2006 au Ghana où des centaines d'organisations et d'entreprises se sont réunies dans le but de développer des connaissances et des utilisations de *Moringa* ( PARFAIT V.S., 2012).

### I.1.2. *Moringa oleifera*

Le genre *Moringa* est constitué de 13 espèces : *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardii*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. ovalifolia*, *M. peregrina*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana*, *M. stenopetala* et *M. oleifera*. Ce dernier est un arbre originaire du nord-ouest de l'Inde et du Pakistan au bord de l'Himalaya (ATAKPAMA W. et al. 2014) Le *Moringa*, une espèce de petit arbre originaire de l'Inde, pouvant mesurer jusqu'à 10 m appartenant à la famille des *Moringaceae*, qui s'est maintenant acclimatée dans presque toutes les régions tropicales (Anonyme., 2011). *Moringa oleifera* est un arbre à croissance rapide, résistant à la sécheresse, qui se développe dans des conditions arides. Il peut atteindre une hauteur de jusqu'à 3 mètres dès la première année (Anonyme., 2012). Le *Moringa oleifera* pousse sur tous types de sols (Anonyme., 2011). Des analyses nutritionnelles ont montré que les feuilles de *Moringa oleifera* sont plus riches en vitamines, minéraux et protéines que la plupart des légumes (FOIDL N. et al., 2001).

## I.2. Classification botanique (taxonomie)

*Moringa oleifera* appartient à une famille d'arbre et d'arbustes : *Moringaceae* ; cette famille est dite monogénérique car elle ne possède qu'un seul genre : le *Moringa* avec 13 variétés. Dans l'ordre des capparidales, on note la présence de certaines familles voisines dont les Brassicaceae, les Tovariaceae (MEDA N. B., 2011).

- Embranchement : Spermaphytes

- Sous-embranchement : Angiosperme

- Classe : Dicotylédones

- Sous-classe : Dillenidae

- Ordre : Capparidales

- Famille : Moringaceae

- Genre : *Moringa*

- Espèce : *Moringa oleifera*



Figure 1 : *Moringa oleifera* (Kathryn W., 2012)

*Moringa oleifera* appartient à une famille d'arbre et d'arbustes : *Moringaceae* ; cette famille est dite monogénérique car elle ne possède qu'un seul genre : le *Moringa* avec 13 variétés. Dans l'ordre des capparidales, on note la présence de certaines familles voisines dont les Brassicaceae, les Tovariaceae (MEDA N. B., 2011).

## I.3. Caractéristiques botaniques

*Moringa* est un arbre pérenne, à croissance rapide, qui peut atteindre 7 à 12 mètres de hauteur et dont le tronc mesure 20 à 40 cm de diamètre (FOIDL N. et al. 2001). elle possède:

### - Tronc

Le tronc est généralement droit, mais il est parfois très peu développé. En général, il atteint 1,5 à 2 mètres de haut avant de se ramifier, bien qu'il puisse parfois atteindre les 3 mètres (FOIDL N. et al. 2001).

### - Branche

Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol (FOIDL N. et al. 2001).

**- Feuille**

Elle est duveteuse, alterne et bi ou tripennée et elle se développe principalement dans la partie terminale des branches (**BELLO H., 2010**).

**- Fleur**

Elle mesure environ 2,5 cm de large et se présente sous forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. Les fleurs sont blanches ou de couleur crème, avec des points jaunes à la base et dégagent une odeur agréable (**BELLO H., 2010**).

**- Racine**

Les jeunes plantes développent une fondation gonflée, tubéreuse, blanche qui a une odeur piquante caractéristique, et des racines latérales très clairsemées. Les graines de forme développées par arbres développent une fondation profonde et vaillante avec un système large-sepreading des racines épaisses et tubéreuses de latera ( **GANATRA TEJAS H. et al.**

**2012**).

**- Fruit**

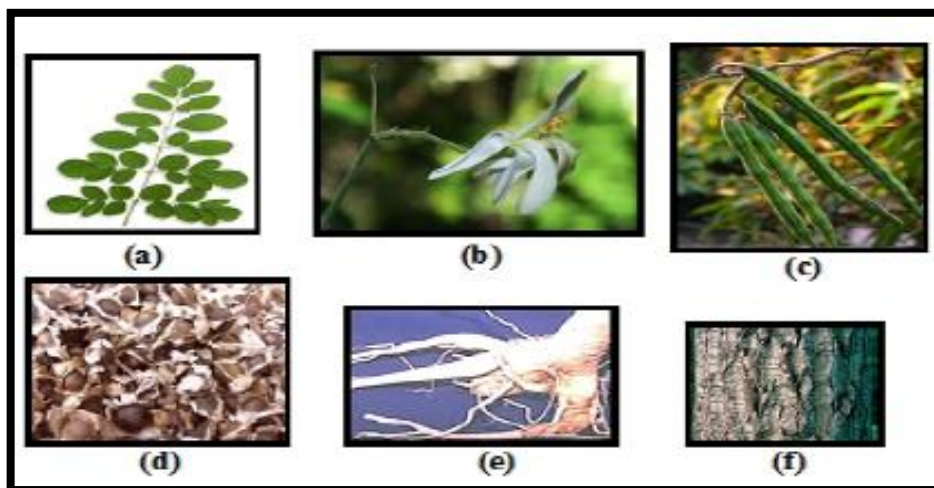
Il pende les branches, les fruits constituent des gousses à trois lobes mesurant 20 à 60 cm de long (figure 6). Les gousses sèches s'ouvrent en trois parties en libérant 12 à 35 graines de forme ronde (**BELLO H., 2010**).

**- Graine**

Blanchâtre, plus ou moins ovoïde de 2-2,5 cm de long sur 1,8-2cm de large, à trois côtes marquées mais sans ailes, glabres (**Anonyme, 2011**). Un arbre peut produire 15 000 à 25 000 graines par an (**BELLO H., 2010**).

**- Ecorce et bois**

L'écorce est blanchâtre-grise, épaisse, molle, fissuré et plein d'ampoules ou semblable au liège, devenant rugueux. Une fois enroulée, l'écorce exsude une gomme qui est au commencement blanche en couleurs mais change en noir brun-rougeâtre ou brunâtre sur l'exposition. Le bois est doux et léger, avec une densité de 0,5 à 0,7 g/cm<sup>3</sup> (**Roloff A. et al., 2009**).

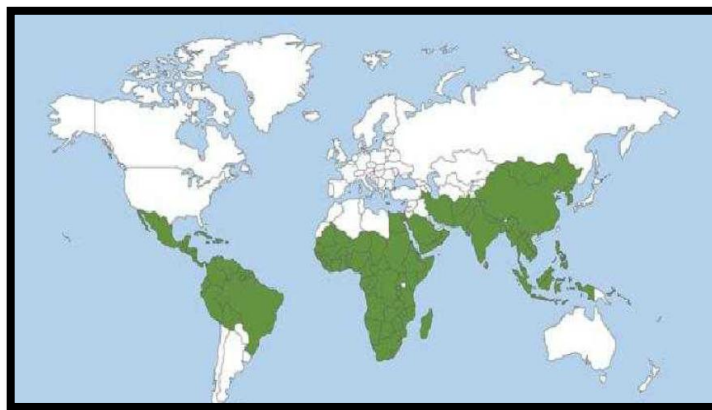


**Figure 2** : Morphologie de différentes parties de *Moringa oleifera* (a) feuilles, (b) fleurs, (c) pilons, (d) grains, (e) racines, (f) écorce (GANATRA TEJAS H. et al., 2012)

#### I.4. Origine et distribution

*Moringa* (fuite de *Moringa oleifera*), selon Makkar et Becker (1997), appartient à la famille de *Moringaceae*, et est considéré comme pour avoir son origine dans la région du nord-ouest de l'Inde, au sud des montagnes de l'Himalaya. Elle est maintenant cultivée et est largement devenue naturalisée dans beaucoup d'emplacements dans les tropiques. Kristin (2000) a rapporté qu'il y a treize (13) espèces des arbres de *Moringa* dans les *Moringaceae* de famille et que des *Moringa oleifera* les espèces le plus largement cultivées. En outre, on a affirmé qu'elles sont indigènes à l'Inde, à la région de la Mer Rouge et/ou aux régions de l'Afrique comprenant le Madagascar. Des *Moringa oleifera* indigènes l'Inde et au Pakistan du nord et ont été présentés dans l'ensemble des tropiques et devenir de sous-tropiques a naturalisé dans beaucoup de pays africains. Cet arbre culture rapides également connu sous le nom d'arbre de raifort ou arbre de pilon a été utilisé par les Romains, les Grecs et les Egyptiens antiques (FREDERICK N., 2010).

Dans la figure ci-dessous, la couleur verte représente la zone de culture du *Moringa oleifera* dans le monde.



**Figure 3** : Zone de culture de *Moringa oleifera* dans le monde (en vert)( **FAKEYE H. M., 2008**)

### I.5. Composition chimique

#### ❖ Feuilles

- Flavonoïdes : quercétine (et hétérosides), kaempférol (et hétérosides)
- Acide ascorbique
- Glucosinolates (principalement 4-(a-L-rhamno-pyranosyloxy)- benzylglucosinolate)
- Dérivés cinnamiques : 3 et 5-caffeoylquinic acid
- Thiocarbamates : niazinin A et B, niazimicin, niazinminin A et B (**HAZEBROUCQ M. L., 2006**).

#### ❖ Fleurs

- Flavonoïdes : quercétine, kaempférol, rhamnétine ; isoquercitrine, Kaempferitrine (**HAZEBROUCQ M. L., 2006**).

#### ❖ Graines

- Glucosinolates (principalement 4-(a-L-rhamno-pyranosyloxy)- benzylglucosinolate), jusqu'à 9 % de la graine dégraissée
- $\beta$ -D-glucosyl-2,6-dimethyl benzoate
- Huile grasse (22-38 %) : acide oléique (65 –75 %), ac. stéarique, ac palmitique, ac béhénique, ac eicosanoïque, ac lignocérique, tocophérols  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (50- 300 mg/kg), stérols (campestérol, stigmastérol, clerstérol,  $\delta$ 5-avénastérol,  $\beta$ - sitostérol, méthylene-cholesterol, cholestérol, stigmastanol, campestanol (**HAZEBROUCQ M. L., 2006**).

#### ❖ Racines

- Glucosinolates (principalement 4-(a-L-rhamno-pyranosyloxy)- benzylglucosinolate), glucotropaeoline
- Alcaloïdes : moringine (benzylamine), moringinine, pterygospermine, spirochin

– Sitostérol, cires et résines (HAZEBROUCQ M. L., 2006).

❖ **Tiges**

– Glucosinolates (principalement 4-( $\alpha$ -L-rhamno-pyranosyloxy)- benzylglucosinolate)

– Stérols : B-sitostérol

– Gomme : polyuronide insoluble dans l'eau

– Alcaloïdes : moringine (HAZEBROUCQ M. L., 2006).

## I.6. Utilisation

Chaque partie de l'arbre de *Moringa* a des propriétés bénéfiques qui sont au service de l'humanité. Cette plante possède un énorme potentiel.

### I.6.1. Usages alimentaires

Le seul cas rapporté est l'utilisation des feuilles dans la préparation de la sauce. Les feuilles auraient une valeur nutritive extrêmement importante pour les personnes de tout âge. Pour les enfants de 1 à 3 ans, une consommation de 100g de feuilles fraîches procure à peu près 50% des besoins journaliers en calcium, en fer, en protéines et 1/3 des besoins en potassium et en acides aminés essentiels. La sauce ou la poudre des feuilles serait conseillée chez la femme enceinte, la femme allaitante, les enfants de plus de 6 mois, les personnes âgées, et les personnes vivant avec le VIH. Les feuilles amélioreraient la production des cellules, renforceraient l'immunité et diminueraient le risque d'infections chez les personnes vivant avec le VIH. La posologie est de 1/2 ou 1 cuillerée à café de poudre par jour pour l'enfant et de 1 à 2 cuillerées à café par jour pour l'adulte. La poudre de feuilles est conseillée comme complément alimentaire dans les officines de pharmacie (ATAKPAMA W. et al. 2014).



**Figure 4** : Echantillon conditionné de poudre de

*Moringa* (FAKEYE H. M., 2008)

### I.6.2. Propriétés médicinales et pharmaceutiques

*Moringa oleifera* est une plante couramment utilisée en médecine traditionnelle dans divers pays en voie de développement et en médecine moderne. Les diverses parties du *Moringa oleifera* telles que les feuilles, les racines, la graine, l'écorce, le fruit, les fleurs et les gousses non mûres sont utilisées par les tradipraticiens dans le traitement de diverses maladies (infections de la peau, etc.) (BELLO H., 2010).

Elles agissent comme des stimulants cardiaques et circulatoires et possèdent des activités antitumorales, antipyrétiques, antiépileptiques, anti-inflammatoires, antiulcèreux, antispasmodiques, antioxydantes, antidiabétiques, antibactériennes, antifongiques, antidiarrhéiques, diurétiques et antihypertensives. Elles sont également hypocholestérolémiques, hépatoprotecteurs, laxatives et sont utilisées pour le traitement de différents maux (BELLO H., 2010).

Au Sénégal et au Mali, les feuilles de *Moringa oleifera* sont utilisées pour traiter les enfants rachitiques, bronchitiques, fiévreux, souffrant de céphalées, névralgies et servent à stabiliser le taux de sucre dans les cas de diabète chez les adultes (BELLO H., 2010).

Divers auteurs ont prouvé que la poudre de feuilles séchées possède un effet dépressif puissant sur le système nerveux, provoquant ainsi un relâchement des crampes musculaires, une baisse de la température du corps et une augmentation du sommeil chez les souris de laboratoire (BELLO H., 2010).

Les feuilles de *Moringa oleifera*, ajoutées au fourrage pour l'alimentation animale, pourraient être utilisées comme agent bioceutique pour remplacer les antibiotiques. Une activité anthelminthique a été découverte au niveau des fleurs et des feuilles de cette espèce. Ses fleurs par contre sont utilisées comme stimulant, aphrodisiaque, abortif et cholagogue. Elles servent à traiter des inflammations, des maladies musculaires, de l'hystérie, des tumeurs, l'agrandissement de la rate et réduisent le taux de cholestérol dans le sérum (BELLO H., 2010).

La gomme de *Moringa oleifera*, mélangée à l'huile de sésame permet de soulager les maux de tête et d'oreilles. Les graines sont utilisées contre la fièvre et les tumeurs de l'estomac. L'huile des graines agit comme fortifiant et purgatif et est appliquée pour soigner la prostate et les troubles de la vessie. Les feuilles de *Moringa oleifera* incorporées dans le sol

avant de planter ou de semer peuvent prévenir certaines maladies des plantes (BELLO H., 2010).

### I.6.3. Utilisation de *Moringa oleifera* en industrie cosmétique

La fabrication du savon et des pommades à partir des feuilles de *Moringa oleifera*. Selon des études publiées par l'ONG ECHO, l'huile de *Moringa oleifera* peut être utilisée en cosmétique pour sa capacité à absorber et à retenir les substances volatiles. Dans l'industrie cosmétique, elle intervient dans la stabilisation des parfums et dans la fabrication de savon (ATAKPAMA W. et al., 2014).



**Figure 5 :** Produit cosmétique contenant *Moringa* dans sa composition (ROY E., 2015)

### I.6.4. Utilisation industrielle de *Moringa* pour le traitement de l'eau potable

En théorie, cette méthode peut être utilisée pour des stations de type industriel. Toutefois, compte tenu des quantités importantes de produit nécessaire au traitement, le *Moringa* y est généralement davantage utilisé de façon temporaire ou en complément comme produit de substitution aux flocculants habituels comme le sulfate d'alumine (Anonyme., 2012).

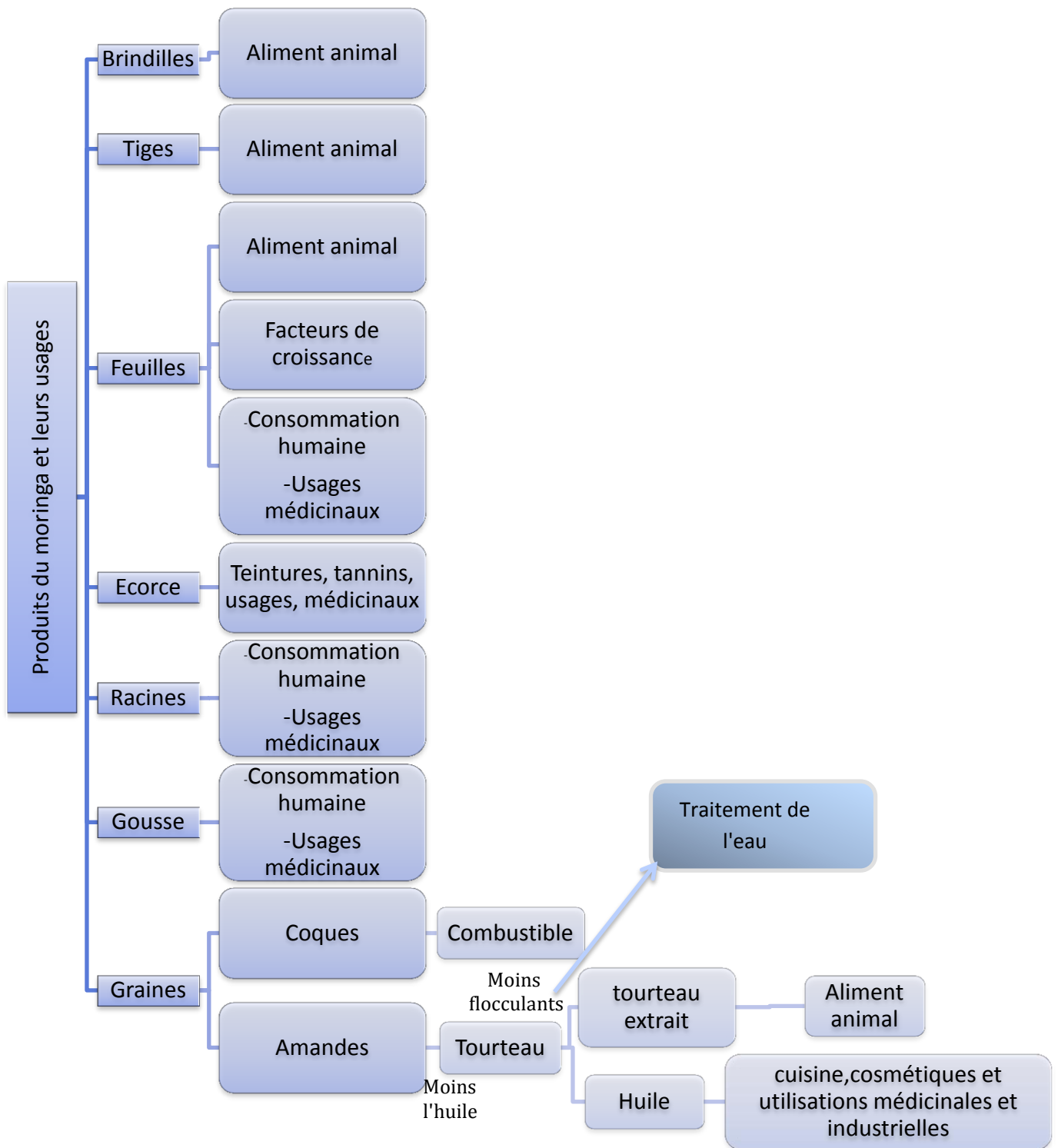


Figure 6 : Différentes utilisations de Moringa (MEDA N. B., 2011)



## **CHAPITRE II**

# **LES HUILES ESSENTIELLES**

## II.1. Généralités

### II.1.1. Historique

Le mot aromathérapie est un néologisme créé dans les années 1930 par le chimiste **René-Maurice Gattefossé**, un pharmacien français. En 1918, ce dernier se brûle la main lors d'une explosion dans son laboratoire. Il a alors le réflexe de la plonger dans un récipient rempli d'huile essentielle de Lavan de vraie. Le soulagement est immédiat et la cicatrisation de la plaie est d'une rapidité déconcertante. Il va alors consacrer de longues années de recherche à l'étude des propriétés des huiles essentielles (**DA SILVA F., 2010**).

Dans les années 1960, le Docteur **Jean Valnet** reprend les travaux de Gattefossé et publie des ouvrages de référence. Il a créé la Société Française de Phytothérapie et d'Aromathérapie (S.F.P.A), après avoir utilisé abondamment les plantes pendant la guerre d'Indochine en tant que chirurgien militaire. Tous deux sont considérés comme les pères de l'aromathérapie moderne (**DA SILVA F., 2010**).

Par la suite, les technologies avancées de chimie analytique ont permis d'identifier, inventorier et quantifier avec la plus grande exactitude les constituants pouvant entrer dans la composition d'une huile essentielle (**DA SILVA F., 2010**).

### II.1.2. Définition

Ce sont des substances volatiles et odorantes obtenues des végétaux par entraînement à la vapeur d'eau. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme produits du métabolisme secondaire (**BENMILOUD k., 2014**).

Donc le terme « huile » provient du fait que les volatiles contenus dans le végétal sont visqueux et hydrophobes, elles ont des propriétés de solubiliser dans les huiles végétales et minérales, et les graisses, les alcools et l'éther. La dénomination « Essentielle » reflète le caractère principal des plantes qui dégagent des odeurs agréables (**KESBI A., 2011**).

Les huiles essentielles sont des produits odorants, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage (**NOUIOUA W., 2012**).

## II.2. Répartition et localisation

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs (MEBARKI N., 2010). Elles sont rencontrées dans diverses familles botaniques, elles sont largement répandues dans le monde végétal et se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles. Actuellement, on compte environ 800,000 espèces végétales et parmi elles, seulement 10% sont capables de synthétiser une essence, c'est-à-dire les plantes aromatiques (BOUCHIKHI TANI Z., 2011).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs (tubéreuse,...), feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier...) et bien que cela soit moins habituel, dans des écorces (cannelier), des bois (bois de rose), des racines (vétiver), des rhizomes (curcuma , gingembre...), des fruits (tout-épice, anis, bardane...) et des graines (muscade...) (DJEDDI S., 2012). Si tous les organes d'une même plante peuvent renfermer une huile essentielle, la composition de celle-ci peut varier selon sa localisation dans la plante (NOURACHANI I., 2010).

La production de l'huile essentielle dans les plantes est, généralement, associée avec la présence des structures spéciales sécrétrices ; des cellules sécrétrices, des poils sécréteurs, des poches sécrétrices, des canaux sécréteurs et des trichomes glandulaires qui existent dans toutes les parties aériennes de la plante (MEROUANE A., 2013). Ces structures quel que d'appareils sécréteurs. (Figure 7).

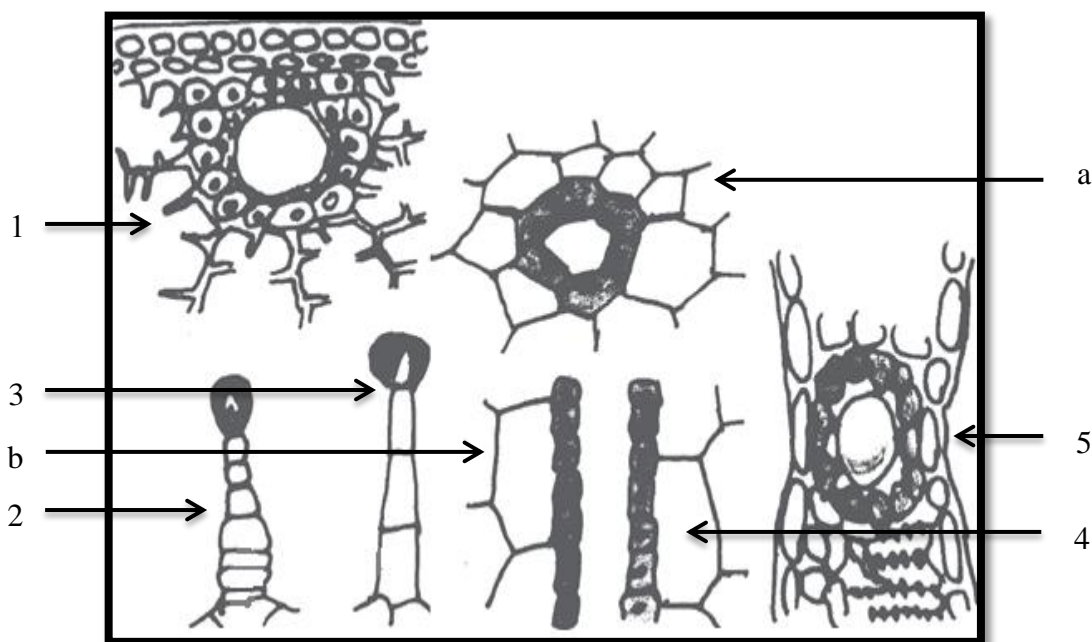


Figure 7 : Exemples d'appareils sécréteurs (DJEDDI S., 2012)

- 1 : Canal sécréteur de feuille de pin.  
 2 : Poil sécréteur chez *Cistus*.  
 3 : Poil sécréteur chez *Pelargonium zonale*.  
 4 : Canal sécréteur de Lierre : a- en coupe transversale, b : en coupe verticale.  
 5 : Poche sécrétrice d'*Hypericum perforatum* (DJEDDI S., 2012).

### II.3. Composition chimique des huiles essentielles

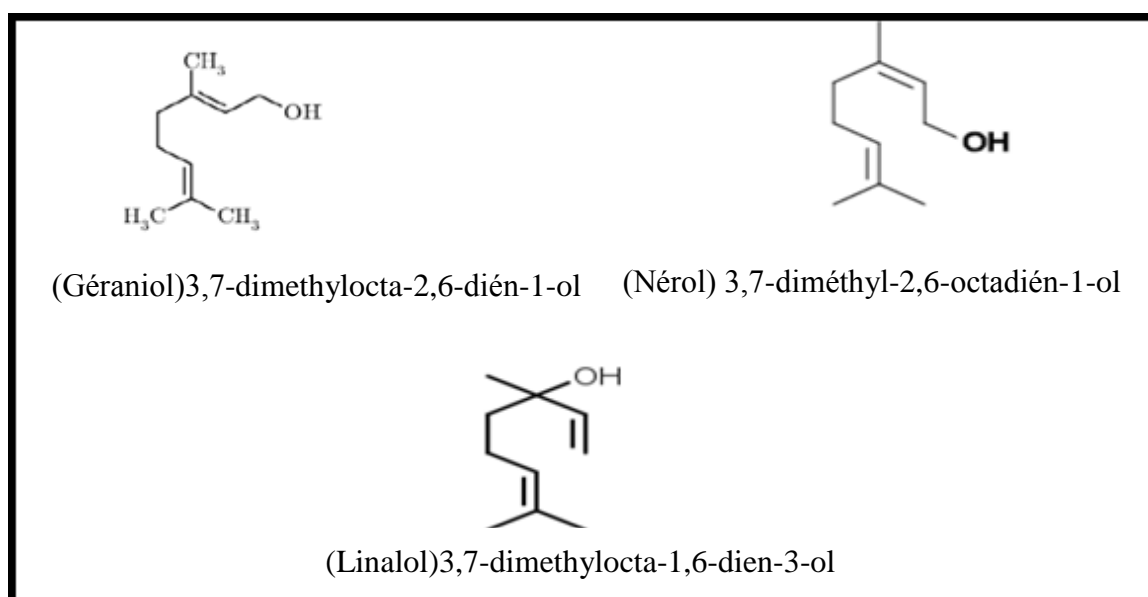
La composition des huiles essentielles est généralement très complexe, à la fois par la diversité considérable de leurs structures, et par le nombre élevé de constituants présents (BOUCHIKHI TANI Z., 2011).

On y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (BENMILOUD K., 2014).

#### II.3.1. Les terpénoïdes (monoterpène et Sesquiterpènes)

##### II.3.1.1. Monoterpènes (C10)

Ce sont des carbures aromatiques, ils sont acycliques (myrcène , ocimène) , monocycliques ( $\alpha$  et  $\gamma$ -terpinène) ou bicycliques (pinène, camphène). A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales, surtout alcool et aldéhyde, comme: l'ocimène (basilic), le myrcène (laurier) et le géraniol. Ils constituent parfois 90% de l'huile essentielle (citrus, térébenthine) ( DJEDDI S., 2012).



**Figure 8** : Structures de quelques monoterpènes existents dans les huiles essentielles (KESBI A., 2011)

### II.3.1.2. Sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en  $C_{15}H_{22}$  (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurelles, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, et polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature (EL HAIB A., 2011).

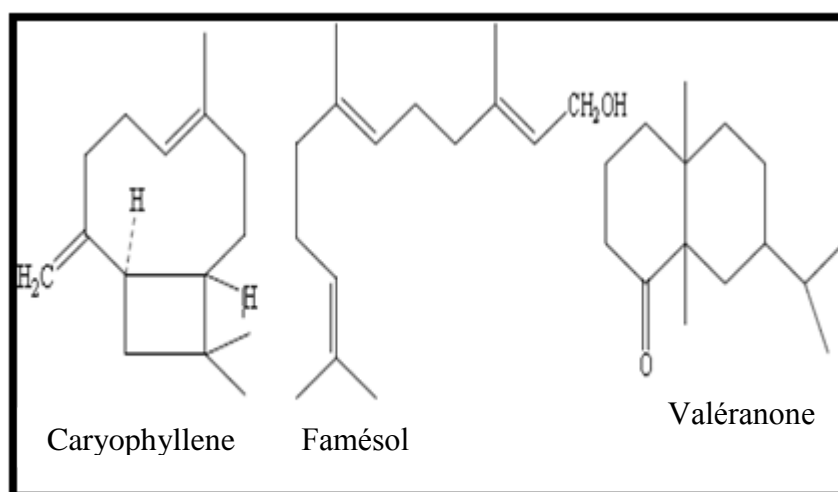
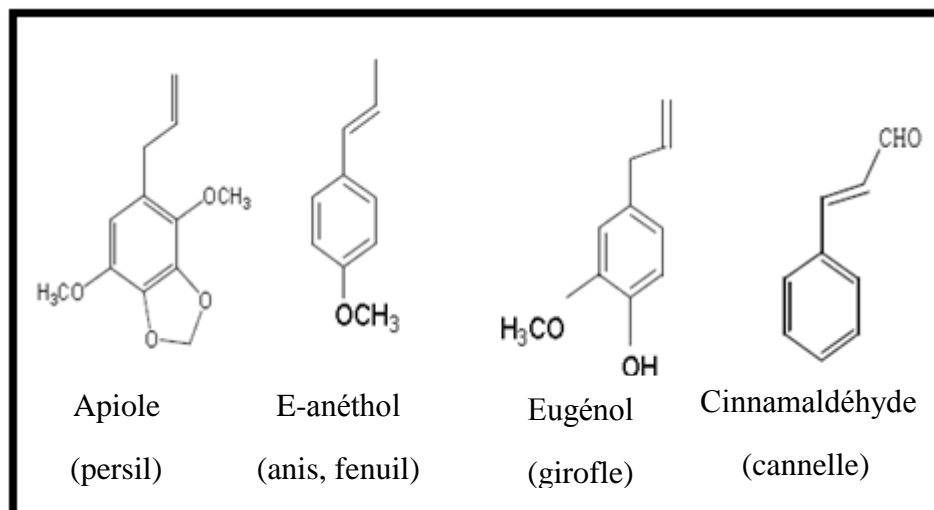


Figure 9 : Exemples de quelques Sesquiterpènes (EL HAIB A., 2011)

### II.3.2. Les composés aromatiques

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. Nous pouvons citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle (KESBI A., 2011).



**Figure 10** : Exemple de structures des composés aromatiques (SEDDIK M., 2010)

### II.3.3. Les composés d'origines diverses

Les huiles essentielles peuvent contenir d'autres produits résultant de la dégradation d'acides gras comme : le (3Z)-hexen-1-ol et d'autres composés issus de la dégradation des terpènes comme les ionones. En outre, on peut rencontrer les composés azotes et soufres mais ils sont souvent rares dans les huiles essentielles (Selles C., 2012).

### II.3.4. Les chémotypes

La connaissance des chémotypes d'une huile essentielle et leur comportement est fondamentale car elle permet d'envisager l'activité pharmacologique, de prévoir aussi la pharmacocinétique et la biodisponibilité (KESBI A., 2011).

Pour une même espèce botanique, la composition chimique de l'huile essentielle n'est pas immuable. Les huiles essentielles sont élaborées par les plantes aromatiques au sein des cellules sécrétrices. Leur élaboration est totalement tributaire du rayonnement solaire en l'absence duquel le rendement en produits aromatiques et leur nature sont affectés. En sa présence, et tout particulièrement en fonction de la présence de tel ou tel rayonnement, les types de composants pourront varier considérablement au sein d'une même espèce (KESBI A., 2011).

### II.4. Rôle des huiles essentielles chez les plantes

Les plantes aromatiques produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante reste inconnu (BOUCHIKHI TANI Z., 2011).

D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques.

Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes (BOUCHIKHI TANI Z., 2011).

Souvent, elles constituent un moyen de défense vis-à-vis des pathogènes (microorganismes, champignons, insectes et herbivores) et parfois elles semblent avoir une action téléttoxique sur la germination (NOURACHANI I., 2010).

## II.5. Méthodes d'analyse de la composition chimique

### II.5.1. Chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (CG/SM)

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS : abréviation anglaise) en mode impact électronique (SM-IE) est la technique la plus utilisée pour l'analyse des huiles essentielles à cause de leur faible volatilité. Il permet de connaître, dans la grande majorité des cas, la masse moléculaire d'un composé et d'obtenir des informations structurales relatives à une molécule à partir de sa fragmentation (KALLA A., 2012).

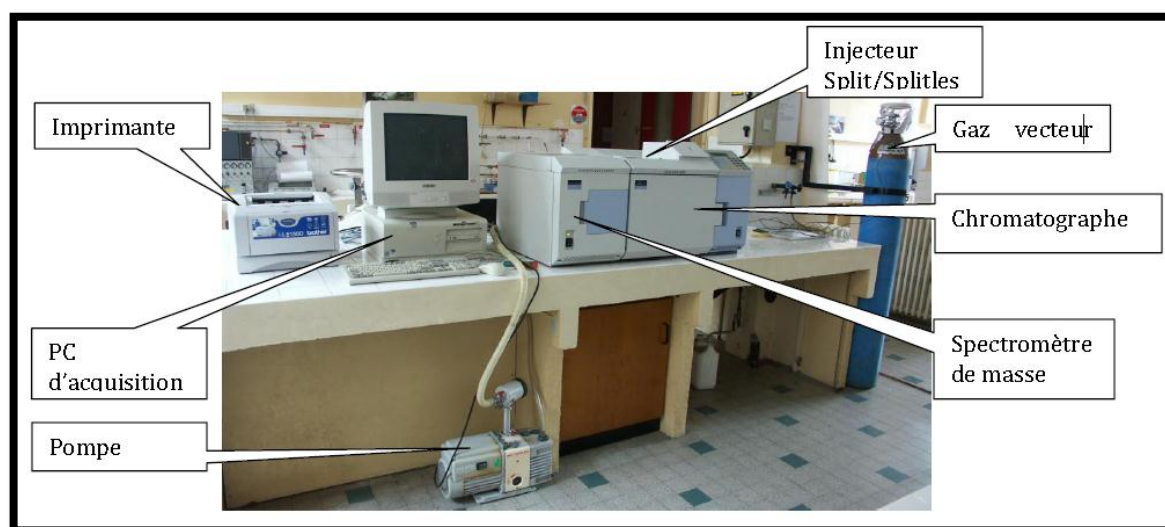
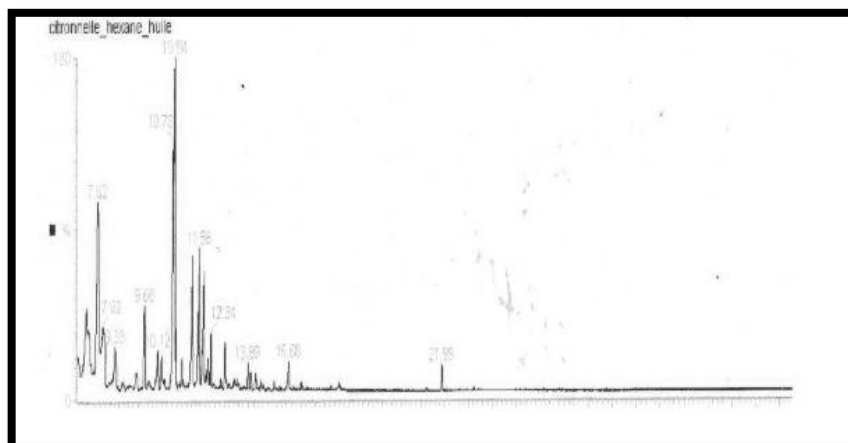


Figure 11 : Chromatographe GC-MS (JACOB V., 2010)

### Exemple

L'analyse de l'huile essentielle de *Melissa officinalis* par GC-MS, nous a permis d'obtenir le chromatogramme représenté dans la ( figure 12 ) (FEKNOUS S.et al, 2014).



**Figure 12** : Exemple d'un chromatogramme de *Melissa officinalis* par GC-MS (FEKNOUS S.*et al.*, 2014)

### II.5.2. Résonance magnétique nucléaire (RMN)

C'est la technique de choix pour la caractérisation des molécules organiques ; elle permet l'accès à des informations concernant la squelette et la fonctionnalisation des molécules. Dans cette optique les données de la littérature constituent une base intéressante permettant la comparaison avec les valeurs des déplacements chimiques du carbone 13 des composés absents de nos bibliothèques de données, mais aussi elles proposent les valeurs de déplacements chimiques de molécules « modèles » à partir desquelles des reconstitutions de spectres sont possibles. Pour le cas des travaux de recherche sur les volatils des plantes, la RMN du carbone 13 est devenue une méthode complémentaire à l'analyse par CPG et GC-MS (BENOMARI F., 2014).

### II.5.3. Spectroscopie *ultra-violet* (UV)

C'est la plus ancienne des spectroscopies d'absorption utilisées par le chimiste. Le domaine des UV s'étend en principe de  $\lambda = 10$  nm à  $\lambda = 400$  nm et le domaine de la lumière visible de  $\lambda = 400$  nm à  $\lambda = 800$  nm. Cependant, on se limite en général à  $\lambda > 200$  nm en raison de l'opacité de l'air pour les longueurs d'onde inférieures à 190 nm.

Pour enregistrer le spectre UV visible d'une substance, on prépare une solution diluée de concentration définie que l'on introduit dans une cuve en verre (ou en quartz pour les longueurs d'ondes inférieures à 350 nm). Le solvant doit être transparent dans la zone de longueurs d'onde choisie. Sa nature doit être relevée, car elle peut avoir une influence sur les caractéristiques du spectre. Dans le spectrophotomètre, l'échantillon est traversé par un faisceau lumineux et un détecteur mesure, pour chaque longueur d'onde, l'intensité avant et après absorption ( $I_0$  et  $I$ ). (BENOMARI F., 2014).

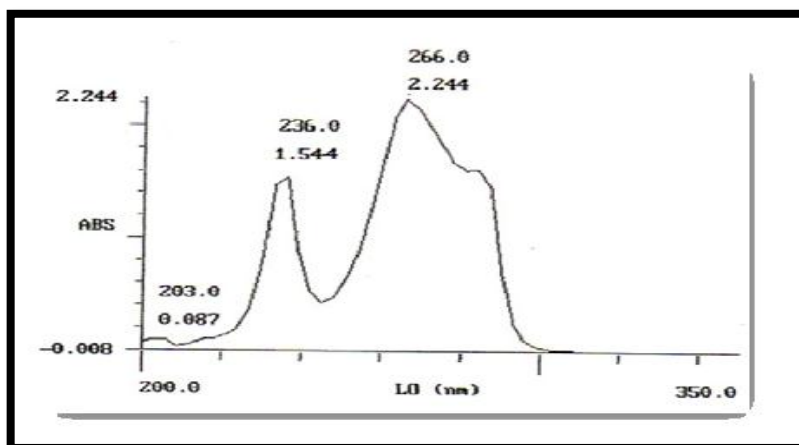


**Figure 13 :** Spectroscopie *ultra-violet* (UV) (type: UV-1800)

### Exemple

Spectre UV de l'huile essentielle (Figure14) représente trois bandes principales d'absorption :

- ✚ Une bande d'absorption de très faible intensité à 203 nm. Cette bande est attribuable à la transition  $\pi \rightarrow \pi^*$  du groupement aryle.
- ✚ Une bande de moyenne intensité vers 236,0 nm attribuable à la transition  $\pi \rightarrow \pi^*$  caractéristique du système éthylénique.
- ✚ Une bande large très intense à dans l'intervalle de 266- 280 nm relative à la transition qui correspond au système aromatique disubstitué et phénolique (SADDIK M., 2010).



**Figure 14 :** Spectroscopie *ultra-violet* (UV) de l'huile essentielle d'*Ajowan* (SADDIK M., 2010)

#### II.5.4. Spectroscopie infrarouge (IR)

L'infrarouge analytique regroupe plusieurs méthodes d'identification et de dosages non destructifs basés sur l'absorption, ou la réflexion, par l'échantillon, des radiations électromagnétiques comprises entre 1 et 50  $\mu\text{m}$ . Cette bande spectrale est divisée en proche infrarouge (de 1 à 2,5  $\mu\text{m}$ ) et en moyen infrarouge (2,5-50  $\mu\text{m}$ ). Bien que le domaine du proche infrarouge soit pauvre en absorptions spécifiques, il a pris une grande importance dans les laboratoires de contrôle comme moyen d'analyse quantitative. Le moyen infrarouge est, par contre, plus riche en informations sur les structures des composés examinés. De ce fait, il est utilisé pour l'identification des molécules organiques dont il permet de garder une sorte d'empreinte digitale (JACOB V., 2010).

#### Exemple

Protocole expérimental :

Le spectre *infrarouges* a été enregistré sur un spectromètre JASCO FT/IR-4200 à transformée de fourrier ; les fréquences d'absorption sont exprimées en  $\text{cm}^{-1}$  (SADDIK M., 2010).

L'échantillon à analyser a été réalisé sur des pastilles de bromure de potassium (KBr). Les bande les plus significatives révélées sur le spectre IR de l'huile essentielle étudiée sont reportées sur le( figure 15) (SADDIK M., 2010).

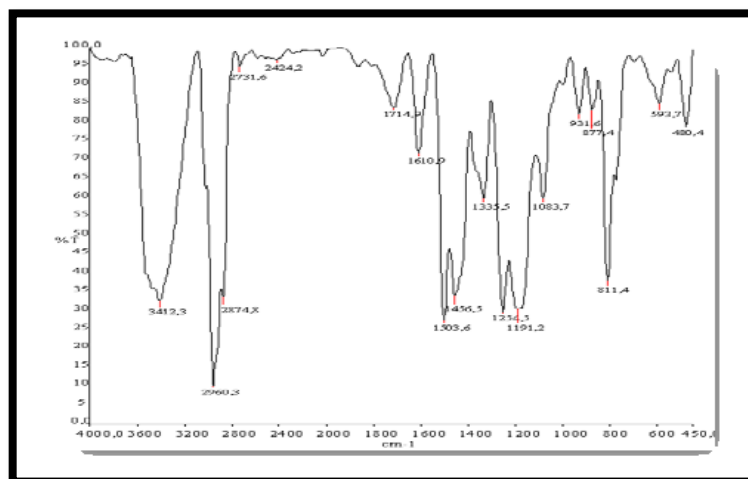


Figure 15: Spectroscopie *infrarouge* de l'huile essentielle d'Ajowan (SADDIK M., 2010).

## II.6. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques:

- **Antibactérienne**

Des études récentes ont prouvé que les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celle des moisissures et des levures et que leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs (MEBARKI N., 2010).

- **Anti-inflammatoires**

Les aldéhydes contenus dans un grand nombre d'huiles essentielles ont la propriété de combattre les inflammations. La menthe poivrée est en mesure d'anesthésier les douleurs au niveau du crâne, le clou de girofle calme les douleurs dentaires et le thym agit au niveau du coude (tennis-elbow), tandis que la citronnelle, le romarin ou l'eucalyptus sont efficaces en cas de piqûres d'insectes (ALESSANDRA M. B., 2008).

- **Antiparasitaire**

Les huiles essentielles de géranium. de citronnelle. de menthe ou de lavande diffusées dans l'air sont efficaces pour protéger des attaques des insectes. En particulier, des moustiques. Elles tiennent à distance tous ces petits indésirables (poux, mites ... ), mais. pour une protection plus sûre. il vaut mieux les appliquer directement sur le corps (elles devront alors être diluées) ou sur les vêtements (elles peuvent être utilisées pures) (ALESSANDRA M. B., 2008).

- **Antiseptique**

Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes (BENAYAD N., 2013).

- **Antispasmodiques**

Les huiles essentielles de marjolaine. de lavande ou de mélisse peuvent arrêter les spasmes, c'est-à-dire les contractions qui se manifestent de façon involontaire dans le corps, aussi bien au niveau rénal qu'au niveau des viscères (coliques. hoquet...) (ALESSANDRA M. B., 2008).

- **Antivirale**

Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques contenues dans les huiles essentielles, ce qui confère à ces dernières la capacité de combattre certaines pathologies virales. Les huiles essentielles arrêtent le développement des virus et facilitent l'élimination du mucus tout en stimulant le système immunitaire (ALESSANDRA M. B., 2008).



**CHAPITRE III**  
**PROCEDES D'EXTRACTION DES**  
**HUILES ESSENTIELLES**

### III.1. Méthodes d'extraction

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général, le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles), de la nature des composés (par exemple, les flavonoïdes, les huiles essentielles, les tanins), le rendement en l'huile et la fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées (HELLAL Z., 2011).

#### III.1.1. Distillation

Selon PIOCHON. Il existe trois différents procédés utilisant le principe de la distillation : l'hydrodistillation, l'hydrodiffusion et L'entraînement à la vapeur d'eau (HELLAL Z., 2011).

##### III.1.1.1. Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et ,de ce fait, la plus anciennement utilisée. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques: le loi de Dalton et le loi de Raoult. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger (ELHAIB A., 2011).

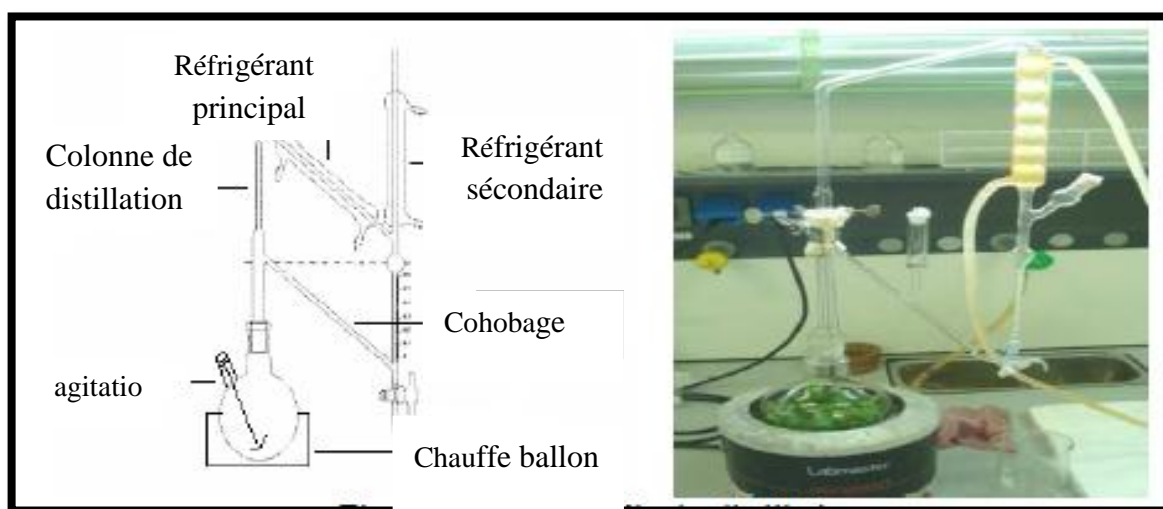


Figure 16 : Montage d'hydrodistillation type Clevenger ( ELHAIB A., 2011)

### III.1.1.2. Hydrodiffusion

Hydrodiffusion est une co-distillation descendante. Dans ce procédé, le végétal est disposé dans un parallélépipède métallique grillagé. On soumet donc le végétal à une pulsion de vapeur d'eau, saturée et humide, mais jamais surchauffée de haut en bas. La forme de l'appareillage permet une meilleure répartition des charges. La vapeur d'eau emporte avec elle toutes les substances volatiles. L'huile essentielle est recueillie grâce à un collecteur qui permet un équilibre avec la pression atmosphérique. On peut aussi préciser qu'il y a un procédé de cohobation qui renvoie dans la chaudière toutes les eaux qui sont séparées des huiles (BOUSBIA N., 2013).

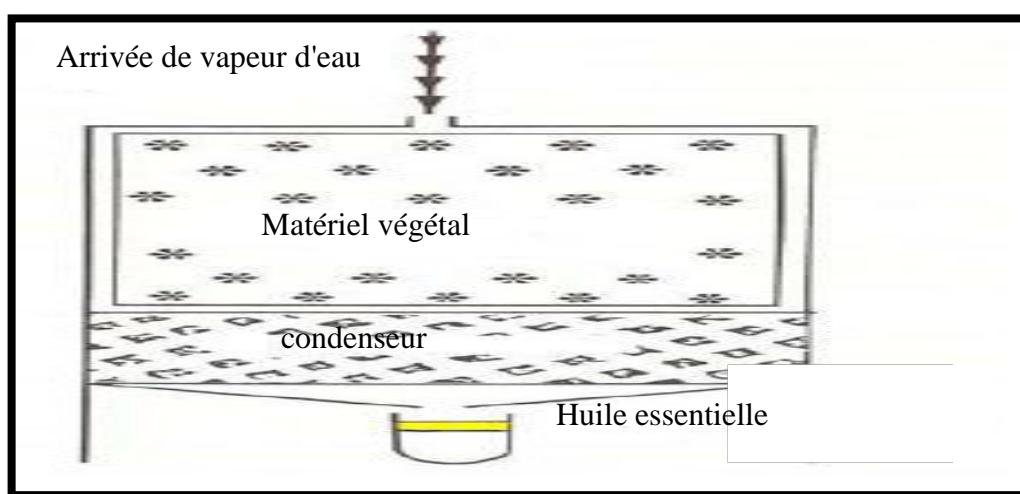


Figure 17 : Montage d'hydrodiffusion (NAIT ACHOUR K., 2012)

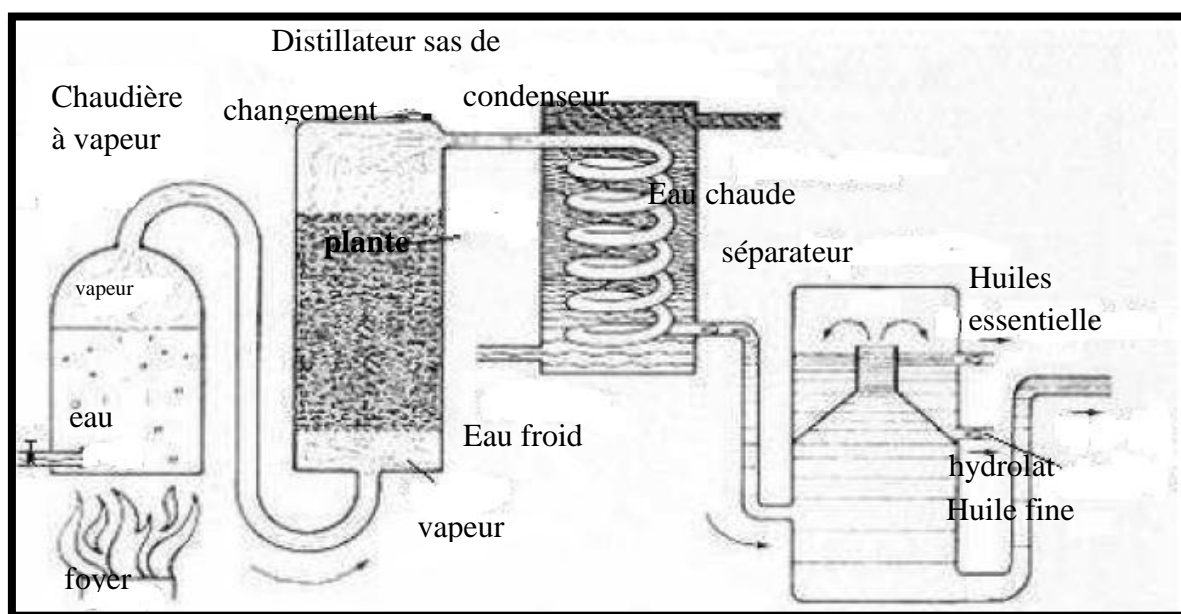
### III.1.1.3. Entraînement à la vapeur d'eau

Entraînement à la vapeur d'eau est l'un des procédés d'extraction les plus anciens et l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un flux de vapeur descendant ou ascendant sans macération préalable. Le plus souvent, de la vapeur d'eau est injectée au bas d'une charge végétale. Les vapeurs chargées en composés volatils sont condensées avant d'être décantées et récupérées dans un essencier (vase de décantation pour les huiles essentielles).

Dans le cas des huiles essentielles « superficielles » contenues dans des glandes situées à la surface du matériel végétal, la vapeur provoque la rupture d'un grand nombre de ces glandes dont le contenu se répand à l'extérieur du végétal.

Dans le cas des huiles essentielles contenues à l'intérieur du matériel végétal, l'huile essentielle doit diffuser à travers le végétal pour entrer en contact avec la vapeur d'eau. Dans un premier temps, la vapeur d'eau condensée imprègne la charge. Le gradient thermique qui

s'établit dans la charge est tel que la température la plus basse se situe au coeur de chaque morceau du végétal. Les molécules d'huile essentielle, qui sont légèrement solubles dans l'eau, vont diffuser lentement à l'intérieur du végétal, jusqu'à entrer en contact avec la vapeur d'eau circulant à l'extérieur. La diffusion de l'huile essentielle étant le facteur qui limite la vitesse de l'extraction, la vapeur d'eau se charge en huile essentielle mais sans atteindre la saturation. Par conséquent, l'extraction des huiles essentielles non superficielles est plus longue et exige plus de vapeur que celle des huiles essentielles superficielles (FARHAT A., 2010).



**Figure 18** : Procédé d'extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur (LAURENT D., 2012)

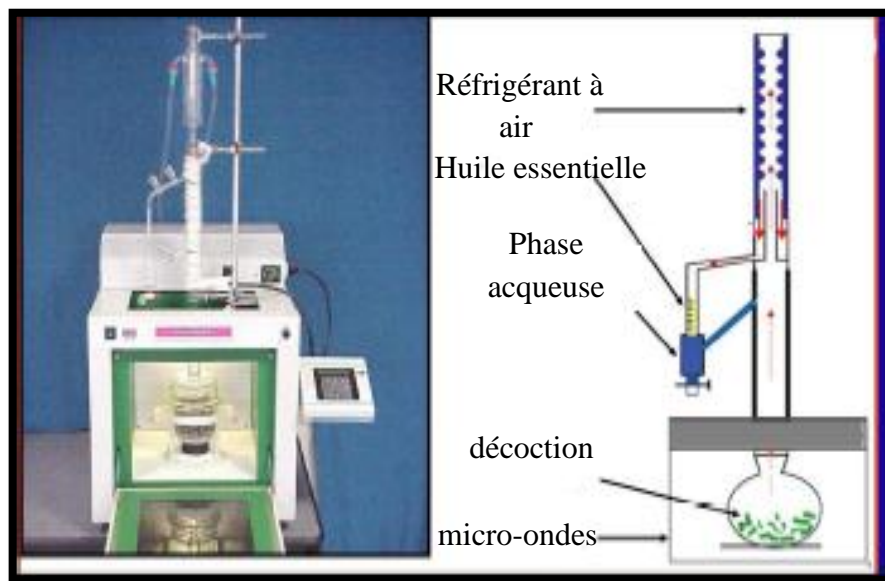
### III.1.2. Distillation à la vapeur saturée

Dans ce cas, le matériel n'est pas en contact avec de l'eau : la vapeur d'eau est injectée à travers la masse végétale disposée sur des plaques perforées en dessous de la base de l'alambic, les constituants volatiles peu solubles dans l'eau sont entraînés et après condensés, séparés du distillat par décantation. Celle-ci s'effectue dans un récipient spécial (LAHRACH K., 2010).

### III.1.3. Hydrodistillation assistée par micro-ondes

Au début des années 1990, est apparue une toute nouvelle technique appelée hydrodistillation par micro-ondes sous vide. Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau

propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, de refroidissement et de décantation. Ce procédé permet un gain de temps (temps d'extraction divisé par 5 à 10) et d'énergie (température plus basse) considérable. En guise d'exemple, l'extraction par micro-ondes de deux kilos de *Mentha piperita* permet d'obtenir environ 1% d'huile essentielle en 15 minutes alors que deux heures d'hydrodistillation sont nécessaires pour obtenir un rendement similaire à partir de la même masse de plante. La composition de l'huile essentielle obtenue par ce procédé est bien souvent semblable à celle obtenue avec un procédé d'entraînement à la vapeur traditionnel. Toutefois, une plus grande proportion de composés oxygénés est généralement observée dans les huiles essentielles extraites par micro-ondes. Ceci est dû à la faible quantité d'eau présente dans le système et à la rapidité du processus de chauffage. Ainsi, les dégradations thermiques et hydrolytiques des composés oxygénés sont limitées. Cette technique présente donc beaucoup d'avantages: technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées. L'extraction par micro-ondes fait aujourd'hui l'objet de beaucoup d'études et ne cesse d'être améliorée (PIOCHON M., 2008).



**Figure 19** : Montage d'une distillation par micro-ondes (NAIT ACHOUR K., 2012)

#### III.1.4. Extraction par les corps gras

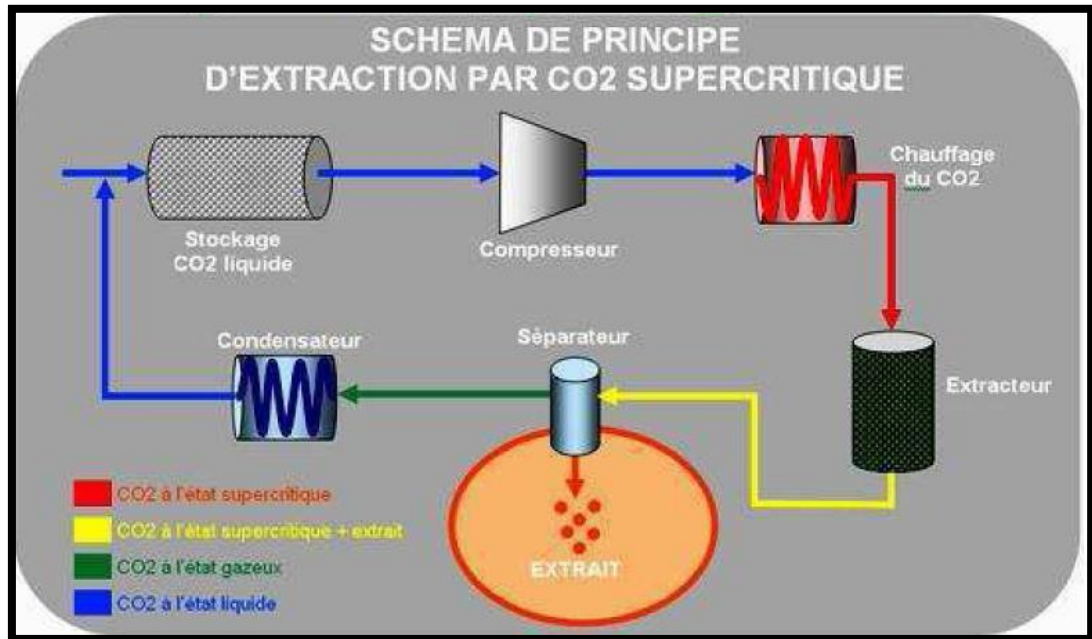
La méthode d'extraction par les corps gras est utilisée en fleurage dans le traitement des parties fragiles des plantes telles que qui sont très sensibles à l'action de la température, Elle met à profit la liposolubilité des composés odorants des végétaux dans les corps gras. Le principe consiste à mettre les fleurs en contact d'un corps gras pour la saturer en essence végétale. Le produit obtenu est une pommade florale qui est ensuite épuisée par un solvant qu'on élimine

sous pression réduite. Dans cette technique, on peut distinguer l'enfleurage où la saturation se fait par diffusion à la température ambiante des arômes vers le corps gras et la digestion qui se pratique à chaude, par immersion des organes végétaux dans corps gras (**CHOUITAH O., 2012**).

### III.1.5. Extraction par gaz supercritique

Le développement de nouvelles technologies de séparation dans l'industrie chimique, pharmaceutique, cosmétique et alimentaire est lié aux exigences pour la protection de l'environnement, la santé publique et au besoin de minimiser la consommation énergétique des procédés. Par exemple, l'utilisation des solvants organiques pour le traitement des matières végétales est soumise à des restrictions de plus en plus fortes, en particulier depuis la mise en œuvre de la directive REACH, visant à assurer un niveau élevé de protection de la santé humaine et de l'environnement, contre les risques que peuvent poser les produits chimiques. Ces restrictions sont particulièrement importantes dans le domaine de l'industrie alimentaire, pour laquelle il devient urgent de proposer des substances alternatives aux solvants organiques traditionnellement utilisés dans les procédés d'extraction ou de purification de la matière végétale. L'extraction par fluide supercritique et plus particulièrement par le CO<sub>2</sub> supercritique a été introduite comme alternative à ces procédés d'extraction par solvants (**PETKO IVANOV P., 2010**).

Le phénomène au cours duquel une molécule (soluté) ou un groupe de molécules transfère vers la phase supercritique, peut être présenté, d'une part, comme une vaporisation, puisque la molécule en question passe de la phase condensée vers une phase plus expansée (le solvant supercritique). D'autre part, ce phénomène peut aussi être considéré comme une dissolution car une interaction soluté-solvant apparaît. Les phénomènes de vaporisation/dissolution caractérisent la nature intermédiaire de l'état supercritique. Pour comprendre le comportement soluté solvant, il est nécessaire de connaître la masse volumique du solvant et l'interaction entre le solvant et les divers composés qui composent la phase solide (**PETKO IVANOV P., 2010**).



**Figure 20** : Schéma de principe d'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique (LAURENT D., 2012)

### III.1.6. Extraction par solvant

Cette technique est aussi utilisée avec de fleurs ne supportant pas la chaleur, la distillation ne contient que pour les végétaux dont le rendement en huile essentielle est suffisamment important, les solvants très volatils par exemple l'éther, et l'hexane qui s'évaporent rapidement sont employés. Le solvant lave la matière première qui subira après décantation et concentration, une distillation partielle. Ce solvant volatil est alors séparé de la "concrète" par filtrage, puis glaçage de -12°C à -15°C. La précieuse substance ainsi obtenue est à nouveau filtrée et concentrée à faible pression (MEHAMMEDI Z., 2006).

### III.1.7. Expression à la froid

L'expression à froid est réservée à l'extraction des composés volatils dans les péricarpes des hespéridés. Il s'agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices. L'essence libérée est recueillie par un courant d'eau et reçoit tout le produit habituel de l'entraînement à la vapeur d'eau, d'où la dénomination d'huile essentielle (LUICITA LAGUNEZ R., 2006).

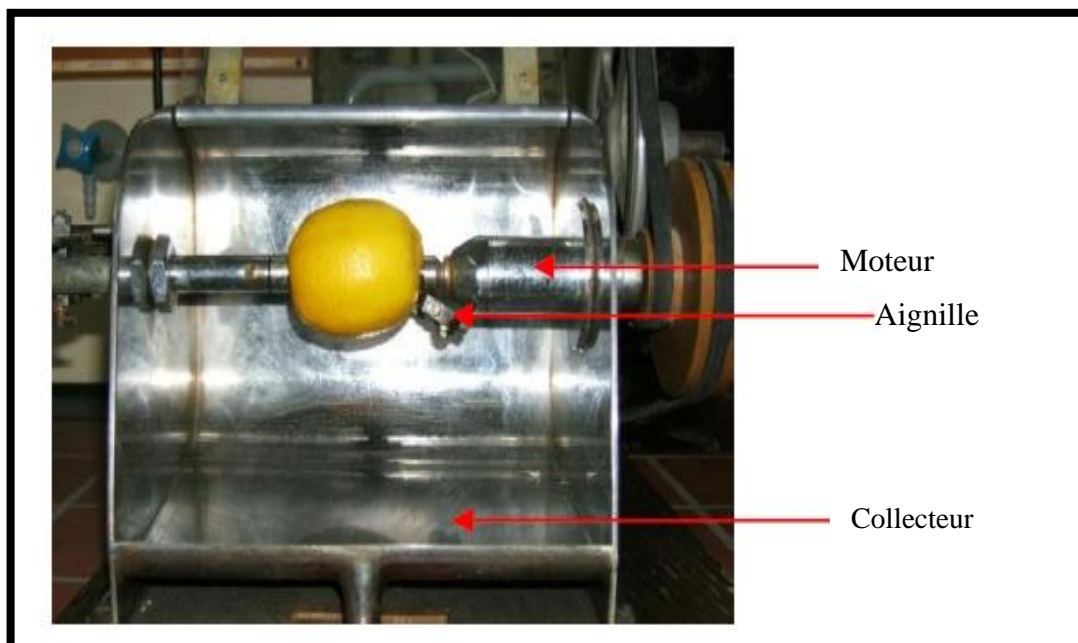


Figure 21 : Schéma du montage de l'expression à froid (FARHAT A., 2010)

### III.1.8. Avantages et inconvénients différents les procédés extraction des huiles essentielles

Le tableau ci-dessous récapitule les avantages et les inconvénients des procédés extraction des huiles essentielles. (Tableau 01).


Tableau 01 : Avantages et inconvénients des procédés extraction des huiles essentielles

Méthode	Avantage(s)	Inconvénient(s)
<b>Hydrodistillation</b>	L'hétéroazéotrope est distillé à des températures, TH, toujours inférieures à 100 °C est sa simplicité de mise en œuvre, son coût réduit et l'absence de solvant organique.	Le chauffage prolongé en présence d'eau peut, par contre, provoquer un certain nombre de réaction parasite indésirable parmi les HE.
<b>Hydrodiffusion</b>	L'avantage de cette technique est traduit par l'amélioration qualitative et quantitative de l'huile récoltée, l'économie du temps, de vapeur et d'énergie.	ce type d'extraction est peu répandu à grande échelle, et le rendement mesuré est donc généralement surestimé par rapport à ce

		qui peut être attendu en usine
<b>Entraînement à la vapeur d'eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les plantes ne sont pas en contact avec l'eau.</li> <li>- Convient aux plantes à feuillage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible rendement.</li> <li>- Nécessité de surveiller en permanence le niveau d'eau.</li> </ul>
<b>Distillation à la vapeur saturée</b>	Son avantage est que les altérations de l'huile essentielle recueillie sont minimisées.	Ne convient pas toujours aux matières premières qui, par nature, s'agglutinent : roses, ylang ylang...
<b>Extraction par solvant</b>	les techniques conventionnelles sont qu'on évite les échauffements locaux et qu'on consomme de plus petites quantités de solvant.	L'extraction par les solvants est très coûteuse à cause du prix de l'équipement et de la grande consommation des solvants.
<b>Hydrodistillation assistée par micro-ondes</b>	Réducteur considérable du temps d'extraction.	cette technique sont d'une part le rendement faible lorsque les solutés ou les solvants sont apolaires.
<b>Extraction par gaz supercritique</b>	L'extraction supercritique est généralement plus rapide.	Cette technologie exige une consommation d'énergie non-négligeable pour établir les pressions et les températures pendant les différentes étapes d'extraction.
<b>Expression à la froid</b>	Le produit pressé à froid a souvent une durée de vie court.	Permet d'extraire des essences de bonne qualité.
<b>Extraction par les corps gras</b>	Le dosage et analyse le matière grasse.	un rendement faible.



**PARTIE II**  
**PARTIE PRATIQUE**



**MATERIELS ET METHODES,  
RESULTATS ET DISCUSSION**

## I.1. Matériels et Méthodes

### I .1.1. Matériels Biologiques

- **Echantillonnage de la plante (*Moringa oleifera*)**

Nous avons pris des échantillon de la plante *Moringa oleifera* (Feuilles – Graines). Dans le région Guemar / EL-Oued et dans la forêts de la province dans la wilaya d’El Oued. Le tableau regroupe les informations liées espèce étudiée dans ce travail.

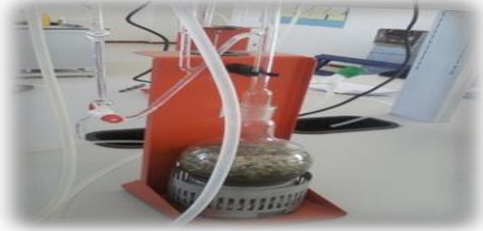

**Tableau 02** : Sites d’échantillonnage

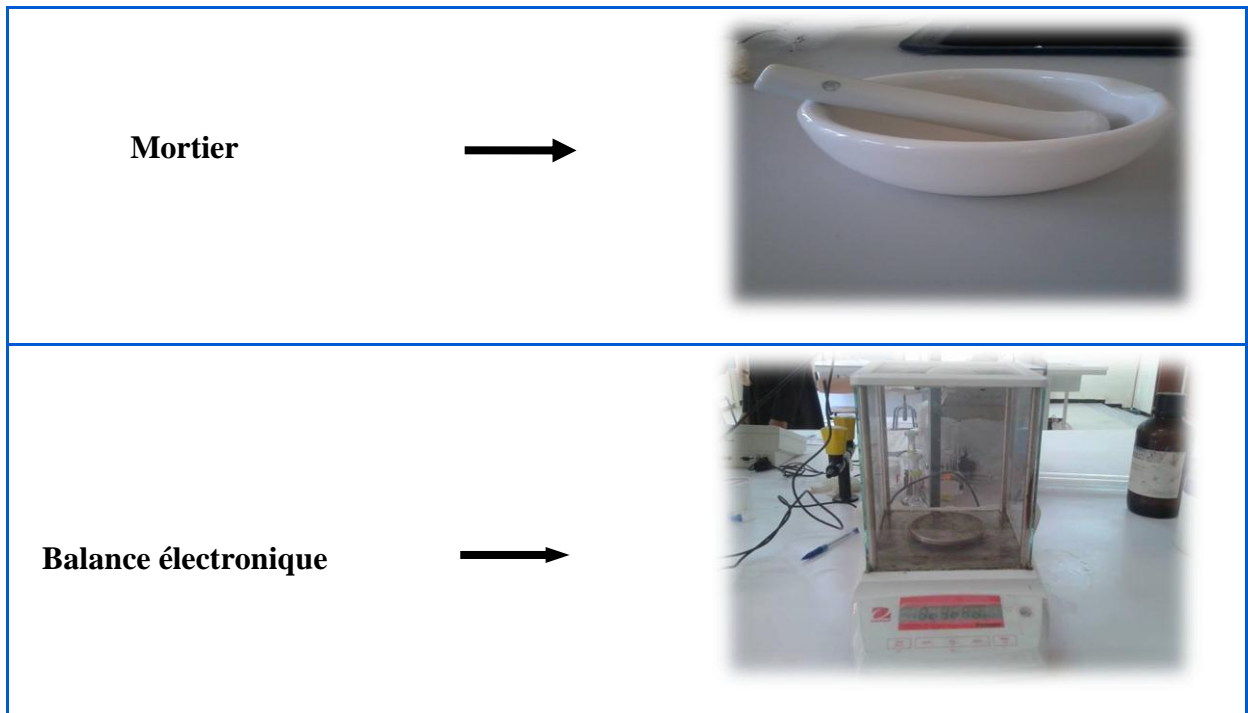
Espèce	Site de récolte	Date de récolte
<i>Moringa oleifera</i>	Les feuilles : Région Guemar	14/03/2015
	Les graines : Région Guemar	Au cours de l'année 2014

### I .1.2. Matériels de Laboratoire

Durant notre travail expérimental, nous avons utilisé l’appareil Clevenger pour effectuer notre hydrodistillation. Le tableau ci-dessous regroupe l’essentiel de matériels et la verrerie utilisés.

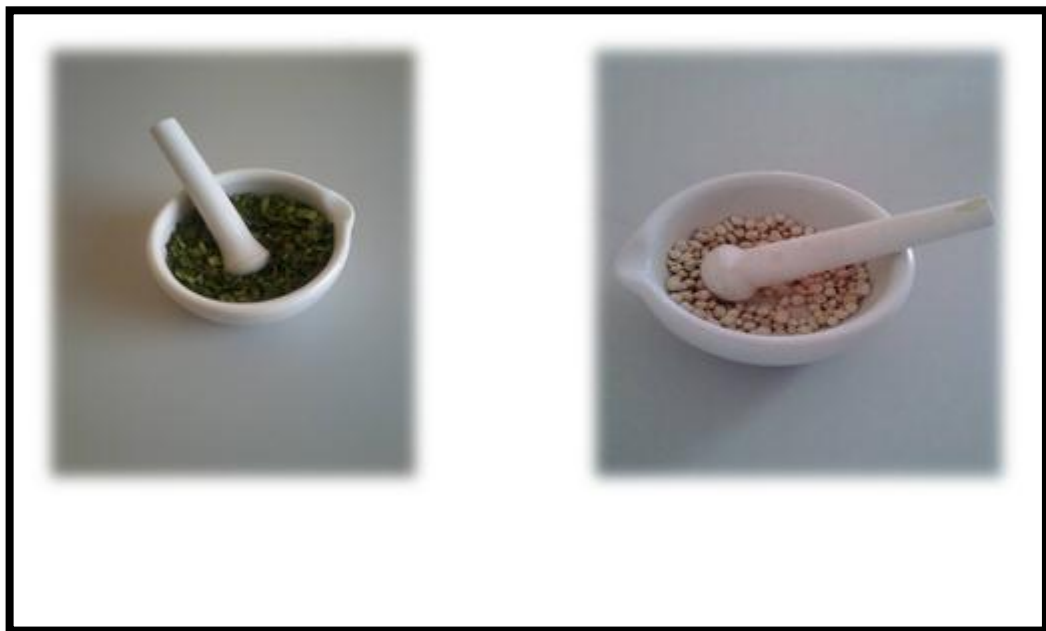
**Tableau 03** : Appareils et matériels utilisés

Matériel et verrerie utilisés	
Appareil du Clevenger modifié	
Becher	



### I.2.1. Méthode de séchage

Les plantes, fraîchement récoltées, ont été nettoyées par de l'eau distillée. Les feuilles et les graines sont ensuite séparées puis séchées à l'air libre, à l'abri de la lumière et l'humidité. Celles-ci ont été ensuite pesées, réduites (coupée en petites parties) pour augmenter la surface de contact avec de l'eau et récupérées dans des sacs en papier afin de les conserver jusqu'au moment de l'extraction (la photo ci-dessous est prise par nous-même).



**Figure 22** : Plante de *Moringa Oleifera* – Gauche : feuilles ; Droite : graines

### I.2.2. Hydrodistillation

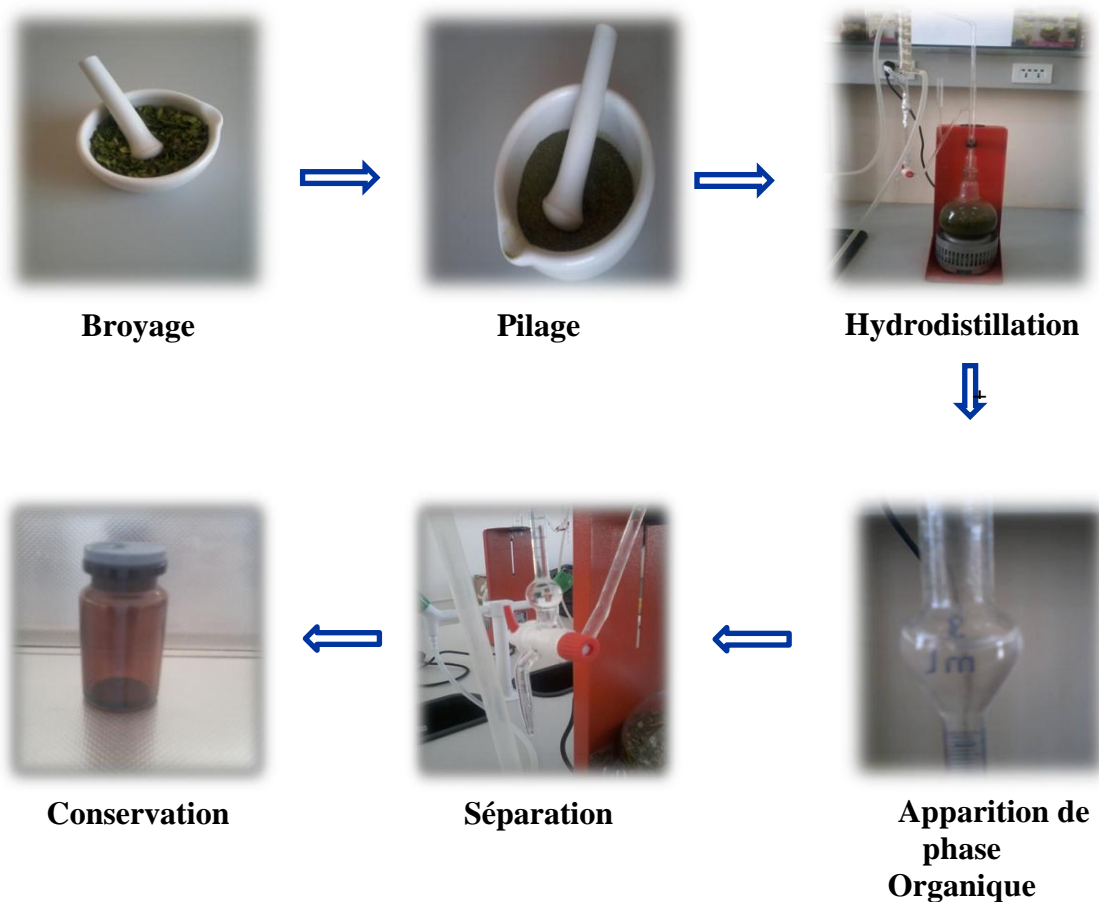
L'hydrodistillation (HD) est la méthode la plus couramment employée pour l'extraction d'une huile essentielle dans son principe, elle correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau; l'ensemble est ensuite porté à ébullition, à pression atmosphérique. Sous l'effet de la chaleur, les molécules odorantes contenues dans les glandes sécrétrices des végétaux sont libérées sous forme d'un mélange azéotrope. Bien que la plupart des constituants aient des températures d'ébullition supérieures à 100°C, ils sont entraînés mécaniquement avec la vapeur d'eau. Le refroidissement par condensation conduit à la séparation du mélange eau-huile essentielle par décantation. Le système «Clevenger», préconisé par la pharmacopée européenne, permet le recyclage de la phase aqueuse du distillat dans le bouilleur par Cohobage. Ainsi, l'eau et les molécules volatiles sont séparées, par leurs différences de densité, dans l'essencier en une phase aqueuse (hydrolat) et une phase organique surnageant (huile essentielle). La durée d'hydrodistillation, de trois à six heures en fonction de la matière végétale à traiter, peut avoir une influence sur le rendement en huile essentielle et sur sa composition chimique (VENTURINI N., 2012).

Nous avons l'hydrodistillation chacune des feuilles, les graines le plante *Moringa oleifera*. Pour identifier la rendement l'huile essentielle chacune des graines et les feuilles. Les tableau suivant montre les protocoles expérimentaux.

**Tableau 4 :** Protocole de préparation des échantillons

<i>Partie à extraire</i>	<b>Conditions opératoires</b>		<b>La durée</b>
	<b>Matière végétale (g)</b>	<b>V H<sub>2</sub>O (ml)</b>	<b>t (h)</b>
<b>Les graines</b>	30	250	3
<b>Les feuilles</b>	30	250	3

## ❖ Protocole d'extraction



### I .3. Résultats et discussion

#### I .3.1. Résultats

Selon le protocole expérimental , qui a été adopté dans la partie pratique pour partie extraite, à savoir les graines et les feuilles, nous avons constaté ce qui suit :

Lors de l'extraction des graines, nous n'avons pas obtenu l'huile essentielle. Dans l'extraction des feuilles, un rendement très réduit a été obtenu. Quelques gouttes apparaissaient, mais difficile à séparer de la paroi. La couleur de l'huile obtenue est jaune claire. Une odeur piquante a été sentée lors de l'extraction.

### **I .3.1.2.Discussion**

A partir des résultats obtenus, il est très clair que le rendement de l'extraction des feuilles est très faible, en revanche, un rendement nul est le résultat de l'extraction des graines.

Ces résultats peuvent être expliquées par plusieurs possibilités :

- La méthode d'extraction que nous avons utilisé n'est pas la bonne pour le Moringa que nous avons choisi, des recherches actuelles sont le sujet de cette relation entre la méthode d'extraction utilisée et le rendement de l'huile obtenu ;
- Les parties que nous avons ciblé ne contiennent pas de l'huile ou contiennent peu, c'est-à-dire un nombre limité de cellules éclatantes ;
- Temps d'extraction n'est pas suffisant pour extraire une bonne quantité de l'huile.

## Conclusion générale

L'objectif principal de ce travail est de savoir comment faire face à l'extraction de l'huile par hydrodistillation de *Moringa oleifera* qui pousse dans la région de Oued Souf.

Ce savoir-faire était initié par des études bibliographiques indispensables. La connaissance des différentes méthodes d'extraction, les différentes caractéristiques des plantes échantillonnées et surtout la maîtrise de cette technique d'extraction étaient nécessaires.

Les résultats que nous avons obtenu ont montré que la plante *Moringa*, objet de cet étude, ne contient pas une quantité très importante de l'huile essentielle dans ses feuilles, absence totale des huiles essentielles dans leurs graines. Ces résultats étaient expliqués par plusieurs possibilités :

- La méthode d'extraction que nous avons utilisé n'est pas la bonne pour le *Moringa* que nous avons choisi, des recherches actuelles sont le sujet de cette relation entre la méthode d'extraction utilisée et le rendement de l'huile obtenu ;
- Les parties que nous avons ciblé ne contiennent pas de l'huile ou contiennent peu, c'est-à-dire un nombre limité de cellules éclatantes ;
- Temps d'extraction n'est pas suffisant pour extraire une bonne quantité de l'huile.

A la lumière de cette initiative de l'extraction de *Moringa oleifera*, nos recommandations sont les suivantes :

- Faire des études préliminaires sur la plante *Moringa* et ses espèces pour mieux penser comment agir avec cette plante lors de l'extraction ;
- Etaler l'étude sur l'extraction de cette plante, essayer toutes les méthodes d'extraction citées auparavant pour tomber dans la bonne méthode convenable pour l'extraction des huiles de cette plante, s'il existe.

## Références Bibliographiques

- AFZAL S., FOUZIA Y., SMITA A., MASHIUR R., KHAIRUL I., EKHTEAR H., SHAKHAWOAT H., MD REZAUL K., FARJANA N., ZAHANGIR ALAM S., KHALED H. (2014). Protective effects of *Moringa oleifera* Lam. leaves against arsenic-induced toxicity in mice. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. Vol. 52(5-892): 353-358p.
- ALESSANDRA M. B.(2008). GRAND GUIDE DES Huiles essentielles. Vol. 71.1 MO. Hachette Pratique. 256p.
- Anonymes (2010). Détermination par Chromatographie Gazeuse / Spectrométrie de Masse des Hydrocarbures Aromatiques et Halogénés Volatils, du Naphtalène et de Certains Éthers dans l'Eau – Méthode par Purge et Piégeage avec Désorption Thermique. 9p
- Anonyme. (2011). *Moringa sp.* (Néverdier). 34p.
- Anonyme. (2011). Chroniques d'*Anatoth.* N<sup>o</sup> 003. 1-14p.
- Anonyme. (2012). E23 - Le Prétraitement -Floculation, Décantation- par Utilisation de Graines de *Moringa Oleifera*. 1-9p.
- ARMELLE de SAINT S., MÉLANIE B. (2006). L'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera* contre les carences alimentaires : un potentiel encore peu valorize. Réseau Moringanews. 1-8p.
- ATAKPAMA W., KPONOR E.G. , KANDA M., DOURMA M., NARE M., BATAWILA M., AKPAGANA K. (2014). *Moringa Oleifera* Lamarck (*Moringaceae*) : une Ressource Phytogénétique à Usage Multiple. Revue CAMES. Vol. 02(1): 2-14p.
- BELLO H. (2010). Essai d'Incorporation de la Farine de Feuilles de *Moringa Oleifera* dans l'Alimentation chez les Poulets Indigènes du Sénégal : Effets sur les Performances de Croissance, les Caractéristiques de la Carcasse et le Résultat Économique. These Docteur: Universite Cheikh Anta Diop de Dakar. 72p.
- BENAYAD N. (2013). Évaluation de l'Activité Insecticide et Antibactérienne des Plantes Aromatiques et Médicinales Marocaines. Extraction de Métabolites Secondaires des Champignons Endophytiques Isolés de Plantes Marocaines et Activité Anticancéreuse. These de doctorat : Chimie Organique. Université Mohammed V – Agdal. 186p.

- BENMILOUD k. (2014). Criblage Phytochimique, Activités Antioxydantes et Anticandidose des Extraits de *Nepeta Amethystina* (Gouzeia), Thème Master : Molécules Bioactives. Université Abou Bakre Belkaid – Tlemcen. 58p.
- BENOMARI F. (2014). Caractérisation chimique et activités biologiques des volatils de *mentha aquatica*. (*domrane*) de l'Ouest Algérien. Mémoire master: Molécules Bioactives, Synthèse et Application. Tlemcen: Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 37p
- BORELLA M.(2006). Contrôle de la fonctionnalisation de surface de revêtements obtenus par PECVD à partir d'un composé organosilicié cyclique. THÈSE DOCTORAT: INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE de LORRAINE – NANCY. 255p.
- BOUCHIKHI TANI Z. (2011). Lutte Contre la Bruche du Haricot *Acanthoscelides Obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la Mite *Tineola Bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des Plantes Aromatiques et leurs Huiles Essentielles. Thèse doctorat : Écologie Animale. Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen. 128p.
- BOUNAB N. (2011). Synthèse de nouveaux complexes de bases de Schiff de métaux de transition asymétriques de cuivre et de nickel contenant un résidu pyrrolique électropolymérisable. Mémoire magister: Chimie appliquée: Université Ferhat Abbas-Setif, 90p.
- BOUSBIA N., (2011). Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaire. Ed. I.N.A. , French. 128p.
- CHOUTAH O., (2012). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra*. Thèse doctorat : Biochimie. Oran: UDO. 288p.
- DA SILVA F. (2010). Utilisation des Huiles Essentielles en Infectiologie Orl, These docteur : Pharmacie. Université Henri Poincaré, Nancy 1. 145p.
- EL HAIB A. (2011). Valorisation de Terpenes Naturels issus de Plantes Marocaines par Transformations Catalytiques. Thèse doctorat : *Chimie - Biologie – Santé*. l'Université Toulouse III - Paul Sabatier. 157p.
- FAKEYE H. M. (2008). Etude de Faisabilité du Développement de la Filière *Moringa Oleifera*. Appui Suisse à la Relance de l'Economie Locale (ASREL). 64p.
- FARHAT A., (2010). Apo-Diffusion assistée par Micro-ondes : Conception, Optimisation et Application. Thèse doctorat : Science des Procédés, Science des Aliment. Avignon : UAPV-ENIG. 136p.

- FEKNOUS S., SAIDI F., SAID R. (2014). Extraction, Caractérisation et Identification de Quelques Metabolites Secondaires Actifs de la Mélisse (*Melissa Officinalis L.*). « Nature & Technologie ». A- Sciences Fondamentales et Engineering. (11). 7-13p.
- FIGUEREDO G. (2012). Étude Chimique et Statistique de la Composition d'Huiles Essentielles d'Origans (*Lamiaceae*) Cultivés Issus de Graines d'Origine Méditerranéenne. Thèse docteur : Chimie Organique. Université Blaise Pascal. 212p.
- FOIAL N, MAKKAR H P S, BECKER K. ( 2001). Potentiel De *Moringa Oleifera* en agriculture et dans l'industrie. Dar es Salaam, Tanzanie : 4-5 p.
- FOIDL N., MAKKAR H.P.S. ET BECKER K. (2001). potentiel de *Moringa Oleifera* en Agriculture et dans l'Industrie. Dar es Salaam, Tanzanie. (5): 1-20p.
- FREDERICK N. (2010). Effect of *Moringa* Leaf Meal (MOLM) on Nutrient Digestibility, Growth, Carcass and Blood Indices of Weaner Rabbits. Thèse Master: University of Science and Technology. Kumasi. 101p.
- GANATRA TEJAS H., JOSHI UMANG H., BHALODIA PAYAL N., DESAI TUSHARBINDU R., TIRGAR PRAVIN R. (2012). A Panoramic View on Pharmacognostic, Pharmacological, Nutritional, Therapeutic and Prophylactic Values of *Moringa Oleifera* lam. International Research Journal of Pharmacy. Vol.3(6): 1-7p.
- GRASSI C., CORSI S. (2009). *Moringa Oleifera*: a Multi-Function Plant. ASAT - Associazione Scienze Agrarie Tropicali. Vol. 1: 1-2p.
- HADEF L. (2009). Optimisation des Parametres de Detection et de Quantification par Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) Residus d'Antibiotiques dans la Viande. Theme magister : Surveillance de la Chaîne Alimentaire de la Filière Viande Université Mentouri de Constantine. 90p.
- HAZEBROUCQ M. L. (2006). Substances Naturelles en Polynésie Française. Ed. IRD. Paris. 157p.
- HELLAL Z., (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydants de certaines huiles essentielles extraites des citrus. Application sur la sardina (*Sardina pilchardus*). Mémoire magister : Biochimie Appliquée et Biotechnologie. Tizi-Ouzou : UMM. 77p.
- JACOB V. (2010). Chromatographie en Phase Gazeuse Couplée à la Spectrométrie de Masse. IUT de Chimie de Grenoble. 46p.
- JACOB V. (2010). Spectroscopie Infrarouge. IUT de Chimie de Grenoble. 35p.

- JANIN J. (2006). Intoxication volontaire par ingestion d'huile essentielle de géranium bourbon (*PELARGONIUM GR4 VEOLENS*). Thèse docteur : médecine. UNIVERSITÉ HENRI POINCARÉ NANCY I,108p
- KALLA A. (2012). Etude et Valorisation des Principes Actifs de Quelques Plantes du Sud Algérien : *Pituranthos Scoparius*, *Rantherium Adpressum* et *Traganum Nudatum*. Thèse doctorat : phytochimie L'Université Mentouri –Constantine. 127p.
- Kathryn W. (2012). *Moringa oleifera*. Gifford Arboretum Newsletter. vol. 8.(1) : 1-8p.
- KESBI A. (2011). Étude des Propriétés Physicochimique et Évaluation l'Activite Biologique des Huiles Éssentielles d'Eucalyptus Globulus dans la Région de Ouargla. Thème Master : Génie Chimique. Université Kasdi Marbah Ouargla. 44p.
- LAHRACH K., (2010). Extraction et analyse des huiles essentielles de *Mentha pulegium L* et de *Saccocalyx satureiodes*. Test d'activité antibactériennes et antifongiques . Mémoire magister : Chimie Moléculaire. Oran : UDOES. 90p.
- LAURENT D., (2012). Les huiles essentielles à l'officine. Thèse doctorat : Médecine et de Pharmacie de Rouen : UFR. 153p.
- LOGRADA T. (2010). Etude Caryologique et Phytochimique de Six Espèces Endémiques du Genre *Genista L.* en Algérie. Thèse docteur : Biologie Vegetale. Université Ferhat Abbas – SETIF. 134p.
- LUICITA LAGUNEZ R., (2006). Etude de l'extraction de métabolites secondaire de différentes matières végétales en réacteur chauffe par induction thermomagnétique directe. Thèse doctorat : Science Agroressources. Toulouse : ENSIACET. 331p.
- MEBARKI N. (2010). Extraction de l'Huile Essentielle de *Thymus Fontanesii* et Application à la Formulation d'une Forme Médicamenteuse – Antimicrobienne. Thèse magister : Industrie Pharmaceutique, Université M'hamed Bougara Boumerdès. 124p.
- MEDA N. B.(2011). Etude Comparative des Systèmes d'Irrigation Goutte à Goutte et d'Aspersion sur la Production de *Moringa Oleifera* dans la Commune de Dano. Theme d'Ingenieur: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. 48p.
- MEHMMODI Z., (2006). Etude de pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelque plantes de région de Tlemcen. Thèse magister : Biologie optique. Tlemcen : ABB. 105p.
- MEROUANE A. (2013). Caractérisation, Activité Antimicrobienne et Antioxydante des Huiles Essentielles de Trois Espèces de Sauges (*Salvia algeriensis*, *Salvia argentea* et *Salvia barrelieri*). Theme magister : Ressources Phytogénétiques, Développement Durable. Université Hassiba Ben Bouali à Chlef. 69p.

- NAIT ACHOUR K., (2012). Etude de la composition chimique des essences de quatre espèces *d'eucalyptus poussant* dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse magister : Chimie Appliquée. Tizi-Ouzou : UMM. 123p.
- NOUIOUA W. (2012) Biodiversité et Ressources Phytogénétiques d'un Ecosystème Forestier « *Paeonia mascula* (L.) Mill. ». Thème magister : Biodiversité et gestion des écosystèmes. Université Ferhat Abbas – Setif. 65p.
- NOURACHANI I. (2010). Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle des écorces de *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE). Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) : Biochimie Appliquée aux Sciences Médicales. Madagascar: Université d'Antananarivo. 69p.
- PARFAIT V.S. (2012). la Mise en Place d'une Unité Agro-Industrielle de Production de Poudre de Feuille de *Moringa Oleifera* « ananambo » pour Complément Alimentaire dans le District d'Ambanja. Maîtrise: Université de Toamasina. 136p.
- PETKO IVANOV P., (2010). Etude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de technique séparative à basses et hautes pressions. Thèse doctorat : génie des procédés et de l'environnement. Toulouse : UDT. 202p.
- PIOCHON M., (2008). Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: Composition chimique, Activités pharmacologiques et hémisynthèse. Mémoire magister : Evigence partielle : UQAC. 200p.
- ROLOFF A., WEISGERBERH., LANG U., STIMM B. (2009). *Moringa oleifera* Lam., 1785. Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 1-8p.
- ROY E. (2015). les plantes exotiques dans les cosmétiques: réel intérêt ou effet marketing ?. Thèse docteur : pharmacie. université de nantes, 126p.
- SAIDJ F. (2007). Extraction de l'huiles essentielles du thym: *thymus numidicus Kabylica*. Mémoire magister: Génie des procédés. Boumerdes: UMDB. 75p.
- SEDDIK M. (2010). Analyse Physio-Chimique, Chromatographique et Spectroscopique de l'Huile Essentielle d'*Ammoides Verticillata* de la Région d'Adrar. Etude de son Activité Biologique et Anti-oxydante. Thème magister : Chimie Moléculaire : Analyse, Modélisation, Synthèse. Université D'Oran Es-Senia. 119p.
- SELLES C. (2012). Valorisation d'une Plante Médicinale à Activité Antidiabétique de la Région de Tlemcen : *Anacyclus Pyrethrum* L. Application de l'Extrait Aqueux à l'Inhibition de Corrosion d'un Acier Doux dans H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5M. Thèse doctorat : Chimie Physique. Université Abou Bekr Belkaid.Tlemcen. 175p.

- SHAHRIAR M., ISMAIL HOSSAIN M., BAHAR A., AKHTER S., AMINUL HAQUE M., BHUIYAN M. (2012). Preliminary Phytochemical Screening, *In-Vitro* Antioxidant and Cytotoxic Activity of Five Different Extracts of *Moringa Oleifera* Leaf. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. Vol. 02(05): 65-68p.
- SHELDON N., STEVE C. (2010). Horseradish tree *Moringa Oleifera*. 19p.
- THEOPHILE M . (2014). Effet de la fertilisation sur la croissance et la production De *Moringa oleifera* local et *Moringa oleifera* PKM-1 dans la Région des Cascades (Burkina Faso). Mémoire master: Production végétales. Bobo-Dioulasso: UPDB. 68p.

## Résumé

Une huile essentielle est un liquide concentré en substances végétales, obtenue par extraction ou distillation de molécules volatiles de plante d'origine.

Dans notre travail, nous avons étudié l'extraction de deux parties de la plante *Moringa oleifera* poussée de la région d'EL-Oued Souf par hydrodistillation utilisant l'appareil Clevenger-modifié. Pour l'extraction des graines, aucune huile a été extraite. En ce qui concerne les feuilles, une quantité très petite a été obtenue.

**Mots clés :** EXTRACTION, HYDRODISTILLATION, HUILE ESSENTIELLE, *MORINGA OLEIFERA*.

## الملخص

الزيت الأساسي هو عبارة على سائل مركز من المكونات النباتية، نتحصل عليه عن طريق استخلاص أو تقطير الجزيئات الطيارة للنبات الأصلي.

في بحثنا، قمنا بدراسة الاستخلاص لجزيئين من نبات (الأوراق - البذور) *Moringa oleifera* الموجودة في منطقة وادي سوف بطريقة التقطير بالماء باستعمال جهاز كليفنجر المعدل، لاستخلاص البذور، لم يتم استخلاص أي زيت، فيما يخص الأوراق، تم التحصل على كمية جد قليلة.

**الكلمات المفتاحية :** الاستخلاص، التقطير بالماء، الزيت الأساسي، *Moringa oleifera*.