



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 الشاذلي بن جديد الطارف
Université Chadli Ben Djedid El Tarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 en
« Biotechnologie et valorisation des plantes »

THEME

Extraction et étude qualitative des huiles
essentielles de 3 familles de plantes
médicinales : Myrtacées, Lamiacées et
Rutacées.

Présenté Par : Faci Marwa et Ziti Nesrine

Devant le jury :

Président :	Beldi Moncef	MAA	U. Chadli Ben Djedid El Tarf
Examinatrice :	Hacini Nesrine	MCA	U. Chadli Ben Djedid El Tarf
Promotrice :	Azizi N.N.	MCB	U. Chadli Ben Djedid El Tarf

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Nous remercions en premier lieu dieu le tout puissant de nous avoir donné la force de réaliser ce travail.

Nous sommes très reconnaissant à notre encadreur madame Azizi N.N MCB à l'université chadli ben djedid pour toute l'énergie déployée lors de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier vivement les membres de ce jury:

- *MADAME HACINI NESRINE MCA à l'université chadli ben djedid d'avoir accepté de présider ce jury .*
- *MENCIEUR BELDI MONCEF MAA à l'université chadli ben djedid de bien vouloir examiner notre travail .*

Et A tous les étudiants de la promotion 20119 - 2020.

Enfin nous remercions tout ceux et toute celle qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*Ce mémoire n'aurait pas pu être ce qu'il est, sans l'aide de **ALLAH** qui ma donné la force afin de l'accomplir.*

*Je dédis ce travail à l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à mon père **Faci Nacer** que dieu te garde pour nous.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; ma maman **Gasmi Shoeira** que j'adore.*

- À mes frères ;**Hamza ,Abd Elrahmane Haithem ; abd salam Ibrahim.**
- À mon fiancé ; **Mohammed Lamine** et toute sa famille.
- À ma **grandmère** et **grandpère** et toute la famille Guasmi.
- À toute la famille Faci
- À mes camarades de 2eme master biotechnologie végétale.
- À mon binôme **Nessrine** et toute sa famille.

A la fin je dédie très chaleureusement tous **enseignants** de l'Université Chadli Ben Djidide Eltaref.

Marwa

Dédicaces

Ce mémoire n'aurait pas pu être ce qu'il est, sans l'aide de ALLAH qui ma donné la force afin de l'accomplir.

*Je dédis ce travail à l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à mon père **Ziti mabrouk** que dieu te garde pour nous.*

A ma mère, qui restera toujours présent dans mon coeur. . الله رحمةها .

A Tous mes frères et mes seoures

A Mon marie **mohamed amine**

A toutes la famille **Ziti et sissaiou**

- À mes camarades de 2eme master biotechnologie végétale.
- À mon binôme **Marwa** et toute sa famille.

A la fin je dédie très chaleureusement tous enseignants de l'Université Chadli Ben Djdid Eltaref

NESRINE

Liste des photos

N°	Titre	Page
1	Appareillage utilisé pendant L'enfleurage	16
2	Montage d'extraction par micro-onde	21
3	Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le monde entier	24
4	Dispersion et zones de diversification des agrumes cultivés	27
5	Répartition des agrumes en Algérie	28
6	Thym séché	30
7	La plante <i>Majorana hortensis</i>	31
8	<i>Myrtus communis</i> L	31
9	clou de girofle séchée.	32
10	Feuilles, fleurs et fruits de citron	32
11	Grappes de pamplemousse	33
12	les plantes après leur broyage	34
13	clou de girofle	34
14	écorce de citron coupée	34
15	Extraction d'huile de citron	35
16	Extraction d'huile de clou de girofle	35
17	Principe d'hydrodistillation	36
18	Broyat de plante	36
19	La pesée	38
20	Résultat de l'extraction	38

Liste des figures

N°		Page
1	Procédés d'extraction conventionnels des produits bioactifs	11
2	Schéma de montage de l'entraînement à la vapeur d'eau	12
3	Schéma du dispositif de l'hydro-diffusion	13
4	Schéma de montage de l'hydro- distillation	14
5	Dispositif de l'extraction à froid	15
6	Procédés d'extraction récents des produits bioactifs	18
7	Schéma du procédé de la Turbo- distillation	19
8	Schéma du procédé de l'extraction par CO₂ supercritique	20
9	Schéma démonstratif de la cavitation ultrasonore	23
10	Rendement en huiles essentielles des espèces étudiées (%)	39

Liste des abréviations

HE : huile essentielle

CCM: chromatographie couche mince

CPG: chromatographie phase gazeuse

Résumé

L'Algérie par sa position géographique abrite une biodiversité exceptionnelle occupée par une importante richesse de plantes aromatiques et médicinales particulièrement dans la wilaya d'El Tarf ; celles-ci sont utilisées dans les remèdes traditionnels cependant, elles restent mal ou peu exploitées. Le travail présenté dans ce projet de mémoire a pour objectif l'extraction et le calcul du rendement en huile essentielle de Thym, Marjolaine, Myrte, Clou de girofle, Citron et Pamplemousse, appartenant aux familles (lamiacées, Myrtacées et rutacées).

Dans ce travail, nous avons appris une technique d'extraction des huiles essentielles par (entraînement à la vapeur d'eau). L'extraction de ces huiles essentielles a permis d'obtenir un rendement en H. E. de 1,25 % pour le thym, 0,2 % pour la marjolaine, 2,18 % pour le clou de girofle, 0,96 % pour le myrte, 0,8% pour le citron et 0,16 pour le pamplemousse.

Mots clés :

Extraction, huile essentielle, hydro-distillation, Citron, Myrte, Marjolaine, Thym, Clou de girofle et Pamplemousse.

Abstract

Algeria by its geographical position shelters an exceptional biodiversity occupied by an important wealth of aromatic and medicinal plants, particularly in the wilaya of El Tarf; these are used in traditional remedies however they remain badly or little exploited. The work presented in this thesis project aims to extract and calculate the yield of essential oil from Thyme, Marjoram, Myrtle, clove, lemon and grapefruit, from different families (Lamiaceae, Myrtaceae and Rutaceae).

In this work, we learned a technique for extracting essential oils by (steam entrainment). The extraction of these essential oils allowed to obtain an EO yield of 1.25% for thyme, 0.2% for marjoram, 2.18% for cloves, 0.96% for myrtle, 0.8 for lemon and 0.16 for grapefruit.

Key Word:

Extraction, essential oil, hydro-distillation, Lemon, Myrtle, Marjoram, Thyme, Clove and Grapefruit.

ملخص

تظم الجزائر من خلال موقعها الجغرافي التنوع البيولوجي الاستثنائي الذي تشغله ثروة مهمة من النباتات العطرية والطبية ، ولا سيما في ولاية الطارف ؛ يتم استخدامها في العلاجات التقليدية ولكن لا تزال غير مستغلة بشكل سيئ أو القليل. يهدف العمل المقدم في هذا المشروع إلى استخراج وحساب محصول الزيت العطري من الزعتر والبردقوش والريحان والقرنفل والليمون والليمون الهندي من عائلات مختلفة

(Lamiaceae ، Myrtaceae و Rutaceae)

في هذا العمل تعلمنا تقنية لاستخلاص الزيوت العطرية عن طريق (التصريف البخار). يسمح استخراج هذه الزيوت العطرية بالحصول على عائد بنسبة

1.25% للزعتر ، و 0.2% للبردقوش ، و 2.18% للقرنفل ، و 0.96% للريحان ، و 0.8 للليمون ، و 0.16 للليمون الهندي.

الكلمات المفتاحية

استخراج ، زيت عطري ، تقطير مائي ، ليمون ، الريحان ، بردقوش ، زعتر ، قرنفل و الليمون الهندي.

Liste des photos

Liste des figures

Liste d'abréviation

Résumé(Arabe, Français et Anglais)

Sommaire

Introduction.....01

Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Les Plantes médicinales

1.1. Généralités sur les plantes03

1.2. Définition.....03

1.3. Avantages des plantes médicinales.....04

1.4. Modes de préparation04

1.5. LES HUILES ESSENTIELLES06

A.Définition.....06

B. Principales propriétés des huiles essentielles.....06

2.1. Principaux domaines d'application09

2.2. Procédés d'extraction des produits bioactifs10

2.2.1. Techniques d'extraction conventionnelles.....11

2.2.2 .Techniques d'extraction innovantes17

2.3.Famille de plantes étudiées23

2.5.1.Famille des lamiacées23

• Définition.....23

• Distribution géographique des lamiacées.....24

• Intérêt économique25

• Principaux genres et espèces de la famille des lamiacée.....	25
2.3.2.	
Myrtacées	25
• Définition.....	25
• Distribution géographique des Myrtacées	25
2.3.3. La famille des	
rutacées.....	26
• Définition.....	26
• Répartition géographique des rutacées.....	26
• Exigences édaphiques	28

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

2.1. Choix du matériel végétal.....	30
2.1.1. Nomenclature et taxonomie.....	30
A. Le Thym.....	30
B. La marjoulaine.....	31
C . Le myrt.....	31
D. Le clou de girofle	32
E. Le citron.....	32
F. le pamplemousse	33
2.2. Méthodologie de travail.....	33
• Matériel de laboratoire.....	33
• Méthodes.....	34
• Principe.....	35
• Mode opératoire.....	35

Chapitre3 : Résultats

3.1. Résultat de l'extraction.....37

- **-Calcul du rendement37**

Conclusion

Références bibliographique

Introduction

Dans le monde, les plantes ont toujours été utilisées comme médicaments. Ces derniers à base de plantes sont considérés comme peu toxiques et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques (**BOUZIANE, 2017**).

Cette matière végétale contient un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiple, Mis à profit dans l'industrie alimentaire, en cosmétologie et en pharmacie. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie : elles présentent en effet des avantages dont les médicaments conventionnels sont souvent dépourvus (**SOFOWORA, 2010**).

Ces plantes peuvent contenir des centaines voire des milliers de métabolites secondaire, ou de principes actifs (**AOUINA et LAKHDARI, 2019**). Les huiles essentielles par définition sont des métabolites secondaires. Ses huiles essentielles se font connaître pour leurs vertus thérapeutiques et deviennent alors des remèdes courants des médecines traditionnelles (**PIOCHON, 2008**).

Les huiles essentielles possèdent de nombreux bienfaits : anti infectieux, anti inflammatoires, régulation du système nerveux, drainants respiratoires, digestifs et cicatrisants etc...

Le travail que nous avons entrepris a pour but de comparer le rendement en huiles essentielles de trois familles : les myrtacées, les Lamiacées et rutacées ; en utilisant un entraînement à la vapeur « hydrodistillation ».

Synthèse Bibliographique

Chapitre 1 :

1.1. Généralités sur les plantes

Les plantes sont depuis toujours une source essentielle de médicaments. Aujourd'hui encore, une majorité de la population mondiale, plus particulièrement dans les pays en voie de développement, se soigne uniquement avec des remèdes traditionnels à base de plantes. De l'aspirine au taxol, l'industrie pharmaceutique moderne elle-même s'appuie encore largement sur la diversité des métabolites secondaire végétaux pour trouver de nouvelles molécules aux propriétés biologiques inédites.

Pendant longtemps, les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales furent le principal recours de la médecine de nos grands-parents, malgré l'important développement de l'industrie pharmaceutique qui a permis à la médecine moderne de traiter un grand nombre de maladies souvent mortelles. Environ 80% de la population mondiale profite des apports de la médecine traditionnelle à base des plantes reconnaissance ainsi les savoirs empirique de nos ancêtres.

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme (**Zbalah et Belarbi, 2018**).

1.2. Définition

Une plante médicinale n'a pas de définition légale. C'est la jurisprudence qui décrète qu'une plante est médicinale. Pour cela elle doit être inscrite à la Pharmacopée et avoir un usage exclusivement médicinal.

Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**KAMOU et BENHADJ, 2018**).

1.3. Avantages des plantes médicinales

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu, voire aucun effet indésirable : c'est l'un de leurs principaux avantages. De plus, l'action synergique des divers constituants commence à être mieux comprise et acceptée scientifiquement contrairement à certaines croyances populaires, plusieurs plantes ont des effets pratiquement immédiats sur le métabolisme.

Par contre, les médicaments de synthèses ont souvent une action plus directe et plus spectaculaire puisqu'ils sont formulés pour être immédiatement assimilés par l'organisme. Il est également plus facile de s'assurer de leur composition exacte, de leurs conditions de conservation (**Zbalah et Belarbi, 2018**).

1.4. Modes de préparation

Le mode de préparation d'un produit phytothérapeutique peut avoir un effet sur la quantité du principe actif présent. Pour produire une préparation, il existe plusieurs méthodes, en fonction de l'effet thérapeutique recherché.

- **L'infusion**

Une infusion se fait généralement avec les fleurs et les feuilles des plantes, mais dans certains cas, il est possible de faire également infuser des racines et des écorces. Le principe est simple : on verse de l'eau bouillante sur la plante (il faut compter une cuillerée à café de plante par tasse), et on laisse infuser entre dix et vingt minutes. Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum. En principe, il est préférable de ne pas sucrer les tisanes. Comme toutes les plantes ne sont pas également agréables au goût, on peut adoucir votre tisane d'une cuillerée de miel.

- **La décoction**

Cette méthode s'applique essentiellement aux parties souterraines de la plante, comme les racines, et aux écorces, qui libèrent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion. La réglisse, les racines de ginseng, ou de pissenlit sont fréquemment utilisées en décoctions.

Cette méthode consiste à extraire les propriétés des plantes en les laissant « infuser » dans de l'eau que on porte à ébullition. Comptez une cuillerée à soupe de plantes par tasse.

Vous pouvez hacher ou moudre les plantes, en utilisant un mixeur, ou encore tout simplement un bon vieux moulin à café familial !on dépose donc les plantes dans une casserole, puis on les couvre d'eau froide. Portez ensuite à ébullition, et laissez le tout mijoter sur le feu pendant une vingtaine de minutes jusqu'à ce que le liquide ait réduit d'un tiers. Retirez du feu, puis laissez infuser (et refroidir) pendant une heure, avant de filtrer. On peut conserver une décoction pendant trois jours au réfrigérateur.

- **La macération**

La macération consiste à faire tremper les plantes dans de l'eau à température ambiante, pendant plusieurs heures. Pour ce qui est des quantités, il faut prévoir une cuillère à café de plantes pour une tasse d'eau, une cuillerée à soupe pour un bol, et trois cuillerées à soupe pour un litre. Les plantes peuvent également macérer dans l'alcool, dans la glycérine, ou dans un autre solvant. Un solvant est un liquide qui retient les principes actifs de la plante. Il convient de bien sélectionner le solvant en fonction de la plante que l'on utilise.

- **Poudre**

Leur préparation implique un séchage préalable à une température précise ou une cryodessiccation des drogues végétales divisées. La pulvérisation se fait par broyage et tamisage en fonction de leur résistance. Les poudres se retrouvent ensuite sous forme de gélules ou de pilules

- **Le cataplasme**

Les plantes sont hachées grossièrement, puis mises à chauffer dans une casserole, recouvertes d'un peu d'eau. Laissez frémir deux à trois minutes. Pressez les herbes, puis placez-les sur l'endroit à soigner. Couvrez d'une bande ou d'un morceau de gaze. Un cataplasme se garde pendant trois ou quatre heures, en changeant les herbes toutes les heures si besoin est.

1.5. LES HUILES ESSENTIELLES

A. Définition

Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques. Elle concentre l'essence de la plante, autrement dit son parfum. Il s'agit de substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs. Il faut ainsi une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles.

On ne peut définir une essence sans définir sa méthode d'extraction. Selon la pharmacopée européenne : « Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Selon l'AFNOR (l'Association Française de Normalisation), ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de A partir de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certains citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction (LAKHDAR, 2015).

B. Principales propriétés des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés :

- **Antibactériennes** : Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols contenus par exemple dans l'huile essentielle de clou de girofle.

-**Antivirales** : Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpénol. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales. Nous pouvons citer l'huile essentielle de Ravintsara, l'huile essentielle de Bois de Hô, ou l'huile essentielle de Cannelle de Ceylan.

-Antifongiques : Les huiles essentielles utilisées pour leurs propriétés antifongiques sont les mêmes que celles citées précédemment cependant la durée du traitement sera plus longue. Par exemple, les huiles essentielles de Cannelle, de Clou de girofle ou de Niaouli sont des antifongiques.

- Antiparasitaires : les molécules aromatiques possédant des phénols ont une action puissante contre les parasites. Le thym à linalol, la sarriette des montagnes sont d'excellentes huiles essentielles antiparasitaires.

- Antiseptiques : Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata*.

- Insecticides : Certaines huiles essentielles sont insectifuges ou insecticides comme celles possédant des fonctions aldéhydes comme le citronnellal contenu dans l'Eucalyptus citronné ou la citronnelle.

Anti-inflammatoires : Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme l'huile essentielle de Gingembre.

Régulatrices du système nerveux

-Antispasmodiques :

Les huiles essentielles possédant des esters ou des éthers possèdent une action sur les spasmes des muscles lisses ou striés comme l'huile essentielle d'Hélichryse.

-Calmantes, anxiolytiques :

Les aldéhydes type citrals contenu par exemple dans l'huile essentielle de Mélisse ou celle de Verveine citronnée favorisent la détente et le sommeil.

- Analgésiques, antalgiques :

Les huiles essentielles les plus connues pour leur action antalgiques sont les huiles essentielles d'Eucalyptus citronné, de Gingembre, de Lavande vraie.

- **Drainantes respiratoires**

- Expectorantes :**

Les huiles essentielles riches en oxyde (1, 8 cinéole) comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* ou de Romarin agissent sur les glandes bronchiques et sur les cils de la muqueuse bronchique.

- **Fluidifiantes :**

Les huiles essentielles possédant des cétones (comme la verbénone contenu dans l'huile essentielle de Romarin) ont une action mucolytique en dissolvant les sécrétions accumulées au niveau de la muqueuse.

- **Digestives**

Les huiles essentielles de cumin (avec la molécule de cuminal), d'anis étoilé ou par exemple d'estragon ont une action digestive et apéritive. Elles permettent la stimulation de la sécrétion des sucs digestifs. L'huile essentielle de menthe poivrée atténue les nausées.

- **Cicatrisantes**

Les huiles essentielles cicatrisantes sont les huiles essentielles de Ciste (*Cistus ladaniferus*), de Lavande vraie (*Lavandula vera*), d'Immortelle (*Helichrysum italicum*), de Myrrhe (*Commiphora myrrha*). On utilise souvent un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'amande douce (**MAYER, 2012**).

2.1. Principaux domaines d'application

En raison de leurs diverses propriétés, les H.Es sont devenues une matière d'importance économique considérable avec un marché en constante croissance. En effet, elles sont

commercialisées et présentent un grand intérêt dans divers secteurs industriels comme en pharmacie par leurs pouvoirs antiseptique, analgésique, antispasmodique, apéritif, antidiabétique..., en alimentation par leur propriété odoriférante.

- **Aromathérapie**

L'aromathérapie est une forme de médecine alternative dans laquelle les H.Es ont une grande importance car elles induisent de nombreux effets curatifs. Ainsi elles s'utilisent de plus en plus dans diverses spécialités médicales telles que : la podologie, l'acupuncture, la mass-kinésithérapie, l'ostéopathie, la rhumatologie ainsi que dans l'esthétique.

- **Agro-alimentaire**

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

- **Cosmétologie et parfumerie**

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

Les produits d'hygiène, détergents et lessives par exemple, consomment eux aussi beaucoup d'H.Es pour masquer les odeurs (souvent peu agréables) des produits purs.

- **Pharmacie**

Les essences issues des plantes sont utilisées en grande partie dans la préparation d'infusion (menthe, verveine, thym,...) et sous la forme de préparations galénique. Plus de 40% de

médicaments sont à base de composants actifs de plantes, par exemple gastralgine est un digestif anti-acide qui se compose d'H.E de carvi.

De même, elles permettent par leurs propriétés aromatisantes de masquer l'odeur désagréable de sont à base d'H.Es comme par exemple les collyres, les crèmes, les élixirs (OUIS, 2015).

2.2. Procédés d'extraction des produits bioactifs

Les essences ou huiles essentielles sont ce que les plantes produisent de plus précieux. Depuis les temps les puis reculés, les hommes se sont ingénies à trouver des techniques d'extraction des essences des plantes afin de pouvoir les utilises pour en faire des médicaments, des cosmétique, des parfums. Ainsi, après la récolte, et suivant la partie de la plante à extraire (plante entière, pétales de fleurs, feuilles, racines ou fruits), le procédé d'extraction mis en œuvre est différent et par conséquent la composition de l'extrait en est affectée.

Ce qui introduit cette diversité, c'est d'abord la variété des matières premières et ensuite la sensibilité considérable de certains parfums qui n'obligent à employer que des moyens peu violents sans interventions d'agents chimiques trop énergiques.

Le choix du type d'extraction doit permettre de:

Retirer des végétaux des essences aromatiques avec le rendement le plus élevé. Conserver aussi intact que possible les parfums les plus délicats. Ainsi, la méthode d'extraction des huiles essentielles intervient de façon déterminante dans le rendement en huile et dans sa composition (AOUNA et LAKHDARI, 2019). Il existe plusieurs procédés pour extraire les produits bioactifs en autres les HEs du corps du végétal.

2.2.1. Techniques d'extraction conventionnelles

L'extraction des produits bioactifs, ainsi que les HEs peut être réalisée au moyen de nombreux et divers procédés classique, basés sur des techniques anciennes :

- Entraînement à la vapeur d'eau ;
- Hydro-distillation ;
- Expression ;
- Enfleurage (figure 1) .

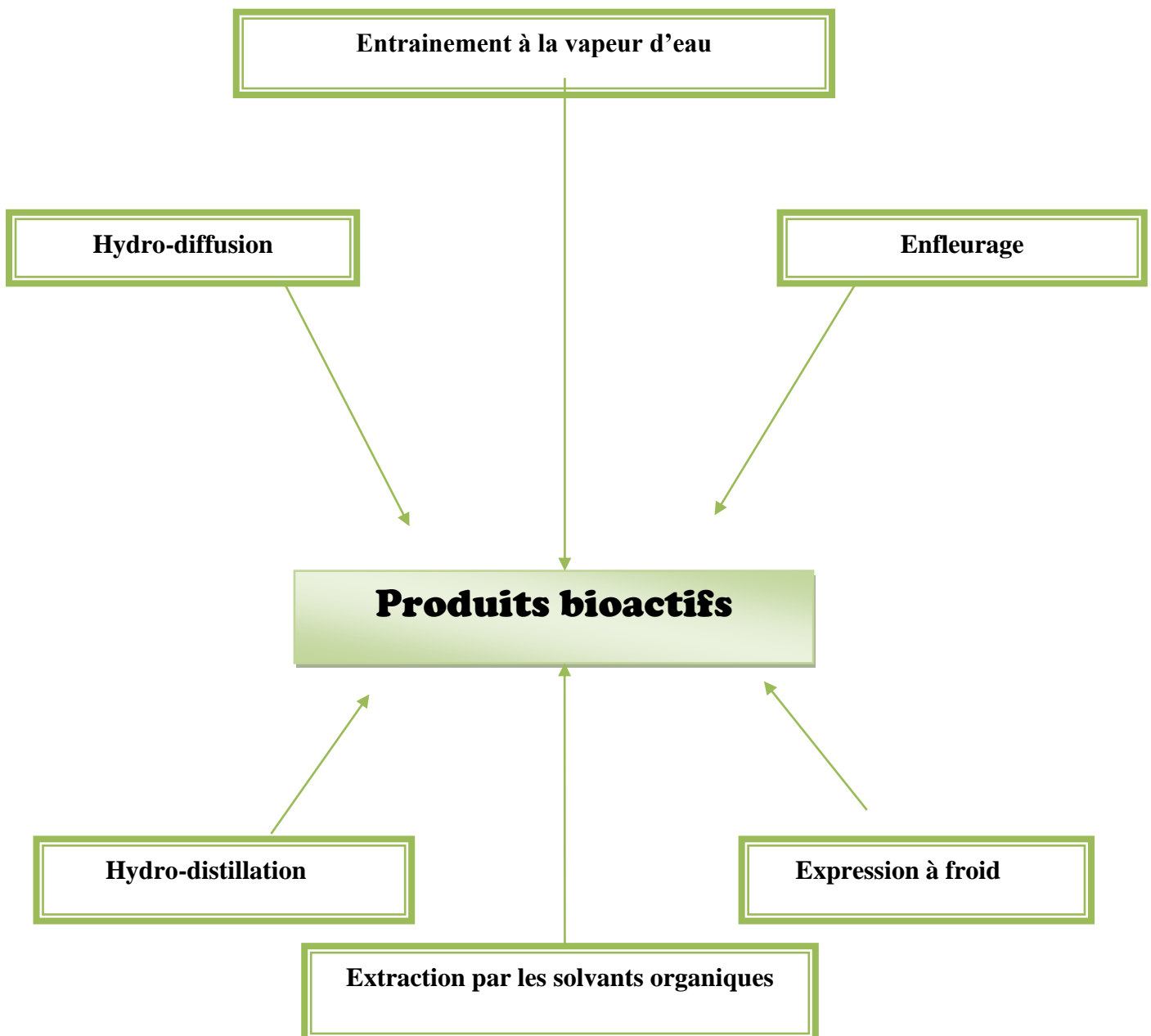


Figure 1 : Procédés d'extraction conventionnels des produits bioactifs.

- **Entrainement à la vapeur d'eau**

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'un des procédés d'extraction les plus anciens pour l'obtention des HEs. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur ascendant ou descendant sans macération préalable. Cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale, elle est basée sur le fait que la plupart des composés odorants volatils contenus dans les végétaux sont entraînés par la vapeur d'eau. Le plus souvent, la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille perforée (figure 2).

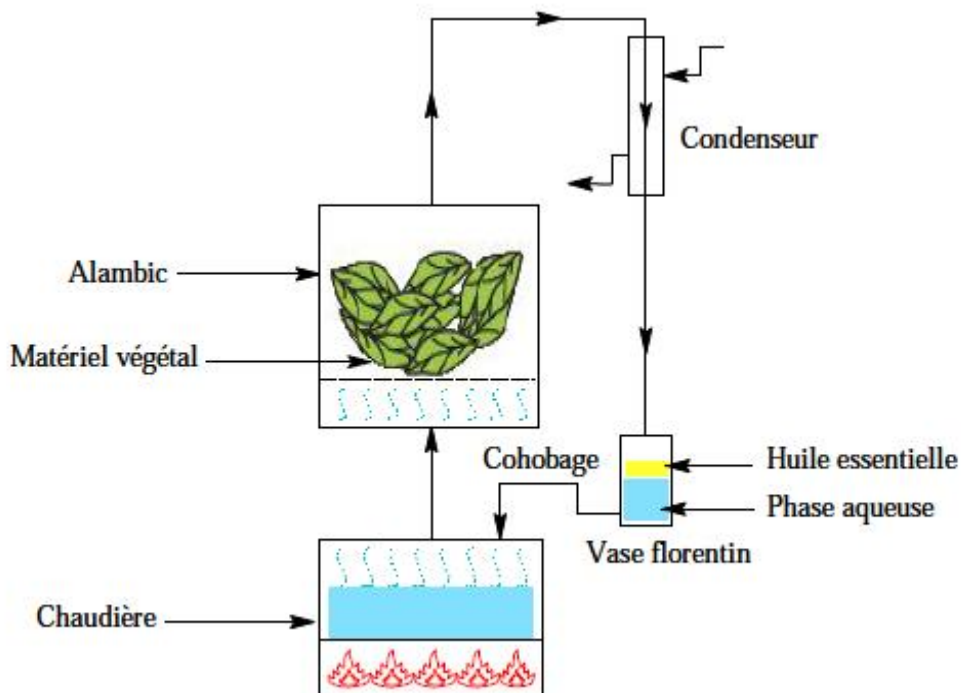


Figure 2 : Schéma de montage de l'entraînement à la vapeur d'eau.

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

- **Hydro-diffusion**

Cette technique relativement récente (figure 3), consiste à faire passer du haut vers le bas et à pression réduite la vapeur d'eau à travers une matrice végétale. L'avantage de cette technique est traduit par l'amélioration quantitative et qualitative de l'huile essentielle (TOUHAMI, 2017).

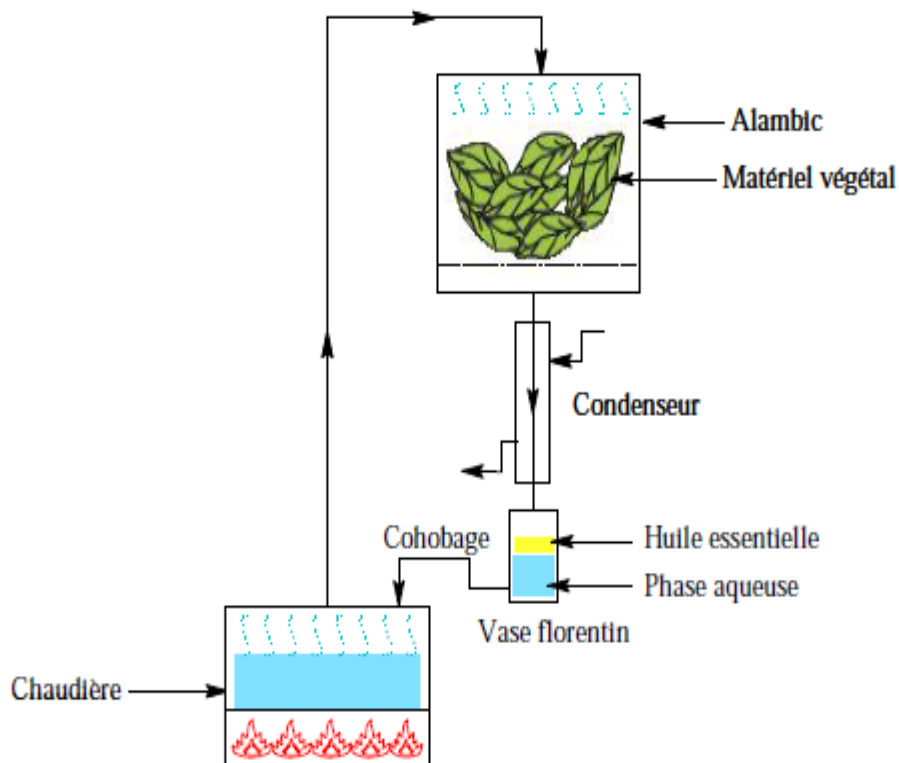


Figure3 : Schéma du dispositif de l'hydro-diffusion.

- **L'hydrodistillation (HD)**

Dans le cas de l'HD, la plante se trouve dans un réacteur ou elle est en contact direct avec l'eau bouillante. Selon la densité ou la quantité de la plante utilisée, elle peut flotter ou être complètement immergée dans l'eau. Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. Le chauffage permet l'éclatement et la libération des molécules volatiles contenues dans la matière végétale. La vitesse de vaporisation des composés volatiles des plantes aromatique médicinale par l'HD est connue par la variation de leur concentration en fonction de la résistance à la diffusion de l'HD dans les tissus cellulaires et également selon la solubilité des molécules volatiles dans l'eau (figure 4) (AOUINA et LAKHDARI, 2019).

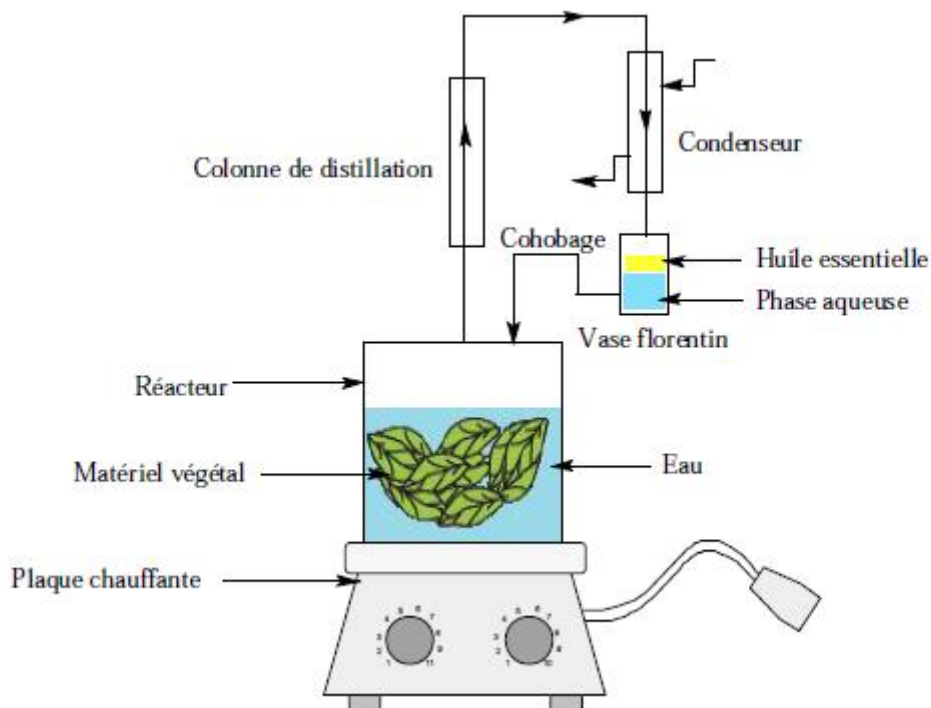


Figure 4 : Schéma de montage de l'hydro- distillation.

- **Extraction par les solvants organiques**

Cette forme d'extraction est couramment employée pour l'industrie des arômes, mais doit impérativement être proscrite pour un usage thérapeutique, excepté si le seul solvant est l'alcool pur. L'extraction proprement dite est généralement précédée d'une division de la drogue: contusion des organes frais, hachage des drogues herbacées, concassage des racines et rhizomes, réduction en copeaux des bois. Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition qui sera ensuite éliminé par distillation sous pression réduite. L'évaporation du solvant donne la concrète: mélange odorant de consistance pâteuse. L'extraction de la concrète avec l'alcool conduit à l'absolue. Cette technique est utilisée avec les plantes dont l'extraction d'huiles essentielles grâce à l'hydrodistillation est inefficace: c'est le cas du jasmin, de certaines roses, du narcisse, du néroli du mimosa (**HESSAS et SIMOUD, 2018**).

- **Expression à froid**

L'extraction par expression est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes comme le citron, l'orange, la mandarine, etc. Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essences. L'huile essentielle est séparée par décantation ou centrifugation (figure 5). D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau (**MENAD, 2017**).



Figure 5 : Dispositif de l'extraction à froid.

- **L'enfleurage**

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîches sur des plaques de verre recouvertes de minces couches de graisse (graisse animale type saindoux). Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre de 24 heures (Jasmin) à 72 heures (Tubéreuse).

Les pétales sont éliminées et remplacées par des pétales fraîches jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide . Pour certaines plantes, on procède à une immersion des fleurs dans de la graisse chauffée, c'est ce que l'on appelle enfleurage à chaud ou «digestion».

Cette méthode appelée également macération à chaud par d'autres auteurs est surtout utilisée pour les fleurs délicates qui perdent leurs arômes très rapidement après la cueillette, comme les violettes et certains lys . Cette technique laborieuse (photo 1), qui demande une grande labilité, est de moins en moins employée au profit de l'extraction par les solvants, en raison de son faible rendement et de l'importante main d'œuvre qu'elle nécessite (**LAMAMRA, ANNEE**).



Photo 1 : Appareillage utilisé pendant L'enfleurage.

2.2.2 .Techniques d'extraction innovantes :

Parmi ces procédés récents, basés sur des techniques nouvelles, nous pouvons citer :

- L'extraction assistée par ultrasons ;
- L'extraction par fluide supercritique ;
- L'extraction par détente instantanée contrôlée ;
- La turbo hydro –distillation ;
- L'extraction assistée par micro-ondes associée avec différentes techniques classiques (hydro- distillation, extraction sans solvant, extraction par solvant et extraction par hydro-diffusion et gravité).

A noter que d'autres techniques d'extraction des HEs ont été développées comme par exemple : Entraînement à l'air assisté par micro-onde « Compressed Air Microwave Distillation (CAMD) », Entraînement à la vapeur assisté sous micro-ondes « Microwave Steam Distillation (MSD) », Hydro- distillation par micro-onde sous vide pulsé « Vacuum Microwave Hydrodistillation (VMHD) », Vapo-diffusion Assistée par Micro-ondes « Microwave Steam Diffusion (MSDF), Extraction sans solvant améliorée assistée par micro-ondes « Improved Solvent Free Microwave Extraction (Improved SFME) » (**CHENNI, 2016**).

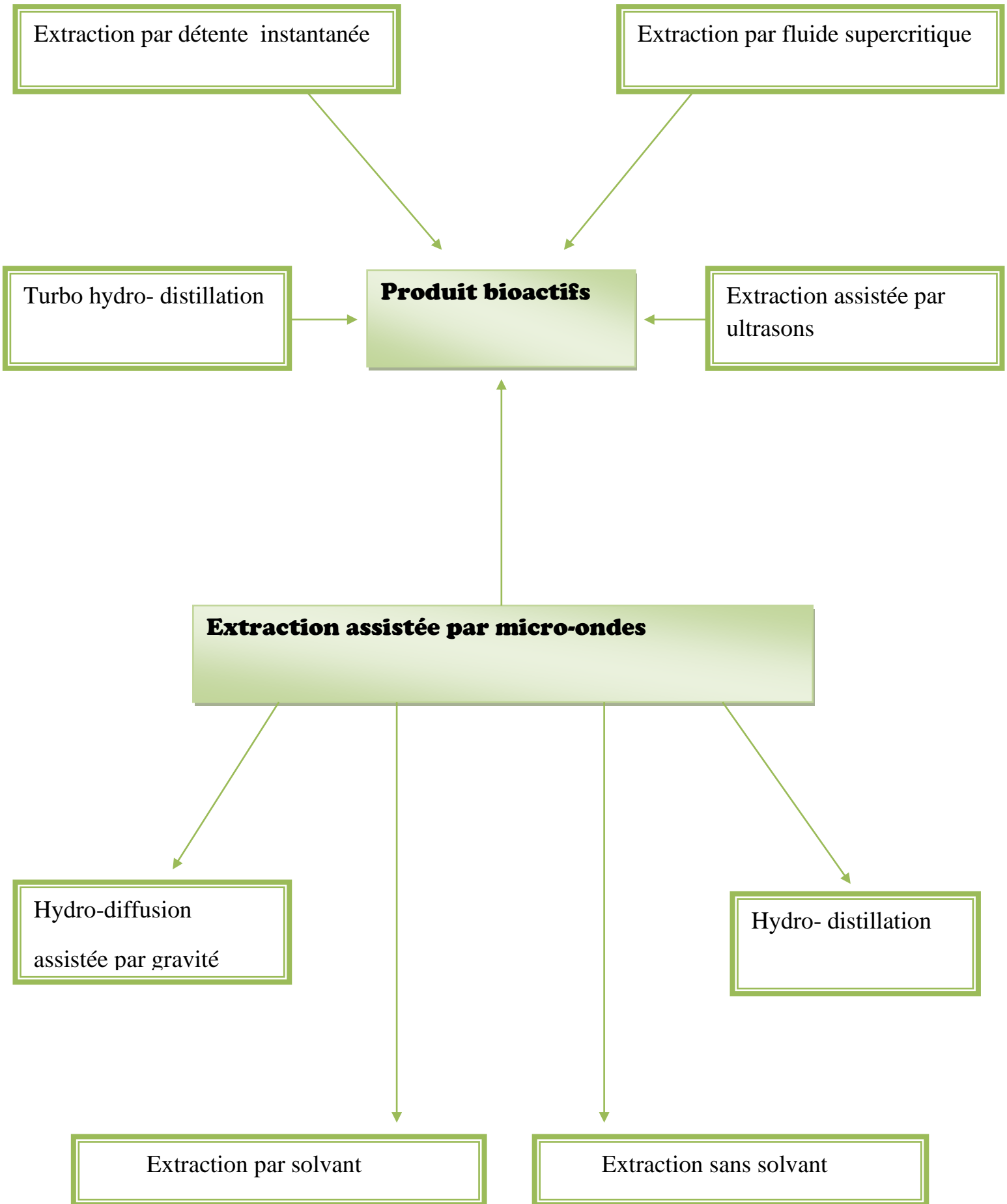


Figure 6 : Procédés d'extraction récents des produits bioactifs.

- **Turbo hydro- distillation "THD "**

La turbo hydro- distillation ou THD est un procédé d'hydro- distillation accéléré en discontinu. Son principe consiste à immerger la matière végétale dans un alambic et ensuite l'ensemble est porté continuellement à ébullition sous pression atmosphérique et agité avec un agitateur en acier inoxydable. Cette technique (figure 7) représente une alternative aux hydro- distillation de longue durée ou en surpression (**CHENNI, 2016**).

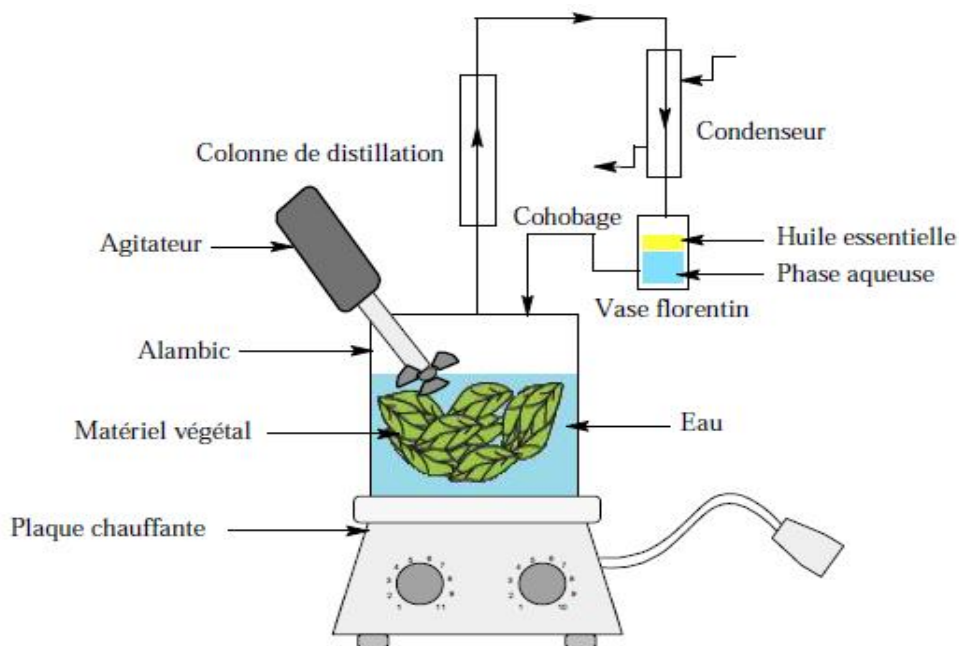


Figure 7 : Schéma du procédé de la Turbo- distillation.

- **Extraction par Fluide supercritique**

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé: il s'agit du CO₂ en phase supercritique. L'extraction consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au delà de son point critique (P=72.8 bars et T= 31.1°C) (35). A l'état supercritique, le CO₂ n'est ni liquide, ni gazeux, et cela lui confère un excellent pouvoir d'extraction, modulable à volonté en jouant sur la température de mise en œuvre. Les fluides supercritiques comme le CO₂ sont de bons solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état gazeux. Les avantages de ce procédé sont les suivants :

- Le CO₂ est totalement inerte chimiquement, il est naturel, non toxique et peu coûteux.

- En fin de cycle, la séparation entre le solvant d'extraction et le soluté pour obtenir l'extrait est facile (simple détente qui ramène le CO₂ à l'état gazeux), avec une récupération quasi-totale et peu coûteuse.
- L'extraction des huiles essentielles par le CO₂ supercritique fournit des huiles de très bonne qualité et en temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes classiques (figure 8).

Cependant l'installation industrielle de ce procédé reste onéreuse, et l'appareillage est encore envahissant. En conclusion, il n'existe pas de procédé meilleur que d'autres. Chaque méthode possède sa propre indication selon le végétal ou la partie du végétal, et l'utilisation du produit obtenu commande ainsi que l'aspect économique qui est tout aussi important (**LAKHDAR, 2015**).

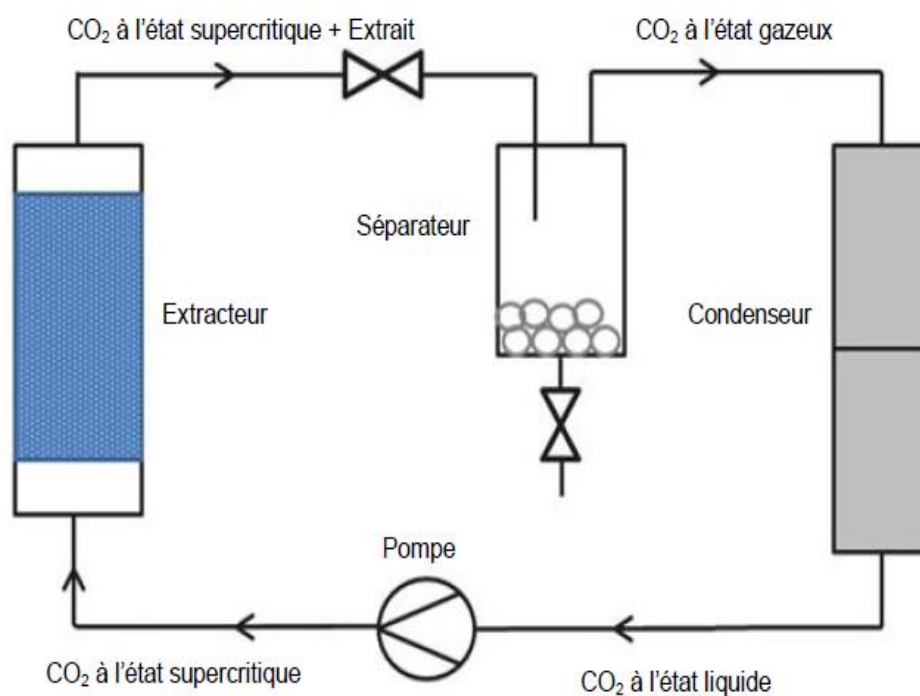


Figure 8 : Schéma du procédé de l'extraction par CO₂ supercritique.

- **Extraction assistée par micro- ondes ou ultrasons**

Ces techniques récentes offrent plusieurs avantages significatifs par rapport aux techniques classiques. En effet, elles nécessitent un volume moindre de solvant et un temps de chauffage réduit ce qui évite la dégradation des composés volatils et thermosensibles. Ainsi, elles conduisent à des rendements plus élevés.

- **Extraction par micro-ondes**

L'extraction par micro- ondes consiste à chauffer l'extractant (eau ou solvant organique) mis en contact avec la plante sous l'énergie micro- ondes ce qui permet un chauffage homogène. Ce nouveau procédé (photo 2) d'extraction permet des gains de temps et d'énergie considérables (OUIS, 2015).

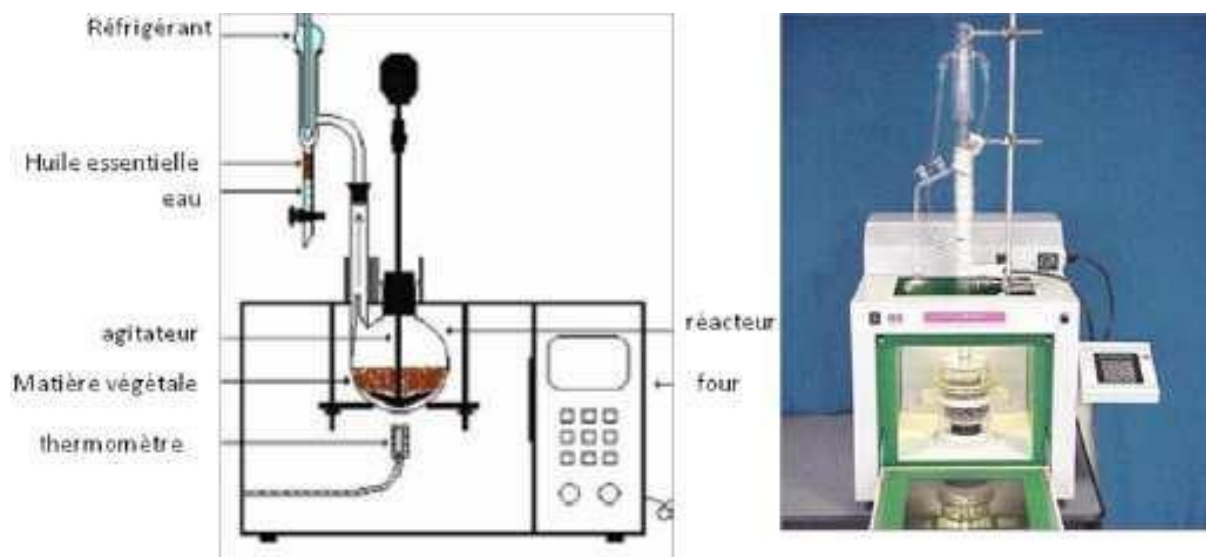


Photo 2 : Montage d'extraction par micro-onde.

• **Extraction par ultrasons**

L'extraction des composés bioactifs par ultrasons (20 – 100 kHz) est une technique émergente qui offre beaucoup de reproductibilité en peu de temps, trois fois plus rapide qu'une extraction simple par solvant. Elle est facile à mettre en œuvre et peu consommatrice de solvant et d'énergie (figure 9).

En effet, la matière première est immergée dans l'eau ou dans le solvant, et en même temps elle est soumise à l'action des ultrasons. Cette technique peut être utilisée pour l'extraction des composés aromatique ou des essences de plantes, mais elle a surtout été développée pour l'extraction de certaines molécules ayant un intérêt thérapeutique.

Pendant la sonication, les ondes sonores utilisées induisent des vibrations mécaniques dans le solide, le liquide ou le gaz, à travers une succession de phases d'expansion et de compression, comme au cours d'un phénomène de cavitation.

Les bulles, formées par l'expansion, vont se développer puis dégonfler. Si ces bulles se situent près d'une surface solide, alors le dégonflement sera asymétrique, ce qui produira des jets de liquide ultra-rapides. D'après les mécanismes d'extraction impliquent deux phénomènes physiques :

- Les molécules peuvent parfois traverser la paroi cellulaire par simple diffusion ;
- Le contenu des cellules peut être « lessivé » après destruction des parois cellulaires, afin de récupérer l'ensemble des composés d'intérêt.

Les ultra-sons permettent d'améliorer ces deux phénomènes. Ils pourraient augmenter le rendement, diminuer la quantité de solvant nécessaire et/ou le temps de traitement.

(Bousbia, 2013).

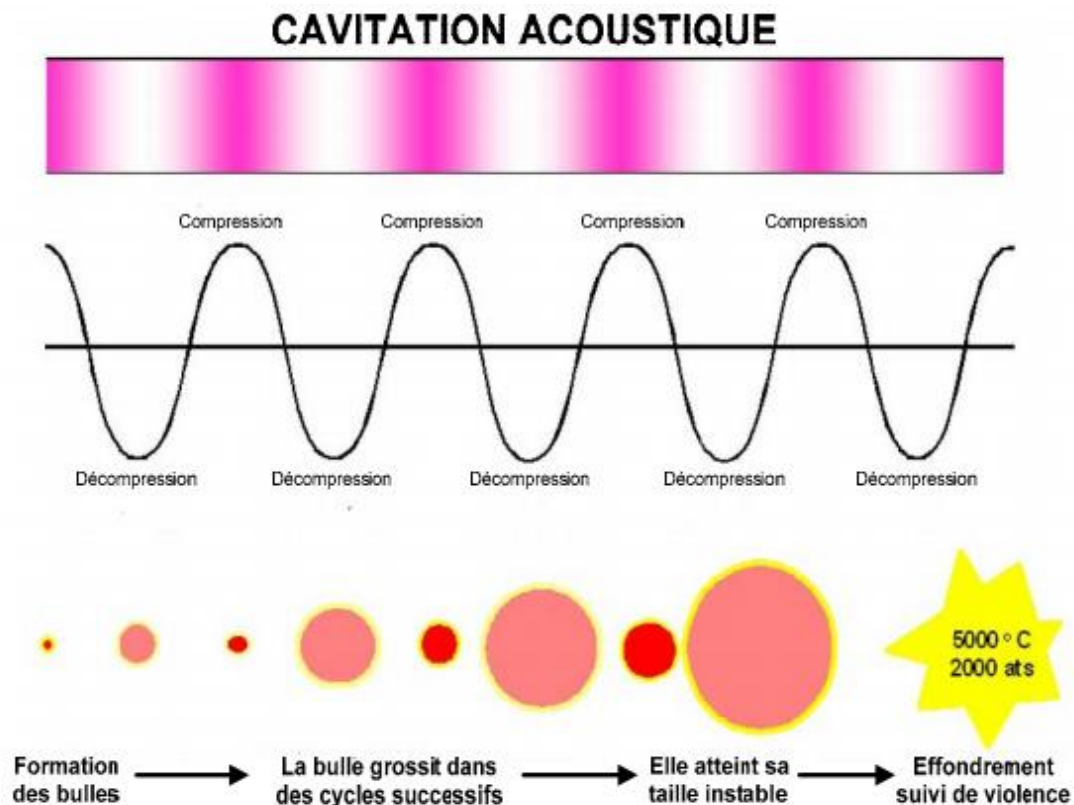


Figure 9 : Schéma démonstratif de la cavitation ultrasonore.

2.3.Famille de plantes étudiées

2.3.1.Famille des lamiacées

- **Définition**

La famille des Lamiacées connue également sous le nom des Labiées, Labiées dérive du nom latin "labium" qui signifie lèvre, en raison de la forme particulière des corolles.

La famille des Lamiacées est l'une des premières familles à être distingués par les botanistes, les lamiacées sont des angiospermes dicotylédones appartenant à l'ordre des Lamiales. Cette famille comprend environ 260 genres et plus de 6500 espèces. Ce sont des plantes à fleurs herbacées ou arborescentes très parfumées. 40% des espèces de la famille des Lamiaceae contiennent des composés qui possèdent des propriétés aromatiques. En raison des huiles essentielles (HE) produits dans glandulaire, les poils sont répartis sur les organes aériennes de la végétation et de la reproduction.

De nombreuses lamiacées seront rencontrées en herborisation, lamier blanc, lierre terrestre, bugle, Ballote fétide, origan, sauge...Beaucoup de Lamiacées sont utilisées en pharmacie et en parfumerie pour leurs essences : Lavande, Menthe, Romarin, Basilic, Thym...Enfin plusieurs sont cultivées, et utilisés comme légume comme les sauges a fleurs rouges ...

Stachys tubrifera fournit les crosnes du Japon.

C'est une famille exceptionnellement homogène : une lamiacée est très facile à reconnaître.

• Distribution géographique des lamiacées

-Dans le monde

Les lamiacées comprennent environ 3000 espèces dont l'aire de dispersion est extrêmement étendue, mais avec une prépondérance pour les régions méditerranées : Thymus, lavandes, Romarins, qui caractérisent la flore des garrigues. Les lamiacées sont rares, par contre, dans les régions arctiques et en haute montagne (Guignard *et al.*, 2004). Les labiées sont surtout des plantes méditerranéennes qui au Sahara ne se rencontrent guère que dans la région présaharienne.

-En Algérie

Dans la flore de l'Algérie, les Lamiacées sont représentées par 28 genres et 146 espèces, Certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces (photo 3).



Photo 3 : Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le monde entier.

- **Intérêt économique**

La famille renferme de nombreuses espèces économiquement importantes soit par leur huiles essentielles, soit par leur usage condimentaire, elle appartiennent aux genres *Mentha* (la menthe), *Lavandula* (la lavande), *Marrubium*, *nepeta* (l'herbe aux chats), *Ocimum* (basilic), *Origanum* (l'origan), *Rosmarinus* (le romarin), *Salvia* (la sauge), *Satureja* (la sarriette) et *Thymus* (le thym).

Le tubercule de quelques espèces de *Stachys* est comestible. *Tectona* (le teck) fournit un bois d'œuvre important. De nombreux genres contiennent des espèces ornementales : on peut citer parmi eux *Ajuga* (le bugle), *Callicarpa*, *Clerodendrum*, *Plectranthus*, *Holmskiodia*, *Leonotis*, *Monard*, *Salvia*.

- **Principaux genres et espèces de la famille des lamiacée**

Les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés et activités biologique appartiennent à la famille des Labiatae : thym, origan, marjolaine, lavande, menthe, romarin, sauge, etc.. (AOUINA et LAKHDARI, 2019).

2.3.2. Myrtacées

- **Définition**

La famille des Myrtacées est une famille des plantes dicotylédones qui comprend plus de 5 650 espèces réparties en 48 à 134 genres environ. Ce sont des arbres et des arbustes, souvent producteurs d'huiles aromatiques (Govaerts *et al.*, 2008). Beaucoup d'espèces de cette famille possèdent des propriétés thérapeutiques et sont utilisées en médecine traditionnelle (Touaibia, 2018).

- **Répartition géographique**

Les myrtacées se trouvent dans la région méditerranéenne, en Australie, en Amérique tropicale, en Afrique subsaharienne, à Madagascar et dans les régions tropicales et tempérées de l'Asie (Touaibia, 2018).

2.3.3. La famille des rutacées

-Les agrumes

- **Définition**

Le nom Agrume est donné aux arbres appartenant à la famille des Rutacées et au genre botanique Citrus. Cette appellation d'origine italienne, désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent. A cette catégorie d'arbre appartiennent les orangers, les mandariniers, les citronniers, les cédratiers et les pamplemoussiers. En Afrique tropicale humide et au Cameroun en particulier, les agrumes sont produits généralement dans des systèmes où ils jouent un rôle important à plus d'un titre.

Ils constituent des sources de revenus pour les ménages et des apports nutritionnels de qualité notamment pour leurs richesses en éléments minéraux, en vitamines et en fibres.

De par leur nature pérenne, ils sont aussi un des éléments de restauration des équilibres écologiques après la déforestation (**YSSAAD et MEDAOUAR, 2018**).

- **Répartition géographique**

- **Dans le monde**

Les agrumes sont originaires du Sud-Est Asiatique. Ce sont des arbres de la famille des Rutacées composés de 156 ou de 16 espèces, selon que les auteurs ont ou n'ont pas pris en compte les hybrides. La diffusion des agrumes à travers le monde s'est faite très lentement. Le bigaradier, le citronnier et l'oranger ont été introduits dans le bassin méditerranéen vers la moitié du XIIe siècle, et le mandarinier au XIXe siècle. L'introduction des agrumes en Afrique de l'Est a été faite par les commerçants arabes et hindous vers le XIVE siècle.

L'expansion dans le sud de l'Europe au XVe siècle est le fait des portugais, qui les ont exportées d'Asie. Au moment de la conquête, l'orange traverse l'atlantique avec le Bigarade, la lime et le cédrat. Ces derniers ont été cultivés dans les Antilles, au Mexique et en Amérique du sud (photo 4) (**HAMA et ASLOUNE, 2017**).



Photo 4 : Dispersion et zones de diversification des agrumes cultivés.

- En Algérie

En Algérie le nombre d'arbres d'agrumes occupent le second rang après l'olivier, mais leur importance économique les classe nettement en tête de nos productions fruitières. La culture commerciale des agrumes dans notre pays est localisée dans les zones irrigables de la partie nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite, car celle – ci influe fortement sur la physiologie des agrumes. La plantureuse Mitidja, berceau de l'agrumiculture, a conservé sa suprématie d'antan, puisqu'elle groupe encore près du tiers des plantations algériennes.

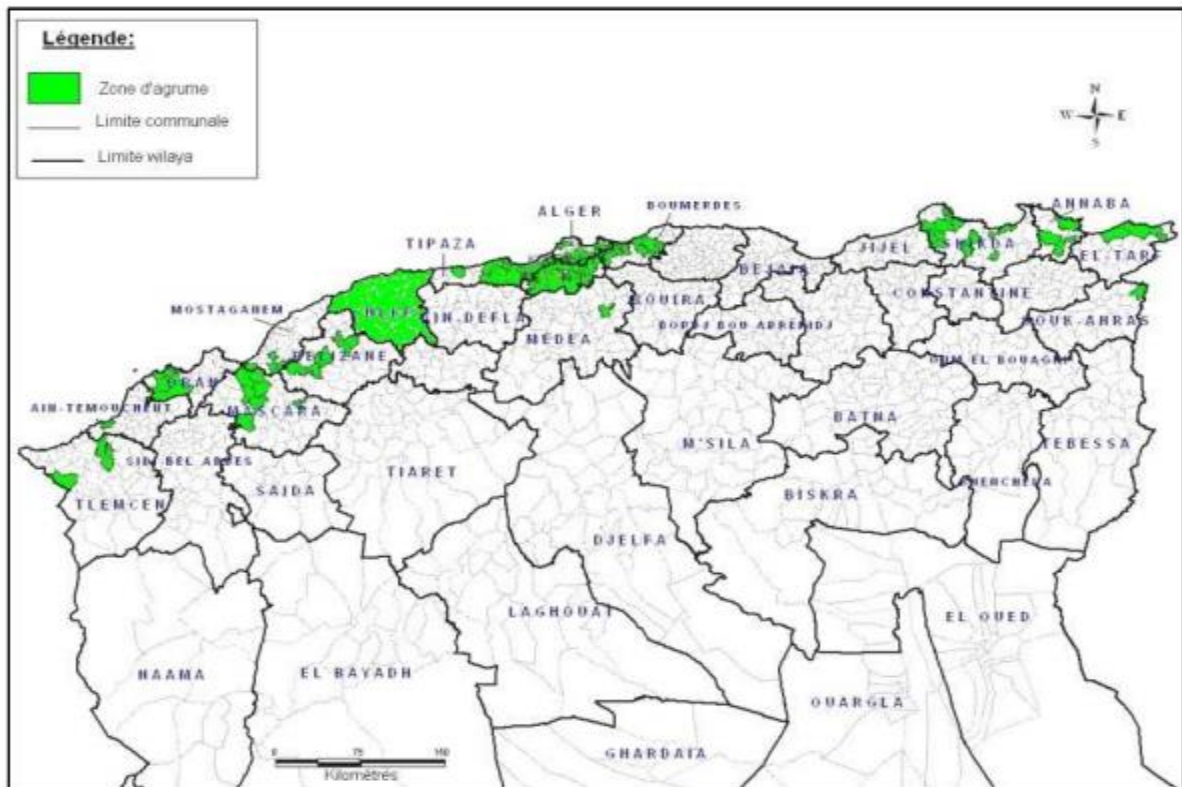


Photo 5: Répartition des agrumes en Algérie.

- **Exigences édaphiques**

Les qualités essentielles d'un bon sol agrumicole sont :

- La perméabilité qui varie de 10 à 30cm/h.
- Le sol doit avoir un ph qui se situe entre 6 et 7.
- La plantation doit être à 4 ou 5 m d'écartement.
- Le taux de calcaire compris entre 5 à 10%.
- Une bonne teneur satisfaisante en P_2O_5 et K_2O assimilables (**BOUNAB et CHAABI, 2018**).

Matériels et Méthodes

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

2.1. Choix du matériel végétal

Notre travail est réalisé au niveau du laboratoire pédagogique de phytochimie de l'Université Chadli Ben Djedid. Celui-ci consiste à extraire les huiles essentielles de Thym, Marjolaine, Myrte, clou de girofle, citron et pamplemousse puis d'en calculer leur rendement en huile essentielle.

2.1.1. Nomenclature et taxonomie

Nous nous sommes intéressées à plusieurs espèces achetées chez l'herboriste de la wilaya d'El Tarf et dont la classification selon Cronquist est la suivante :

A. Le thym

Règne :	Plantae
S / règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Cl :	Magnoliopsida
S / Cl :	Asterdae
O :	Lamiales
Fam :	Lamiaceae
G :	<i>Thymus</i>
sp:	<i>Thymus vulgaris</i>



Photo 6 : Thym séché.

B. La marjolaine

Systématique :

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Gamopétales

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Sous-famille : Népétoïdées

Genre : *Origanum*

Espèce : *Origanum Majorana* البردقوش



Photo7 : La plante *Majorana hortensis*

C. Le Myrte

Règne : Plantae

Sous-règne : Eucaryotes

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement :

Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : *Myrtus*

Espèce : *Myrtus communis* L.



Photo 8 : *Myrtus communis* L.

D. Giroflier

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Emb : *Magnoliophyta* (= phanérogames)

S/ Emb : *Magnoliophytina* (= angiospermes)

Cl : *Magnoliopsida* (= dicotylédones)

O : *Myrtales*

Fam : *Myrtaceae*

G : *Syzygium*

sp : *Syzygium. Aromaticum*



Photo 9 : clou de girofle séchée.

E. Citron

Embranchement : spermatophyte

Sous-embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédonae

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Genre : *Citrus*



Photo 10 : Feuilles, fleurs et fruits de citron

F. Pamplemousse

Classification :

Clade : Spermatophyta (plantes à graines).

Clade : Angiospermes (plantes à fleurs).

Clade : Dicotylédones vraies = Eudicotylédones.

Clade : Noyau des Dicotylédones vraies =
Eudicotylédones supérieures.

Clade : Rosidées.

Clade : Malvidées = Eurosidées II.

Ordre : Sapindales.

Famille : Rutaceae.

Genre : *Citrus*.

Espèce : *Citrus maxima* (Burm.)



Photo 11 : Grappes de pamplemousse

2.2. Méthodologie de travail

Dans notre travail, nous avons procédé à l'extraction des huiles essentielles de thym, marjolaine, myrte, clou de girofle, citron et pamplemousse par la méthode d'hydrodistillation.

• Matériel de laboratoire :

Pour le bon déroulement de notre expérimentation nous avons utilisé le matériel et les produits suivants :

- Chauffe ballon.
- Eau distillée.
- Ethanol.

- Balance/ entonnoir.
- Ballon.
- Un clevenger à deux sorties.
- Becher.
- Papier parafilm.
- Tube à eppendorf et seringues.

- **Méthodes**

Les feuilles de thym, de marjolaine et de myrte sont tamisées plusieurs fois puis broyées.

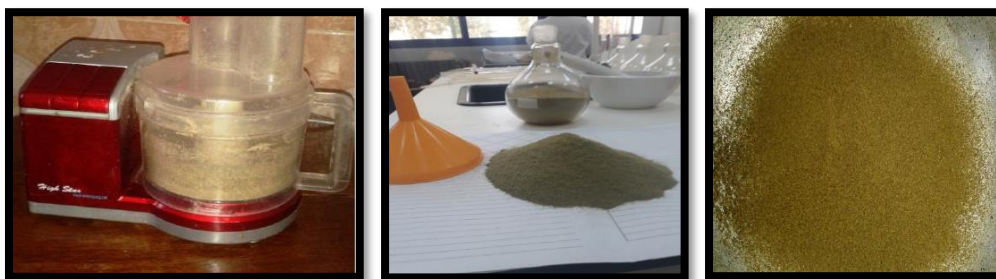


Photo12 : les plantes après leur broyage.

Le clou de girofle est broyé par contre pour l'écorce de citron et de pamplemousse on les a coupé en petits morceaux.



Photo13 : clou de girofle

photo14 : écorce de citron coupée

La méthode d'extraction utilisée ici c'est la méthode d'extraction par entrainement à la vapeur d'eau. Celle-ci a été choisie pour sa rapidité, la qualité et la quantité de son rendement.

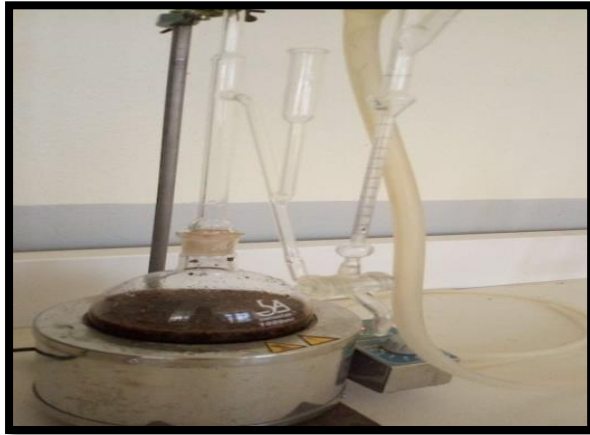
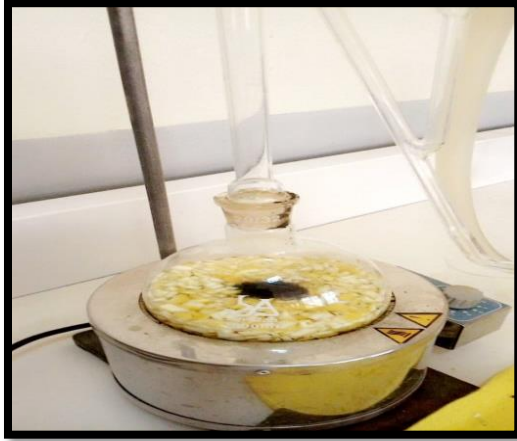


Photo 15 : Extraction d'huile de citron Photo16 : Extraction d'huile de clou de girofle

- **Principe**

L'hydrodistillation consiste à mettre le broya de plante dans l'eau distillée et à faire bouillir le mélange. La vapeur d'eau entraine avec elle l'huile, passe dans un réfrigérant où l'ensemble se condense. L'eau et l'huile essentielle sont recueillies à la sortie du dispositif (figure 12).



Photo 17 : Principe d'hydrodistillation.

- **Mode opératoire**

On broie le thym, la marjolaine, le myrte et le clou de girofle (photo), puis on pèse 200g de chaque espèce (photo) qu'on place par la suite dans un ballon à 1000ml de capacité. En fin, on remplit le ballon à un peu plus de la moitié d'eau distillée et on met le tout à bouillir. Quand la température d'ébullition est atteinte on réduit et on attend (1h30 à 2h).



Photo 18: Broyat de plante.



Photo 19: La pesée.

Résultats

Chapitre3 : Résultats

3.1. Résultat de l'extraction

Après 1h30 à 2h00 d'extraction nous avons pu constater deux couches séparées par leurs densités :

- Eau florale.
- Huile essentielle (photo) dont la couleur est jaune très claire voir limpide pour les trois huiles de, thym, marjolaine et le myrte et la couleur transparente pour le citron, pamplemousse et le clou de girofle.

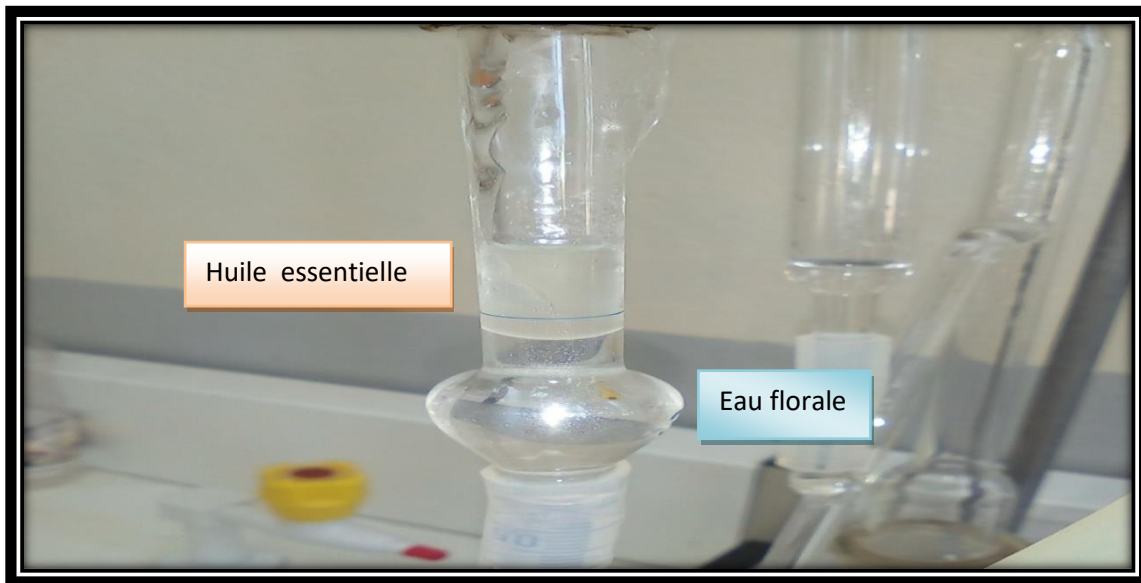


Photo 20 : Résultat de l'extraction.

- **-Calcul du rendement**

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids des traiter. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$Rd = (Pb/Pa) * 100.$$

Pb : poids d'huile en gramme.

Pa : poids des feuilles broyé en gramme.

Le rendement en huiles essentielles est illustré dans la figure 10.

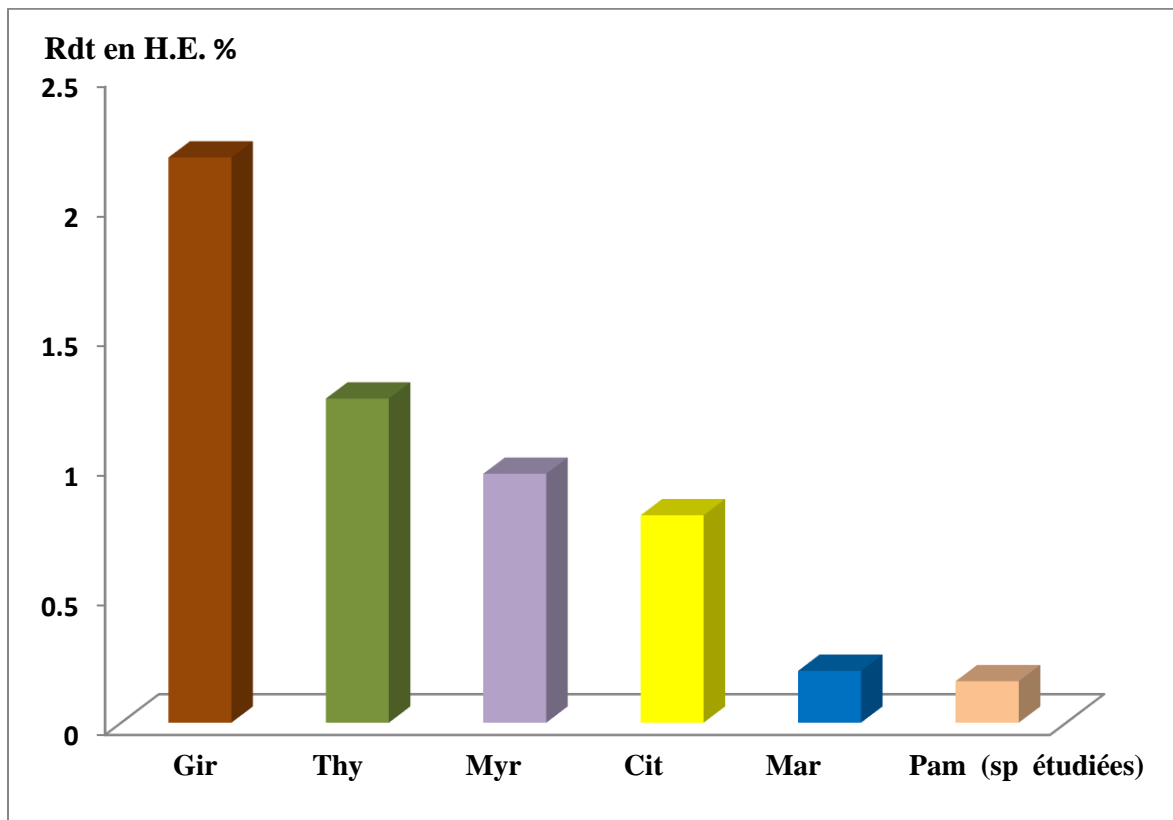


Figure 10 : Rendement en huiles essentielles des espèces étudiées (%).

Rdt : rendement.

Cit : Citronnier.

Gir : Girofle.

Mar : Marjolaine.

Thy : Thym.

Pam : Pamplemousse.

Myr : Myrte.

Sp : espèce.

Conclusion

Cette étude a été entreprise dans le but d'apprendre une technique d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau sur 3 familles végétales: les Lamiacées, les Myrtacées et les Rutacées. Le calcul du rendement en huile essentielle du thym, marjolaine, myrte, clou de girofle, citron et pamplemousse a permis de mettre une Corrélation et droite de régression.

Enfin, ces résultats, constituent un tremplin pour des recherches supplémentaires pour inclure d'autres paramètres tel que la CPG ou CCM à fin d'identifier et isoler les molécules bioactives.

Références bibliographiques

Références

- Abdelkader O et Bouchakour T., 2018. Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *syzyguime aromaticum* et *Illicium verum* vis-à-vis *Aphis spiraeicola*. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master en agronomie. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- AOUINA M et LAKHDARI S., 2019. Biologie des huiles essentielles de la famille des Lamiaceae. Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master ACADEMIQUE. Université MOHAMED BOUDIAF-M'SILA.
- Bounab D et ChaibY ., 2018. Étude de la variabilité morphologique au sein d'une collection d'agrumes cultivée a l'Est Algérien, W. Skikda. Mémoire présenté en vue l'obtention du diplôme de master .Université frères mentouri Constantine.
- Bousbia N. ,2011. Extraction des huiles essentielles riches en anti -oxydants a partir de produits naturels et de Co- produits agroalimentaire. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse.
- BOUZIANE Z., 2017. Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes
- Cécile B ., 2016. Le marché des extraits de pépins de pamplemousse. Comparatif des produits existants et conseil à l'officine. These pour obtenir le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de LORRAINE
- Chenni M., 2016. Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de huile essentielles des feuilles du basilic « *Ocimum basilicum* L. » extraite par hydro- distillation et par micro- ondes. Thèse de doctorat pour obtenir le grade de docteur en science .Université d'Oran 1 Ahmed ben Bella.
- Florence M., 2012. Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : étude de cas en maison de pertraite. These pour obtenir le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de LORRAINE.
- Guendouz F et Touahria H., 2019. Contribution à l'étude photochimique et l'activité anti radicalaire de la plante Majorant hortensias. Mémoire présenté en vue l'obtention du diplôme de master Université Mohamed el Bachir el Ibrahim B.B.A.
- Hama F et Asloune H., 2017. Effet d'association d'extrait de pulpe d'orange et citron sur l'activité antioxydante .mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de master en science alimentaire. Université Abderrahmane mira de Bejaia.
- HesasT et Simoud S ., 2018. Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *thymus* sp. En vue

l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

- KAMOU O et BENHADJ K., 2018. Étude de la phytothérapie traditionnelle dans la région de Fenoughil. MEMOIRE MASTER ACADEMIQUE. Université ahmed Draïa Adrar.
- Lakhdar L., 2015. Évaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur AGGREGATATIBACTER ACTINOMYCETEMCOMITANS : ETUDE IN VITRO. Thèse doctoat. Faculte de médecine dentaire de rabat.
- Lamamra M ., ??????. Contribution à l'étude de la composition chimique et l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Tinguarra sicula (L.) parl. et de filipendula liexapetala hexapetala gibb. Pour l'obtention du diplôme de magisster. Université Ferhat Abbas Setif.
- MARIANNE P., 2008. ÉTUDE DES HUILES ESSENTIELLES D'ESPÈCES VÉGÉTALES DE LA FLORE LAURENTIENNE : COMPOSITION CHIMIQUE, ACTIVITÉS PHARMACOLOGIQUES ET HÉMI-SYNTHÈSE. MÉMOIRE PRÉSENTÉ À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA MAÎTRISE EN RESSOURCES RENOUVELABLES. UNIVERSITE DU QUEBEC.
- Médicinales de la région d'Azail (Tlemcen –Algérie). *En vue de l'obtention du diplôme du MASTER En Écologie.* UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD TLEMCEM.
- Menad B et Dali S., 2017. Extraction et caractérisation des principaux constituants chimiques des trois plantes aromatiques de la famille des lamiacées : Mentha viridis, Rosmarinus officinalis et salvia officinalis. Mémoire fin d'études dans le cadre d'une formation d'un master académique en pharmacognosie et phytothérapie. *Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.*
- Merabet Ch et Menaifi H., 2015. Étude photochimique et évaluation des activités antioxydantes et anti – inflammatoire de l'espèce : Myrtus communis L. Mémoire présenté en vue l'obtention du diplôme de master. Université frères mentouri Constantine.
- Ouis N., 2015. Étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de doctorat pour obtenir le grade de docteur en science. Université dOran1.

- Touaibia S., 2018. Évaluation du potentiel aphicide des huiles essentielles d'eucalyptus globulus et de myrtus communis (myrtaceae) puceron farineux du prunier (hyalopterus pruni).Mémoire de fin d'étude présenté pour l'obtention du diplôme de master. Université Djillali Bounaama – Khemis Miliana.
- Touhami A., 2017. Étude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres thymus récoltées dans les régions de l'Est algérien pendant les deux périodes de développement. These présentée en vue l'obtention du diplôme de Doctorat en science. Université Badji Mokhtar Annaba.
- Yssaad H et Medaouar zahra ., 2018. Caractérisation morphologique de collectotrichum gleosporioides et collectotrichum sp. , responsables de l'antracnose des agrumes a Mostaganem et spécialisation parasitaire du pathogène. Pour l'obtention du diplôme master en agronomie. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- Zbalah H et Belarbi Y., 2018. Effet de séchage des plantes médicinales de la famille des Lamiacées (Romarin) sur l'activité antibactérienne. Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

