



UNIVERSITE
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT DE CHIMIE

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER II EN CHIMIE

Option: **ANALYSE SPECTRALE EN CHIMIE**

Par

ELHADDAD Salah

Les extrais des plantes médicinales

Soutenu le 2014 devant la commission d'examen :

Président :	Nom et Prénom	Grade	Université de Mostaganem
Examineur :	Nom et Prénom	Grade	Université de Mostaganem
Rapporteur :	BELALIA Mahmoud	Grade	Université de Mostaganem
Co-rapporteur :	Nom et Prénom	Grade	Université de Mostaganem

Introduction générale

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. L'histoire des plantes médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. [14].

Les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques; ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques pour guérir, atténuer ou prévenir les maladies et les infections [14].

De nos jours, la médecine moderne utilise les vertus thérapeutiques des huiles essentielles et de leurs constituants. En effet, de nombreux composés volatils sont aujourd'hui des ingrédients courants des préparations pharmaceutiques. Le thymol, par exemple, est employé en soins dentaires pour ses propriétés antiseptiques. [13].

Dans notre travail sur les plantes médicinales, nous nous sommes intéressés à la composition chimique de l'huile essentielle de thym. L'huile essentielle a été obtenue à partir de l'hydrodistillation ou distillation simple. Le matériel végétal a été récolté dans les régions de Relizane.

Nous avons réalisé: l'étude de la composition chimique de l'huile essentielle de thym, par l'analyse des fractions hydrocarbonées et oxygénées après (analyser d'huile par IR).

Les principales chapitres de ce travail sont traitées selon le plan suivant:

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les plants médicinales. Cette étude inclus: la définition, aperçu historiques des plantes médicinales, les composées secondaires des plantes, et la description botanique de la plante étudié.
- Dans le deuxième chapitre, nous étudierons les généralités sur les huiles essentielles. Cette étude inclus: la définition et la classification des ces derniers, leurs utilisations et toxicités.
- Dans le troisième chapitre, nous passerons en revue les principales techniques conventionnelles utilisées pour l'extraction des huiles essentielles à travers divers exemples, en mettant en évidence leurs avantages et leurs inconvénients.
- le dernier chapitre est consacré au travail personnel. Consistant en l'extraction et l'analyse de l'huile de thym par IR.

Enfin une conclusion générale résume l'ensemble de résultats obtenus.

Chapitre I

Chapitre II

Chapitre III

Chapitre IV

introduction générale

II.1 Les Huiles Essentielles

Les huiles essentielles (essences = huiles volatiles) sont : «des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation». [8].

Plus récemment, la norme AFNOR NF T 75-006 (octobre 1987) a donné la définition suivante d'une huile essentielle : «Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec».

Les huiles essentielles sont des liquides huileux aromatiques très concentrés renfermant des mélanges complexes des substances volatils constitués de plusieurs dizaines de composés [9], se retrouvent dans toutes les parties de la plante (écorces, racines, feuilles, fleurs et fruits) et dans toutes les régions climatiques du globe. Les facteurs environnementaux comme la température, l'irradiance et la photopériode peuvent jouer un rôle primordial sur la qualité et la quantité de l'huile essentielle.

Les terpènes sont construits à partir de plusieurs entités isopréniques, constituant une famille très diversifiée tant au niveau structural que fonctionnel. On rencontre principalement des mono et des sesquiterpènes (possédant respectivement 10 et 15 atomes de carbone) plus rarement des diterpènes (20 atomes de carbone).

Les composants des huiles essentielles peuvent être classés également en deux groupes principaux:

1-les hydrocarbures qui consistent les terpènes, tels que monoterpènes, sesquiterpènes, et diterpènes.

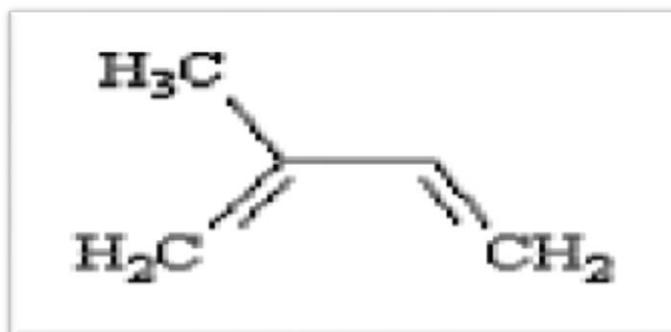
2-Les composés oxygénés, tels que les esters, aldéhydes, cétones, alcools.

Parfois la présence aussi des composés azotés et soufrés [9].

II.2. Les terpènes

II.2.1. Définition des terpènes [5]

Les terpènes sont des molécules très volatiles fréquentes dans la nature, surtout dans les plantes où ce sont les principaux constituants des huiles essentielles. Les terpènes sont issus du couplage d'au moins 2 sous-unités isopréniques à 5 carbones. **Figure II.1**



L'isoprène (2-méthylbuta-1,3-diène).

Figure II.1: Structure de l'unité isoprénique.[4].

II.2.2. Historique sur les terpènes [3]

Les substances monoterpéniques étaient parfaitement connues au début du XXe siècle. Par ailleurs, ce n'est qu'en 1910 que Semler détermine la structure correcte du premier composé sesquiterpénique; le β -santalène. Il faut attendre ensuite trois ans pour que Keschbaum en 1913 établisse la structure du trans-2 trans-6 farnésol; **Figure II.2** c'est la deuxième structure sesquiterpénique décrite avec précision depuis, le nombre des terpènes naturels connus s'est actuellement voisine de 5000, compte-tenu des mono, sesqui, di, tri, et polyterpéniques.

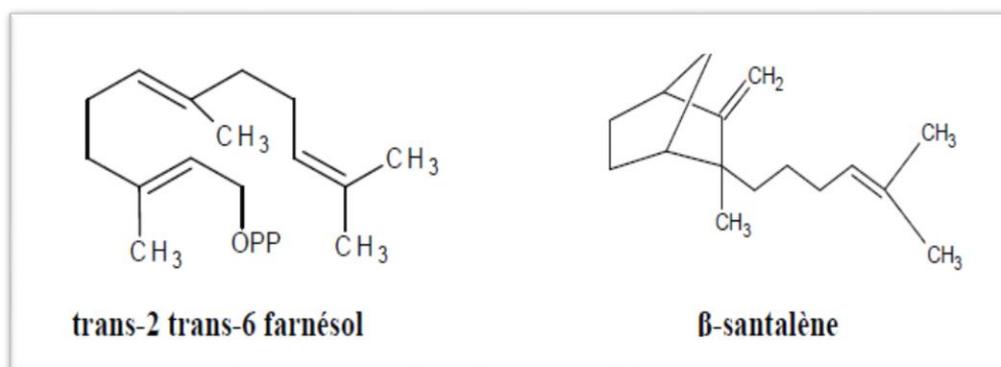


Figure II.2: structure des deux composés sesquiterpéniques. [3].

En ce qui concerne les monoterpéniques, on en dénombre actuellement environ 200, répartis en une quinzaine de squelettes différents. De ce nombre est, en réalité, exclu un groupe de composés tout à fait particulier, celui des << iridoïdes >>, présentant un enchaînement carboné cyclopentanique et initialement isolés comme substances de défense de certaines espèces de fourmis.

Plusieurs centaines d'autres sont actuellement connus; ils ont été isolés à partir des feuilles, des fruits, des graines, des racines et des écorces des dicotylédones, généralement sous la forme de β -D-glucosides. C'est la solubilité dans l'eau de ces derniers qui en permet ainsi la distribution dans tous les tissus de la plante, contrairement aux terpènes libres, insolubles, qui s'accumulent dans des glandes spécialisées. Toutefois, les monoterpènes libres sont généralement odorants alors que les glucosides sont évidemment inodores. Certains glucosides peuvent en revanche participer de façon intense au goût de certaines plantes ou parties de plantes; c'est ainsi que le safran doit son goût particulier à la présence dans les étamines de la fleur, de la picrococcine, β -D-glucosides d'un aldéhyde monoterpénique cyclique, le safranal; ce dernier de son côté, en apporte d'odeur caractéristique.

Pour ce qui est des sesquiterpènes, il y a environ 20 ans, 30 composés seulement étaient connus, repartis en une 15 de squelettes. Dix ans plus tard on en connaissait environ 300 repartis en 40 squelettes. Actuellement, près de 200 squelettes sont connus constituant un groupe d'environ 1000 composés.

Cet accroissement quasi exponentiel de nos connaissances au développement considérable des méthodes d'analyses immédiates au cours des 20 dernières années, notamment celui des méthodes chromatographiques sous toutes leurs formes et plus notamment de la chromatographie gazeuse, particulièrement bien adaptée à l'analyse des substances volatiles odorantes.

Selon le nombre de ces unités d'isoprène les terpènes sont classés en monoterpènes à 10 carbones, sesquiterpènes à 15 carbones, diterpènes à 20 carbones, etc. [5].

La plupart des terpénoïdes sont des hydrocarbures mais on trouve aussi des alcools, aldéhydes et cétones.

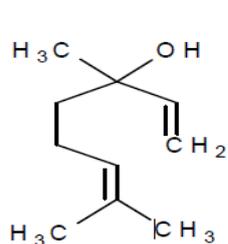
II.3. Les différences classes des terpènes

II.3.1. Monoterpènes [3]

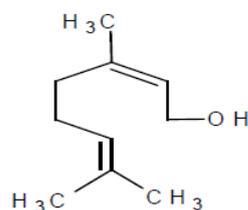
Ces composés contiennent deux unités de l'isoprène. Ils sont largement distribués dans la nature, en particulier dans les huiles essentielles. Ils sont importants dans l'industrie des parfums. **Figure II.3**

Exemples de monoterpènes

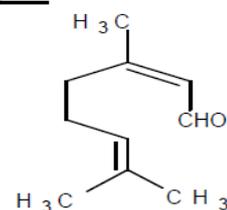
a- Acycliques



Linalol (lavande)

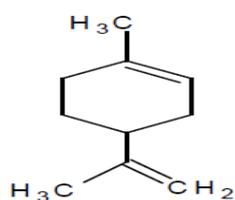


géraniol (Rose)

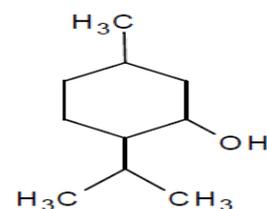
Aldéhydes

citral (citron), Mélisse, Verveine)

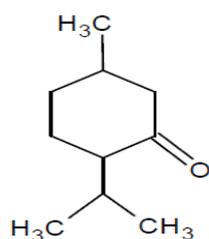
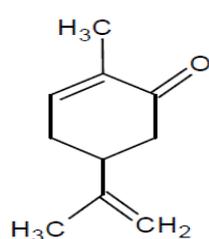
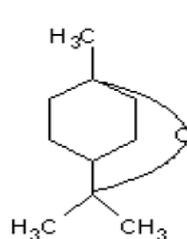
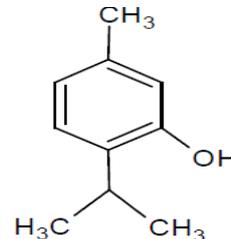
b- Monocycliques

Carbures

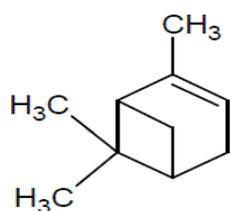
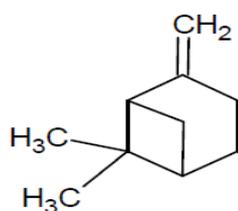
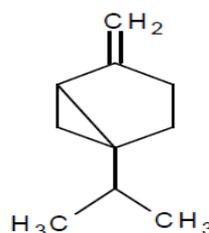
Limonène (citron)

Alcools

menthol (Menthe)

Menthone
(Menthe poivrée)carvone
(Carvi, Menthe douce)eucalyptol
(Eucalyptus)thymol
(Thym)

c- Bicycliques

Carbures α pinène β pinèneCétones

sabinène (Sabine)

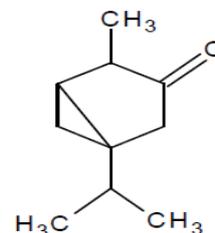
thuyone (Thuya,
Absinthe)

Figure II.3: Exemples des quelques monoterpènes. [3].

II.3.2. Sesquiterpènes [5]

Ils contiennent trois unités de l'isoprène. Ils sont trouvés dans beaucoup de systèmes vivants mais en particulier dans les plus hautes plantes. **Figure II.4**

Exemples de sesquiterpènes

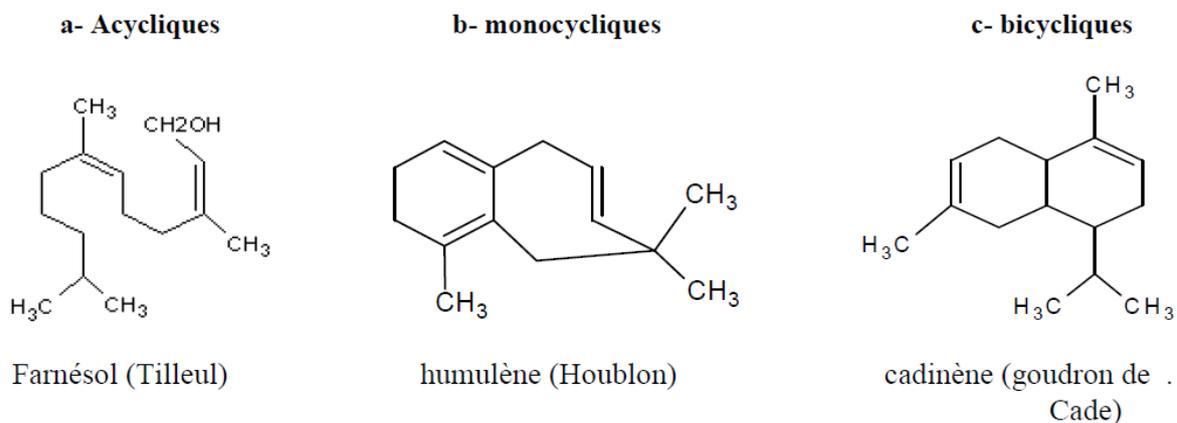


Figure II.4: Exemples des quelques sesquiterpènes.[5].

II.3.3. Diterpènes [3]

Contiennent 20 atomes du carbone dans leurs squelettes de base. Ils sont composés de quatre unités de l'isoprène. Ils existent dans presque tout le règne végétal et appartiennent à plus que 20 types structurels. **Figure II.5**

Exemples de Diterpènes

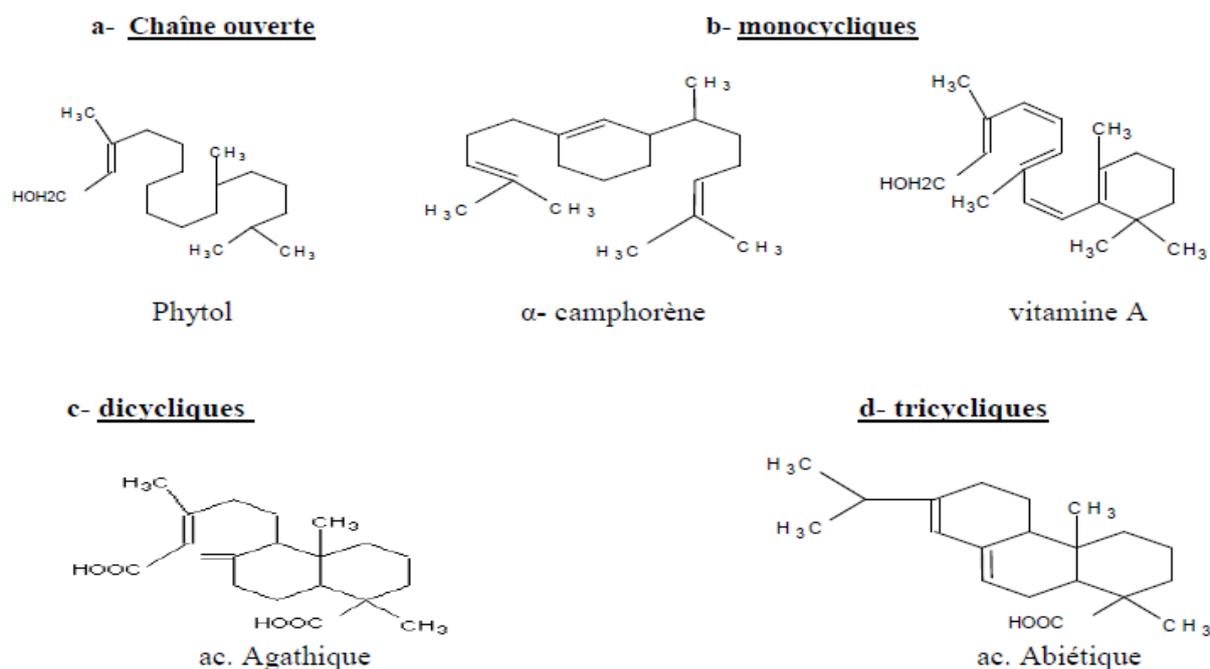


Figure II.5: Exemples des quelques diterpènes. [3].

Les composés aromatiques sont formés par les plantes comme sous-produits ou en effet comme produits métaboliques définitifs et ont entreposé dans certains organes de la plante, par exemple:

- Thym, sage et romarin (famille Lamiaceae): dans les cellules glandulaires, les cheveux et les balances.
- Cannelle, laurier et cassia (famille Lauraceae): dans l'huile essentielle et les cellules de la résine.
- Caraway, anis et coriandre (famille Apiaceae): dans canaux de l'huile essentiels qui se produisent comme entree des espaces cellulaires dans tissu de la plante.
- Lemon, orange et bergamot (famille Rutaceae): dans lysigenous les réservoirs sécrétoires ont formé à l'intérieur de la plante.

II.4. Les principales familles de métabolite secondaire chez les plantes [3,12]

Les terpènes sont classés parmi les substances du métabolisme, se font généralement au niveau des structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur la surface de la plante .Toutefois, il ne faut pas oublier que certains terpènes interviennent dans la photosynthèse et que plusieurs hormones végétales sont de structure terpénique.

- Mucilages (polymères complexes de fucose, d'acide glucorinique et d'acide manuronique)
- Gommés et résines (ex : gomme arabique, gomme adragante)
- Tannins (polyphénols)
- Hétérosides (ex : hétérosides cyanogènes, lactoniques, ou saponosides).
- Huiles essentielles (essences (terpénoïdes) très volatiles, non miscibles à l'eau et souvent parfumées).
- Latex.
- Alcaloïdes (ex : quinine, atropine, morphine).
- Réducteurs de digestibilité (ex : cellulose, lignine, cutines).

De nombreux composés volatils responsables de la 'note verte' dans les fruits et les fleurs, sont des dérivés de l'hexane comme le cis-3-hexénol. Ils sont aussi présents dans les feuilles sous le nom de « green leaf volatiles », où ils pourraient jouer un rôle dans la défense contre les insectes prédateurs. Ils sont produits par la dégradation d'acides gras polyinsaturés par la voie de la lipoxygénase [12].

Parmi les composants majoritaires des huiles essentielles, nous trouvons les terpénoïdes qui possèdent un rôle écologique lors des interactions végétales, comme agents allélopathiques, c'est-à-dire inhibiteur de la germination, mais aussi lors des interactions végétal-animal, comme agent de protection contre les prédateurs tels que les insectes. Ils interviennent également, par leurs odeurs caractéristiques, dans l'attraction de pollinisateurs.

Chacun des composés (HE) par leur volatilité dégage une odeur propre. Ainsi certaines plantes peuvent avoir une odeur similaire due à une molécule commune présente en quantité notable dans l'huile essentielle. Dans ces conditions, une fois le ou les composés responsables d'une odeur identifiés, si le caractère olfactif de ces composés s'avère intéressant, il serait alors rentable, selon le contexte économique, de produire des espèces végétales susceptibles de fournir une huile essentielle à haute teneur moléculaire en composés recherchés, et donc généralement de meilleure qualité.

II.5. Utilisation des huiles essentielles [8]

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

II.5.1. En pharmacie

Les HE peuvent être utilisés comme:

- L'aromatisation des médicaments destinés à la voie orale.
- Pour leurs actions physiologiques (Menthes, Verveine, Camomille).

II.5.2. Dans l'industrie

II.5.2.1. Parfumerie et cosmétologie

De nombreux parfums sont toujours d'origine naturelle et certaines HE constituent des bases des parfums.

Exemples: Rose, Jasmine, Vétiver, Ylang-ylang, etc....[3].

II.5.2.2. Alimentation

Les HE (huile de citron, de menthe, de girofle) sont très utilisées dans l'aromatisation des aliments (jus de fruits, pâtisserie) [3].

Quel que soit le secteur d'activité, l'analyse des HE reste une étape importante qui, malgré les progrès constants des différentes techniques de séparation et d'identification, demeure toujours une opération délicate nécessitant la mise en œuvre simultanée ou successive de diverses techniques [8].

II.6. Propriétés Physiques et chimiques des huiles essentielles [3]

Liquides à température ambiante, les huiles essentielles sont volatiles **Table II.1**, ce qui les différencie des huiles fixes. Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée.[14].

Table II.1: Caractéristiques physico-chimiques liées à la volatilité de quelques constituants odorants. [3].

Composé	Formules	Poids moléculaire (M° H)	Point d'ébullition à 760 mmHg (°C)	Tension de vapeur calculée à 373°K (mmHg)	Rapport d'entraînement 760 mmHg (mole d'he/mole de l'eau)
α -pinène	C ₁₀ H ₁₆	136	155.0	141.0	1/4.4
β -pinène	C ₁₀ H ₁₆	136	158.3	120.0	1/5.3
limonène	C ₁₀ H ₁₆	136	175.0	72.6	1/9.5
carvone	C ₁₀ H ₁₄ O	150	227.5	9.6	1/78.2
Carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O	150	237.0	5.3	1/142.4
camphr	C ₁₀ H ₁₆ O	152	209.2	20.0	1/37.0

II.6.1. Solubilité dans les solvants organiques [3]

Les huiles essentielles Solubles dans les solvants organiques usuels, elles sont liposolubles. Entraînables à la vapeur d'eau, elles sont très peu solubles dans l'eau; **Table II.2** elles le sont toutefois suffisamment pour communiquer à celle-ci une odeur nette (on parle d'eau aromatique).

II .6.2. Colorants

Le β -carotène se rencontre dans toutes les huiles végétales. C'est un colorant particulièrement sensible à la chaleur et à l'oxydation. Il est transformé en un composé incolore par hydrogénation. La chlorophylle est présente en grande quantité dans les huiles.

Les colorants d'origine oxydative sont responsables de la couleur brune de certaines huiles. Ils sont beaucoup plus gênants que les précédents car ils ne sont que peu retenus par les produits adsorbant utilisés pour décolorer les huiles [11].

Table II.2 : Composants HE d'après formule moléculaire, point d'ébullition et solubilité dans l'eau. [3].

	Formule moléculaire	Le point d'ébullition (°C)	La solubilité dans l'eau à 25 °C (g/L)
Monoterpènes hydrocarbonés			
limonène	C ₁₀ H ₁₆	175.4	<10 ⁻³
pinène	C ₁₀ H ₁₆	157.9	<10 ⁻³
sabinène	C ₁₀ H ₁₆	164	<10 ⁻³
myrcène	C ₁₀ H ₁₆	167	<10 ⁻³
g-terpinène	C ₁₀ H ₁₆	183	<10 ⁻³
p-cymène	C ₁₀ H ₁₆	173.9	<10 ⁻³
Sesquiterpène hydrocarbonés			
b-caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	268.4	<10 ⁻³
a-santalene	C ₁₅ H ₂₄	247.6	<10 ⁻³
a-zingiberene	C ₁₅ H ₂₄	270.7	<10 ⁻³
b-curcumene	C ₁₅ H ₂₄	266	<10 ⁻³
Diterpènes derivative			
Phytol	C ₂₀ H ₄₀ O	335.5	<10 ⁻³

Oxygenated derivatives <i>alcools</i>			
geraniol	C ₁₀ H ₁₈ O	229.5	0.67
linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	198.5	0.67
Aldehydes			
citral	C ₁₀ H ₁₆ O	228	-
cuminaldehyde	C ₁₀ H ₁₂ O	236	-
Cétones			
camphre	C ₁₀ H ₁₆ O	207.4	0.92
carvone	C ₁₀ H ₁₄ O	230.5	1.6
Phenols			
thymol	C ₁₀ H ₁₄ O	233	0.85
eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	255	2.52
carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O	237.2	0.85
Acétates			
neryl acétate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	247.5	0.71
linalyl acétate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	220	0.57
Ethers			
1,8-cineole	C ₁₀ H ₁₈ O	174.8	5.8 10 ⁻³

II.7. Toxicité des huiles essentielles [3]

Cet aspect de la connaissance des HE est d'autant plus important que le développement thérapeutique telles que l'aromathérapie (définie comme le traitement des maladies par les essences de plantes ainsi que la connotation " produit naturel" attaché à ces produits conduisent à une utilisation souvent abusive.

La toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue; on manque aussi des données sur leurs éventuelles propriétés mutagènes, tératogènes ou cancérigènes.

On connaît par contre beaucoup mieux le risque de toxicité aigue lie a une ingestion massive, en particulier la neurotoxicité des huiles essentielles à thuyone (thuya, absinthe, tanaïs, sauge, officinale) ou à pinocomphone (hysope): ces cétones induisent des crises épileptiformes et tétaniformes, des troubles psychiques et sensoriels nécessitant l'hospitalisation.

De telles intoxications ne sont pas exceptionnelles. D'autres monoterpènes sont également toxiques à doses fortes: camphre, menthol, (risque de spasme de glotte chez le jeune enfant), cinéole, E-anéthole. Cette toxicité non négligeable conduit à adopter une attitude prudent face aux pratiques telles que l'aromathérapie lorsqu'elles utilisent des HE - pures et à doses fortes- par voie orale et, a fortiori, en mélange.

II.8. Facteurs intervenant dans la qualité des huiles essentielles [3]

Les facteurs prédominants dans la qualité des huiles essentielles peuvent avoir deux types d'origines:

- Technologique.
- Naturel.

De profondes modifications de l'huile essentielle peuvent intervenir lors de l'exploitation des végétaux depuis leur collecte jusqu'à leur transformation industrielle.

Le mode de récolte, les conditions de transport, séchage et de stockage peuvent générer des dégradations enzymatiques. Les changements les plus importants interviennent pendant l'hydrodistillation sous l'influence des conditions opératoires, notamment du milieu (l'acidité, température) et de la durée d'extraction. D'autres facteurs tels que les traitements auxquels on peut procéder avant ou pendant l'hydrodistillation (broyage, dilacération, dégradation chimique ou enzymatique, pression, agitation) contribuent à la variation du rendement et de la qualité de l'huile essentielle.

Au cours de l'hydrodistillation, le milieu aqueux résultant de l'immersion du matériel végétal atteint des pH compris entre 4 et 7 et occasionnellement, des valeurs inférieures à 4 pour certains fruits. Les constituants de l'essence native sont soumis aux effets combinés de l'acidité et de la chaleur, et peuvent subir des modifications chimiques. L'huile essentielle récupérée est un produit qui diffère sensiblement de l'essence originelle, d'autant plus que l'ébullition est longue, et le pH est faible.

La matière végétale est l'objet de réactions chimiques diverses : hydrolyses, déprotonations, hydratations et cyclisations, pouvant être catalysées par des métaux présents à l'état de trace dans la plante ou provenant des équipements de récolte et d'extraction provoquant des transformations chimiques des constituants. L'hydrolyse d'esters est souvent la première réaction qui se produit. Elle conduit à la formation d'acides organiques qui, à leur tour, catalysent les réactions de cyclisation et de déshydratation.

III.1. Méthodes d'extractions [3]

Les huiles essentielles sont extraites principalement par des méthodes parmi lesquelles:

- L'hydrodistillation.
- L'entraînement à la vapeur de l'eau.
- micro-onde.
- par des solvants organiques (soxhlet).
- Au CO₂ supercritique.

III.1.1. Par hydrodistillation

L'hydrodistillation proprement dite, est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité [1].

Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique. [10]. **Figure III.6.**

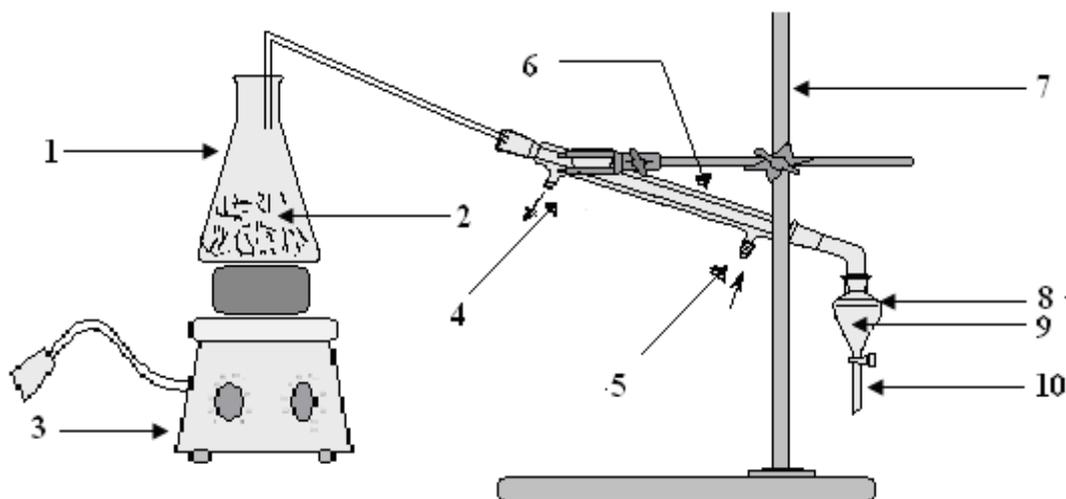


Figure III.6: le montage de l'hydrodistillation. [10].

1- Le Flacon Erlenmeyer

2- l'eau + la plante

3- chauffe-ballon

4- la sortir de l'eau

5- l'entrée de l'eau

6- réfrigérant

7- le support de réfrigérant

8- l'huile essentielle

9- l'eau aromatique

10- l'ampoule à décompte

La température d'ébullition d'un mélange est atteinte lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants est égale à la pression d'évaporation. Elle est donc inférieure à chacun des points d'ébullition des substances pures. Ainsi le mélange « eau + huile essentielle » distille à une température inférieure à 100°C à pression atmosphérique [9]. Par contre, les températures d'ébullition des composés aromatiques sont la plupart très sèves. [1][10].

La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures (8 h), selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait. [1].

Les principales raisons de cette préférence sont liées à la facilité de mise en œuvre du procédé, son sélectivité et donc la qualité des produits obtenus.

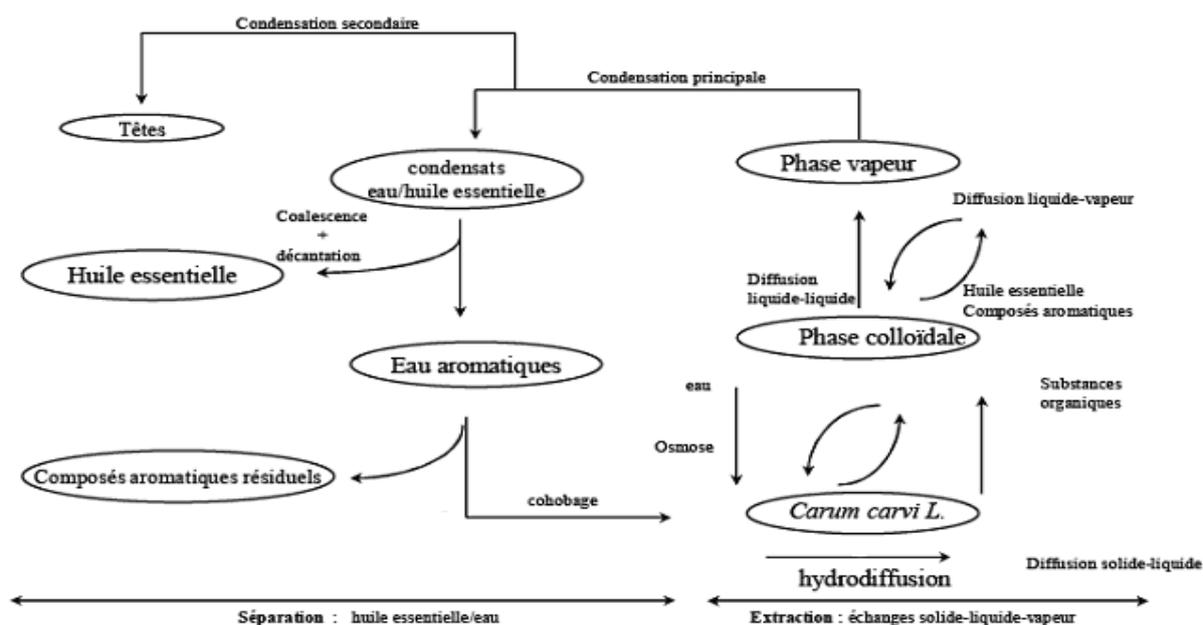


Figure III.7: Schéma du mécanisme d'extraction des HE par hydrodistillation. [3].

Cependant l'hydrodistillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre une détérioration de certains végétaux et la dégradation de certaines molécules aromatiques.

C'est ainsi que pour certains végétaux fragiles, comme par exemple les pétales de fleurs, une technique d'extraction plus appropriée est utilisée. Il s'agit de la « distillation dite sèche ». Cette technique ancestrale, utilisée autrefois par les alchimistes arabes, consiste à extraire les huiles essentielles de plantes fragiles à l'aide d'un alambic par l'effet de la chaleur

du soleil. Plus récemment, en Herzégovine, une technique toute proche a permis l'extraction d'une huile essentielle de rose de très grande qualité, cependant cette technique, possède elle aussi ses limites. En effet, technique écologique par excellence, le chauffage par les rayons du soleil est très faiblement productif car plusieurs jours sont nécessaires pour extraire les précieuses gouttelettes d'essences de rose. [3].

III.1.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles des plantes aromatiques. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter [10]. La vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle » **Figure III.8**. Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique (l'huile essentielle).

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. [1].

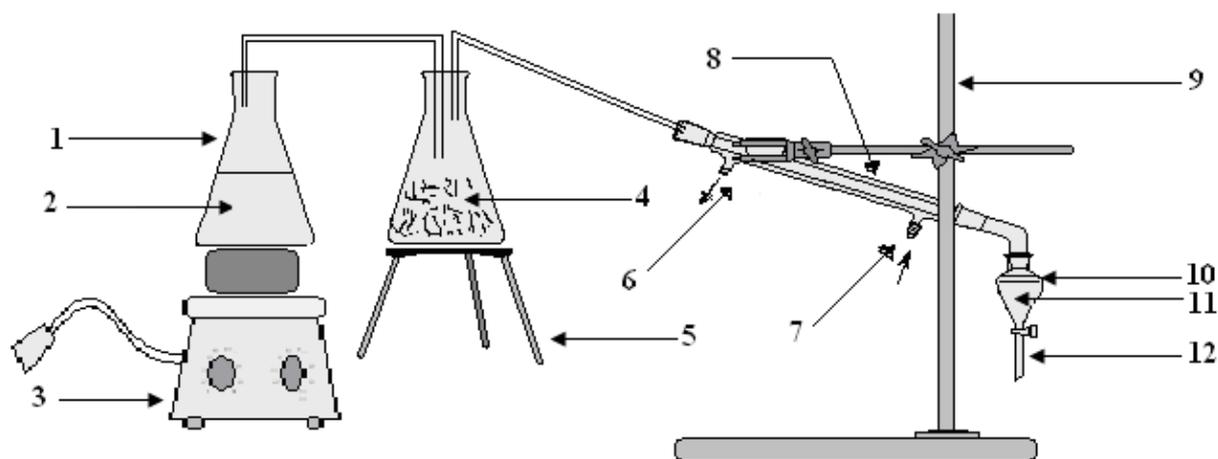


Figure III.8 : le montage de l'entraînement à la vapeur d'eau.

- | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|
| 1- Le Flacon Erlenmeyer | 2- l'eau | 3- chauffe-ballon | 4- la plante |
| 5- le support de Le Flacon Erlenmeyer | 6- la sortie de l'eau | 7- l'entrée de l'eau | |
| 8- réfrigérant | 9- le support de réfrigérant | 10- l'huile essentielle | |
| 11- l'eau aromatique | 12- l'ampoule décomptée | | |

Les étapes de l'extraction des huiles essentielles d'origines végétales restent identiques quel que soit le « type » d'extraction utilisé. Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation comme cela est explicité dans la **Figure III.9**



Figure III.9: Les étapes de l'extraction des huiles essentielles. [1].

III.1.3. Extraction par micro-ondes [3]

Le mécanisme du chauffage diélectrique repose sur le fait que les molécules polaires, telles que l'eau, ont des extrémités négatives et positives : ce sont des dipôles.

En l'absence de champ électrique, les dipôles d'un milieu diélectrique se trouvent orientés au hasard sous l'effet de l'agitation thermique du milieu. Sous l'effet d'un champ électrique continu, les molécules tendent à s'orienter dans la direction du champ électrique. Plus le champ électrique est intense, moins l'agitation thermique qui tend à désorganiser l'alignement a d'importance.

Lorsque toutes les molécules sont orientées, il apparaît un moment dipolaire global induit. Sous l'effet d'un champ électrique alternatif de fréquence, les dipôles s'orientent dans la direction du champ sur une demi alternance, se désorientent lorsque le champ s'annule et se réorientent dans l'autre sens pendant la seconde demi alternance : c'est la rotation dipolaire. L'énergie électrique est convertie en énergie cinétique par la rotation des dipôles. L'énergie cinétique est transformée partiellement en chaleur : l'alignement des dipôles par rapport au champ électrique est contrarié par les forces d'interactions entre molécules (les forces de liaison par pont hydrogène et les forces de liaisons de Van der Waals). Ces forces peuvent être

assimilées à des forces de frottement internes qui existent dans les contacts solide-solide. Elles s'opposent ainsi à la libre rotation des molécules. De la friction produite, naît le dégagement de chaleur. Cette chaleur dilate les glandes et est éclose. Ce processus donc libère les HE **Figure III.10.**

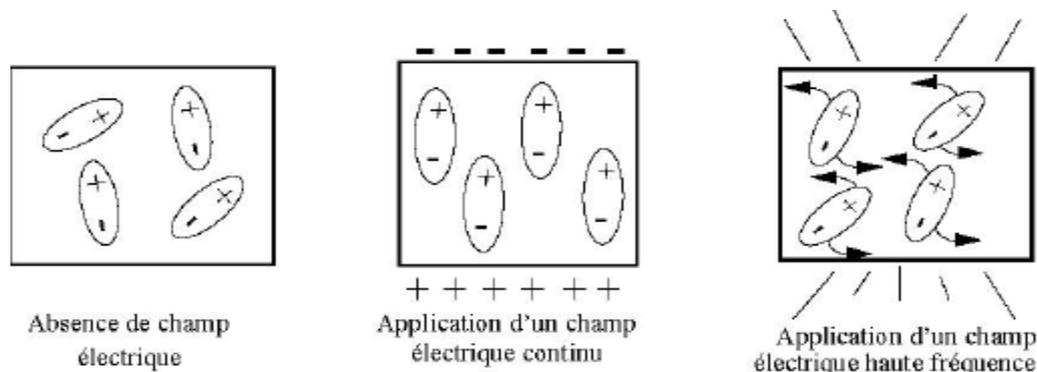


Figure III.10 : l'interaction onde – matière.

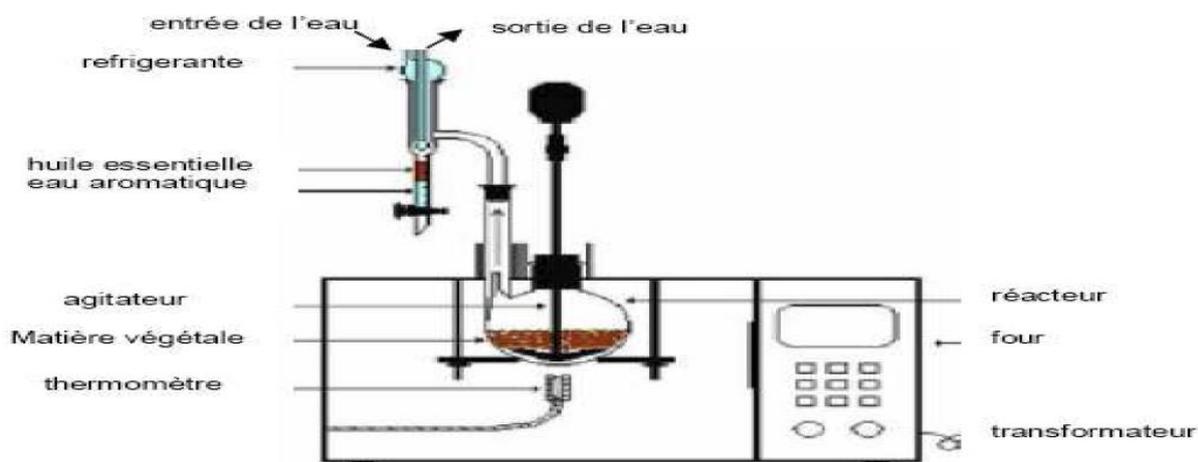


Figure III.11: le montage d'extraction par micro-ondes. [10].

III.1.4.Extraction par solvants organiques (soxhlet)

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. [1].

Les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation et cette technique évite l'action hydrolysant de l'eau ou de la vapeur d'eau. [1].

Le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une forte solubilité de l'huile, certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène, sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait [5]. Absence de toxicité pour les applications alimentaires.

Permis les solvants les plus utilisés sont des carbures aliphatiques (pentane, hexane)[11][12], ou des carbures aromatiques (benzène). On opère le plus souvent à la température ordinaire.

De nombreux solvants ont ainsi été étudiés pour l'extraction d'huiles végétales, y compris des biosolvants. En dehors des alcanes, des cycloalcanes et des hydrocarbures aromatiques, les principaux solvants préconisés sont :

- Les halogéno-alcanes comme le dichlorométhane, qui sont très efficaces, moins inflammables, mais qui posent le problème de la compatibilité alimentaire et des rejets dans l'atmosphère.
- Les éthers, mais qui imposent des contraintes de mise en œuvre très importantes en raison de leur inflammabilité et des risques d'explosion.
- Les cétones, et en particulier l'acétone, mais dont l'affinité pour l'eau et l'odeur ont pénalisé la mise en œuvre dans la filière alimentaire.
- Les alcools, et en particulier l'éthanol, et l'isopropanol, qui sont des solvants compatibles avec l'alimentaire, mais dont l'affinité pour l'eau impose des contraintes fortes de séchage des graines, et limite la solubilité de l'huile [11].

L'extraction par l'appareil de Soxhlet **Figure III.12** consiste à faire passer à travers la matière à traiter contenue dans une cartouche de cellulose, un flux descendant de solvant toujours neuf puisque distillé à chaque cycle [1].

Cette technique est loin d'être exclusive aux molécules aromatiques d'origine végétale. Elle est fréquemment utilisée pour l'extraction de lipides, ou de diverses autres catégories de molécules. De plus, cette technique d'extraction a été récemment combinée aux micro-ondes et aux ultra-sons.



Figure III.12: Appareil de soxhlet [3].

III.1.5. Extraction au CO₂ supercritique [13]

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé: le CO₂ supercritique. Au-delà du point critique ($P = 73,8$ bars et $T = 31,1$ °C), le CO₂ possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, qui plus est, facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression. Cette technique présente énormément d'avantages. Tout d'abord, le CO₂ supercritique est un solvant idéal puisqu'il est naturel, inerte chimiquement, ininflammable, non toxique, sélectif, aisément disponible et peu coûteux. De plus, il s'élimine facilement de l'extrait sans laisser de résidus. Outre ces avantages, le principal point fort est la qualité irréprochable de l'extrait puisqu'aucun réarrangement ne s'opère lors du processus. Son unique point faible est le coût très élevé de son installation. En jouant sur les conditions de température et de pression, il est possible de rendre l'extraction plus sélective aux composés odorants et ainsi obtenir des extraits de composition tout à fait semblable aux huiles essentielles, non chargés en molécules non volatils. Ainsi, la température et la pression à ne pas dépasser pour extraire uniquement les principes volatils est 60 °C et 60 bars. Cette technique est aujourd'hui considérée comme la plus prometteuse car elle fournit des extraits volatils de très haute qualité et qui respecterait intégralement l'essence originelle de la plante.

III.2. Conclusion

A partir de la recherche bibliographique sur les méthodes d'extractions des huiles essentielles et les extraits aromatiques, nous présentons dans le **Table III.3** suivant quelques avantages et inconvénients concernant les méthodes d'extractions.

Table III.3: Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction. [3].

Méthodes	Avantages	Inconvénients
L'hydrodistillation	Rendement plus grand.	-le temps d'extraction plus long. -Plus grand quantité d'eau. -Hydrolyse des composés non saturé. -pertes de quelques composés volatils.
L'entraînement à la vapeur d'eau	-Rendement acceptable. -Pas des réactions d'hydrolyse.	-
L'extraction par micro-onde	-moins d'énergie. -plus effectives que les composés oxygénés. -le temps d'extraction est très court.	-
L'extraction par des solvants organique	-Rendement plus important par rapport aux autres méthodes.	-grand volume de solvant. -long temps de l'opération a exigé (plusieurs heures). -reste des solvants toxique dans l'extrait. -dégradation les composés non saturé.

I. Les plantes médicinales

I.1. Définition [3]

La matière médicale, < **Materia Medica** >, est, à l'origine, l'étude de toutes les matières premières naturelles à usage médical. Actuellement encore appelée **Pharmacognosie**, elle est le plus souvent limitée aux produits bruts d'origine végétale.

En dehors des plantes strictement médicinales, elle étudie aussi:

- Les plantes toxiques.
- Certains végétaux alimentaires, comme les plantes à caféine et les épices à propriétés physiologiques marquées, les huiles végétales utilisées en diététique, les fruits riches en vitamines.
- Les plantes à usage surtout industriel, mais ayant quelques applications en pharmacie: plantes à fibres (cotonnier, chanvre, lin), plantes oléagineuses (Arachide, Ricin, Soja), plantes à parfums (Lavande, Rose, etc...).

I.2. Aperçu historiques sur les plantes médicinales [3]

Les traces de l'utilisation des plantes médicinales existent en Chine datent de plus de 5000 ans. Les inscriptions cunéiformes, présentes sur des tablettes sumériennes, de Mésopotamie, prouvent que le pavot était déjà recherché il y a plus de 2000 ans. Le papyrus médical d'Ebert (environ 1500 ans) est le premier recueil consacré aux plantes médicinales, proposant un inventaire de 12 plantes accompagné de leur mode d'utilisation (myrrhe, ricin, ail...).

Les Egyptiens, dont l'histoire remonte à plus de 4000 ans qui furent les premiers à tirer parti du règne végétal dans un souci esthétique et spirituel. De petites amphores ayant semble-t-il contenues des essences et parfums ont été retrouvées dans les sarcophages des rois. L'essence de térébenthine était déjà utilisée et tout porte à penser que certains parfums étaient déjà obtenus sous forme d'huiles distillées.

En Inde, les «vedas», livres sacrés contenant tout la sagesse divine, rédigés vers 1500 ans témoignent eux aussi de la connaissance des plantes.

Plus tard, la civilisation Arabe dont Bagdad, Bassora et Damas étaient les principaux centres commerciaux, développa le commerce des épices et des aromates, et donna une grande

impulsion à l'art de la distillation. C'est Geber (721-815), qui mentionna le premier de façon écrite, la description de la distillation « sèche » et celle par intermédiaire de l'eau. L'Alambic est incontestablement associé à Avicenne (930-1037), tout comme le vase florentin est associé à Giovanni Baptista della Porta (1540-1615). Ce dernier, dans son célèbre ouvrage « De distillation » parut en 1567, mentionna les connaissances avancées des Arabes dans le domaine de la distillation. Hermann Boerhaave (1668-1738) fut l'un des premiers à décrire les huiles essentielles d'un point de vue chimique.

A partir du 19^e siècle, les chercheurs ont isolé les principes actifs : morphine (1806), quinine et strychnine (1820), digitaline (1869)...etc.

Au début du 20^e siècle, les succès de la chimiothérapie, résultats de la chimie de synthèse, provoquent le déclin de la médecine à base de plantes.

I.3. Mode d'obtention et récolte [3]

Des études scientifiques ont permis de définir le moment optimal de la récolte. Ainsi, sont récoltées de préférence:

- Les racines au moment du repos végétatif (automne, hiver);
- Les parties aériennes, le plus souvent au moment de la floraison;
- Les feuilles juste avant la floraison;
- Les fleurs à leur plein épanouissement;
- Les graines, lorsqu'elles ont perdu la majeure partie de leur humidité naturelle.

I.4. Conservation des plantes médicinales [3]

Les plantes médicinales, rarement utilisées à l'état frais, doivent être conservées dans de bonnes conditions. Or, une fois récoltée, la plante se fane et meurt; apparaissent alors des processus de dégradations souvent préjudiciables à l'activité thérapeutique des plantes:

Les principes actifs peuvent subir des hydrolyses (ex: hétérosides, alcaloïdes-esters), des oxydations et (ou) des polymérisations (tanins, composés terpéniques des HE), des isomérisations (alcaloïdes de l'ergot de Seigle), des racémisations (hyoscyamine) ... aboutissant à une perte d'activité de la plante. Ces dégradations, de nature enzymatique, nécessitent la présence d'eau. Elles peuvent être évitées par différents moyens parmi lesquels:

- La dessiccation, qui a pour but d'inhiber l'action des enzymes par élimination d'eau.

Les techniques de dessiccation sont diverses:

- Au soleil et à l'air libre pour les écorces et les racines;
- À l'abri d'une lumière trop vive pour les fleurs, afin d'éviter une modification de leur aspect, et parfois leur activité (huiles essentielles);
- Avec une température de séchage bien choisie, car la composition chimique peut varier selon les conditions.

I.5. Aspects traditionnels [2]

Un certain nombre de plantes médicinales est encore utilisé de nos jours sous forme de décoction et infusions mais la plupart d'entre elles ont été délaissées au profit de produits pharmaceutiques de synthèse. Cependant, les connaissances actuelles permettent d'analyser ces plantes et souvent de l'activité préconisée par nos ancêtres.

Une relation entre la structure chimique et l'activité biologique est alors tendant, aussi la production des molécules naturelles pourrait entrer dans la composition de médicament moins agressifs vis-à-vis de l'organisme, ou à des fins industrielles précédemment exposée.

Cette dernière perspective permet d'élargir le champ de valorisation des plantes aromatiques (autrefois restreint du point de vue économique, à l'extraction de molécules olfactives), par l'exploitation des nombreuses et diverses activités biologique, substantiellement évoquées par la médecine traditionnelle, qui sont recensées et corrélées à certains types de structures chimiques. Ce dernier fera apparaître des molécules «bioactives» dans des espèces référencées par la médecine traditionnelle.

I.6. Les composés secondaires des plantes [5]

Les composés secondaires des plantes sont utilisés par l'homme depuis l'antiquité pour leurs propriétés médicinales, culinaires ou odorantes et ont donc très tôt constitué un objet d'étude pour les naturalistes et les scientifiques.

Les métabolites secondaires peuvent être classés en quatre grandes catégories: les composés aromatiques, les terpènes, les alcaloïdes et les hétérosides. [6].

Toutefois, jusqu'aux travaux de Stahl (1888) [5], montrant l'effet défensif d'un glucoside cyanogénique produit par une plante sur des escargots herbivores, ces composés étaient considérés comme n'ayant aucune fonction pour la plante, d'où leur qualificatif de «secondaires» par opposition au métabolisme « primaire » assurant la synthèse des molécules essentielles à la croissance et la physiologie de la plante.

C'est seulement au milieu du XXème siècle que le rôle fonctionnel de ces composés est reconnu, avec les études de Fraenkel (1959), sur les modalités de choix des insectes phytophages, et d'Ehrlich et Raven (1964) développant l'hypothèse d'un rôle de défense vis-à-vis des herbivores, et donc d'une coévolution entre les plantes et les herbivores associés.

Etant donnée la diversité des composés secondaires, ces derniers suggèrent l'existence d'une « course aux armements », les plantes synthétisant régulièrement de nouvelles molécules pour assurer leur défense, et les herbivores étant contraints de s'y adapter sous peine de disparaître. D'après la théorie des paysages adaptatifs lorsqu'une nouvelle molécule défensive se diffuse dans une population végétale, les individus la prospèrent synthétisant et se diversifient dans cette nouvelle niche adaptative vierge d'agresseur. De même, lorsqu'une mutation intervient chez les agresseurs leur permettant de contourner la toxicité d'une plante, ils se trouvent dans une nouvelle niche adaptative où ils peuvent subir un processus d'«échappement et radiation ».

Cependant, plutôt que d'une co-évolution exclusivement entre une espèce végétale et une espèce de bioagresseur, il s'agirait plus certainement d'une co-évolution diffuse ou co-évolution de guildes, autrement dit l'impact d'un ensemble d'espèces sur un trait d'une autre espèce.

Ainsi les composés secondaires, autrefois appelés « déchets du métabolisme » et jugés inutiles pour la plante agiraient en fait comme un moteur évolutif majeur de la biodiversité.

I.7. Utilisation des plantes en médecine traditionnelle [7]

Depuis 150 ans, les plantes médicinales ont fourni à la pharmacie des médicaments très efficaces. Aujourd'hui, de nombreux travaux menés dans le domaine de l'ethnopharmacologie, nous montrent que les plantes utilisées en médecine traditionnelle et qui ont été testées sont souvent d'une part, des plantes efficaces dans les modèles pharmacologiques et d'autre part seraient quasiment dépourvues de toxicité.

L'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie mettent en relation les savoirs ancestraux des médecins traditionnels et les connaissances scientifiques actuelles. Ce sont avant tout des domaines de recherche interdisciplinaire à l'interface des sciences de l'homme, comme l'ethnologie, l'histoire, la linguistique, et des sciences de la nature, comme la botanique, la pharmacologie, la pharmacognosie, la médecine. Les informations de terrain recueillies auprès des populations (les véritables tradipraticiens ne subsistent plus que dans des zones reculées) sont le reflet d'une approche culturelle de la maladie qui, à Madagascar comme dans d'autres médecines traditionnelles, est fondée sur la symptomatologie. Tel mélange de plantes est indiqué pour une douleur ou un symptôme donné et non pour soigner une maladie. [6].

La traduction de ces données symptomatiques brutes en termes de médecine étiologique est délicate et le recours d'un médecin est souvent indispensable à la caractérisation de la maladie. Le traitement varie selon le comportement du malade, ses dires, le rang social avec la prise en compte de son histoire familiale. De plus, le tryptique aliment-médicament-poison rend difficile la catégorisation entre actifs et toxiques qui peuvent être employés, à dessein, simultanément. Il est également nécessaire d'avoir à l'esprit que l'utilisation médicinale des plantes est souvent associée à des concepts irrationnels qui font appel au mystique. La difficulté vient ainsi de la nécessité de déceler, dans les mélanges traditionnellement employés, les plantes dont la présence fréquente fait penser qu'elles sont susceptibles de traiter un aspect donné de la maladie [3].

L'ethnopharmacologie et l'ethnobotanique ont donc pour finalité la compréhension des pratiques et des représentations relatives à la santé, à la maladie, et la description, l'évaluation thérapeutique des plantes utilisées dans les pharmacopées traditionnelles. L'usage empirique des différentes préparations traditionnelles plantes est donc extrêmement important pour une sélection efficace de plantes puisque la plupart des métabolites secondaires de plantes employées en médecine moderne ont été découverts par l'intermédiaire d'investigations ethnobotaniques.

I.8. Description botanique et valorisation de la plante aromatique étudiée (le thym) [5]

I.8.1. Caractéristiques botaniques

Le thym, *Thymus vulgaris* L, appartient aussi à la famille des Lamiacées. Originaire du bassin méditerranéen, cet arbrisseau aux nombreux rameaux serrés, est une espèce végétale vivace rustique ou semi-rustique. Il existe plus de 100 espèces du genre *Thymus* dont 65 rien qu'en Europe, toutes se multipliant par bouturage. Quelque soit les espèces, les fleurs vont d'un rose pâle au mauve et les feuilles très petites sont généralement vertes et pointues. [5].

I.8.2. L'huile essentielle

Issue du feuillage de la plante, l'huile essentielle possède une composition chimique variable selon les chimiotypes, les sols, les climats, les périodes, les heures de récoltes et les conditions du stockage. Elle est néanmoins toujours dominée par le thymol qui lui confère puissance et chaleur. [5].

I.8.3. Valorisation

Utilisée en parfumerie, ou telle quelle, l'huile essentielle de thym rappellera facilement aux vacanciers l'odeur de la garrigue provençale. Ingrédient caractéristique et indispensable de nombreux plats méridionaux, son utilisation en cuisine est devenue aujourd'hui *quasi* universelle.[5].

I.8.4. Utilisation médicinale

À la fois herbe magique et curative pour les Romains, Panacée universelle pour Sainte Hildegarde, il fut le remède miracle du XVI^{ème} siècle. Actuellement, l'huile essentielle de thym est utilisée pour ses vertus carminatives, antimicrobiennes, antibactériennes et antifongiques. Connu depuis toujours comme un antiseptique puissant, en infusion le thym peut être utilisé en bain de bouche ou en gargarisme pour lutter contre des gencives enflammées et les maux de gorges [5].

Introduction

La distillation est un procédé de séparation basé sur la différence de composition entre un liquide et la vapeur en engendrée. La technique implique la condensation de la vapeur et la récupération des fractions liquides résultantes.

La spectroscopie infrarouge désigne en chimie analytique une méthode qui mette à profit la plage des radiations électromagnétique comprise entre 1 et 50 μm pour identifier ou doser des composés par des procédés basés sur l'absorption, la réflexion ou la diffusion de la lumière par l'échantillon. [15].

L'absorption de l'échantillon, qui varie suivant la longueur d'onde des radiations émises par la source, est représentée par le spectre infrarouge obtenu avec le spectromètre. [15].

Les spectres sont acquis à partir d'échantillon observés soit par transmission, soit par réflexion. Ce second procédé, devenu courant dans l'infrarouge est à l'origine de plusieurs techniques pour l'examen de toutes sortes d'échantillons solides, gazeuses et de solutions aqueuses. [15].

IV.1. Matériel et méthode

IV .1.1. Matériel

Le montage est composé de :

1. Le réacteur, un ballon dans lequel on introduit la matière végétale (thym, m=166g) et l'eau distillée;
2. la colonne, un cylindre en verre placé au-dessus du réacteur qui recueille la Phase vapeur;
3. le réfrigérant dans lequel se condensent les vapeurs;
4. l'ampoule à décompter pour que séparée la phase organique (l'huile essentielle) et la phase aqueuse (l'eau aromatique);
5. chauffe ballon, pour chauffer le mélange (thym+eau distillée);
6. Erlenmeyer pour récupérer notre l'huile essentielle ;
7. Thermomètre pour contrôler la température ;
8. La balance pour peser la matière végétale.

IV.1.2. Méthode utilisée

Procédé classique d'extraction : l'hydro distillation

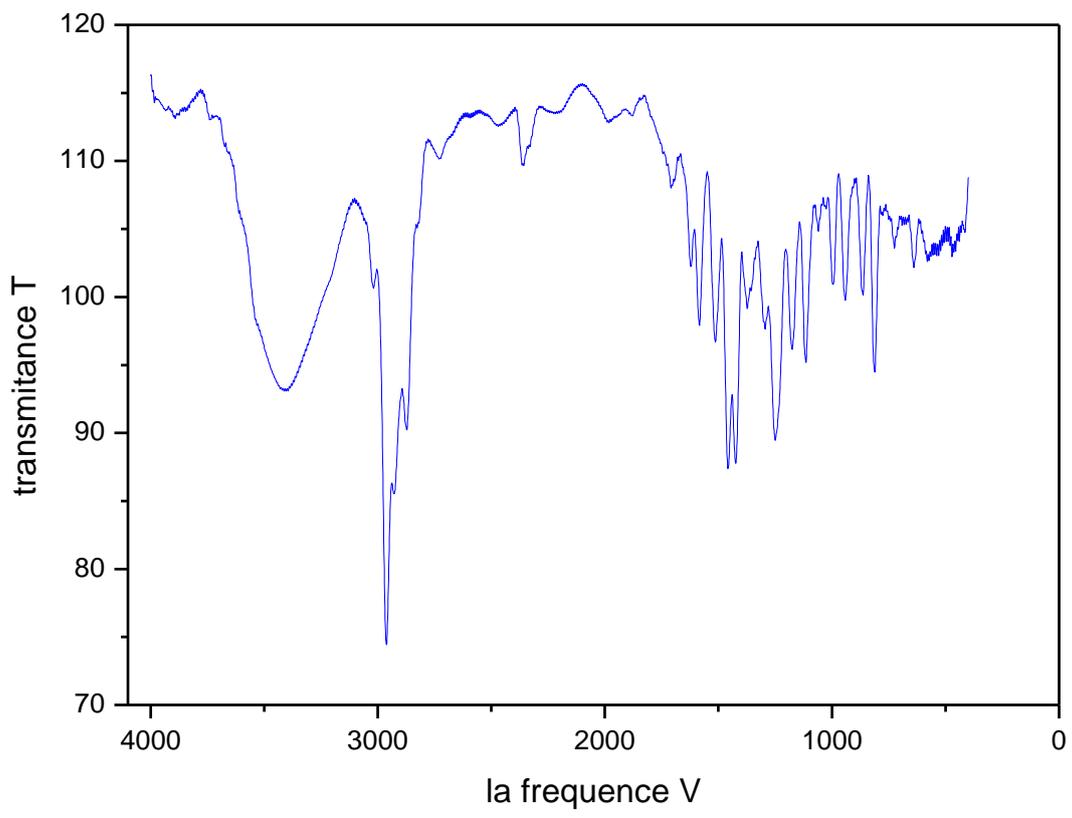
Dans notre travail nous avons utilisée la méthode d'hydro distillation qui consiste à immerger la matière première dans une fiole jaugé rempli de l'eau. L'ensemble est porté à ébullition. après un certain temps environ (2h:40min), on récupéré le mélange (l'huile +eau) à l'aide d'un condensateur, puis à l'aide d'une ampoule à décompté, on fait la décantation pour séparé les deux phases (l'huile essentielle et l'eau aromatique).

Après l'extraction de l'huile essentielle, on analyse avec spectromètre infrarouge (IR).

IV.2. Résultats et analyse

Le milieu réactionnel constitué par la matière végétale et l'eau sont portés à ébullition grâce à un chauffe ballon. La température est limitée par la température d'ébullition de l'eau 100°C.

La composition chimique des huiles essentielles dépend largement de l'influence des conditions d'hydro distillation sur l'essence contenue dans la plante.



Liste des tableaux

Table II.1: Caractéristiques physico-chimiques liées à la volatilité de quelques constituants odorants.

Table II.2 : Composants HE d'après formule moléculaire, point d'ébullition et solubilité dans l'eau.

Table III.3: Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction.

Liste des figures

Figure II.1: Structure de l'unité isoprénique.

Figure II.2: structure des deux composés sesquiterpéniques.

Figure II.3: Exemples des quelques monoterpènes.

Figure II.4: Exemples des quelques sesquiterpènes.

Figure II.5: Exemples des quelques diterpènes.

Figure III.6: le montage de l'hydrodistillation.

Figure III.7: Schéma du mécanisme d'extraction des HE par hydrodistillation.

Figure III.8 : le montage de l'entraînement à la vapeur d'eau.

Figure III.9: Les étapes de l'extraction des huiles essentielles.

Figure III.10 : l'interaction onde – matière.

Figure III.11: le montage d'extraction par micro-ondes.

Figure III.12: Appareil de soxhlet.

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I : Généralité sur les plantes médicinales

I. Les plantes médicinales.....	02
I.1. Définition	02
I.2. Aperçu historiques sur les plantes médicinales.....	02
I.3. Mode d'obtention et récolte.....	03
I.4. Conservation des plantes médicinales.....	03
I.5. Aspects traditionnels.....	04
I.6. Les composés secondaires des plantes.....	04
I.7. Utilisation des plantes en médecine traditionnelle.....	05
I.8. Description botanique et valorisation de la plante aromatique étudiée (le thym).....	07
I.8.1. Caractéristiques botaniques.....	07
I.8.2. L'huile essentielle.....	07
I.8.3. Valorisation.....	07
I.8.4. Utilisation médicinale.....	07

Chapitre II : Généralité sur les huiles essentielles

II.1 Les Huiles Essentielles	08
II.2. Les terpènes.....	08
II.2.1. Définition des terpènes.....	08
II.2.2. Historique sur les terpènes	09
II.3. Les différences classes des terpènes.....	10
II.3.1. Monoterpènes	10
II.3.2. Sesquiterpènes.....	12
II.3.3. Diterpènes.....	12
II.4. Les principales familles de métabolite secondaire chez les plantes	13
II.5. Utilisation des huiles essentielles	14
II.5.1. En pharmacie.....	14
II.5.2. Dans l'industrie.....	14
II.5.2.1. Parfumerie et cosmétologie.....	14
II.5.2.2. Alimentation.....	15

II.6. Propriétés Physiques et chimiques des huiles essentielles.....	15
II.6.1. Solubilité dans les solvants organiques	16
II .6.2. Colorants	16
II.7. Toxicité des huiles essentielles.....	17
II.8. Facteurs intervenant dans la qualité des huiles essentielles.....	18

Chapitre III : les méthodes d'extractions

III.1. Méthodes d'extractions	19
III.1.1. Par hydrodistillation	19
III.1.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	21
III.1.3. Extraction par micro-ondes.....	22
III.1.4.Extraction par solvants organiques (soxhlet).....	23
III.1.5. Extraction au CO ₂ supercritique.....	24
III.2. Conclusion.....	26

Chapitre IV : partie expérimentale

Introduction.....	27
IV.1.Matériel et méthode.....	28
IV.1.2.Matériel.....	28
IV.1.3. Méthode utilisée : l'hydrodistillation et IR.....	28
IV.2 .Résultat et analyse.....	28
IV.3. Discussion	29
Conclusion général.....	30

Référence bibliographie

Annexe

Bibliographie

- [1] Marie Elisabeth LUCCHESI. 2005, Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Université de La Réunion, thèse.
- [2] BOUTITI AMEUR. 2006. ETUDE PHYTOCHIMIQUE DE L'ESPECE *Globularia alypum* L. Mentouri, mémoire de magister.
- [3] Hameurlaine Samir. 2009, Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes *Pituranthos scoparius* et *Rhantherium adpressum* de la région de Ghardaïa. Ouargla, mémoire de magister.
- [4] Brahim Harkati. 2011. VALORISATION ET IDENTIFICATION STRUCTURALE DES PRINCIPES ACTIFS DE LA PLANTE DE LA FAMILLE ASTERACEAE: *Scorzonera Undulata*. Mentouri, thèse.
- [5] Lorraine BOTTIN. 2006. Déterminants de la variation moléculaire et phénotypique d'une espèce forestière en milieu insulaire : cas de *Santalum austrocaledonicum* en Nouvelle-Calédonie, Montpellier. Thèse.
- [6] SELLES Chaouki. 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_2SO_4 , 0.5M. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID. TLEMCEM, thèse.
- [7] Amélie. LHUILLIER. 2007. Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *agauria salicifolia* hook.f ex oliver, *agauria polyphylla* baker (ericaceae), *tambourissa trichophylla* baker (monimiaceae) et *embelia concinna* baker (myrsinaceae). Thèse Toulouse, France.
- [8] Jean-François cavalli 2002. Caractérisation par CPG/IK, CPG/SMet RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de Madagascar. Thèse Université de Corse Pascal Paoli.
- [9] L. Raul. H. OCHOA. 2005. Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » D'origine végétale. Thèse De L'institut National Polytechnique De Toulouse.
- [10] luicita. lagunez rivera. 2006. Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffe par induction thermomagnétique directe. Thèse de l'institut national polytechnique de Toulouse, France.

[11]I. Amalia. Kartika.2005, nouveau procédé de fractionnement des graines de tournesol : expression et extraction en extrudeur bi vis, purification par ultrafiltration de l'huile de tournesol. Thèse doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse, France.

[12]Véronique bergognoux. 2005. Biosynthèse et sécrétion du parfum chez Rosa x hybrida L. Thèse de l'Académie de Lyon. France.

[13]MARIANNE PIOCHON. 2008. ÉTUDE DES HUILES ESSENTIELLES D'ESPÈCES VÉGÉTALES DE LA FLORE LAURENTIENNE: COMPOSITION CHIMIQUE, ACTIVITÉS PHARMACOLOGIQUES ET HÉMI-SYNTHÈSE, L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI. Mémoire

[14]CCHOUITAH OURIDA. 2012. Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de Glycyrrhiza glabra. Université d'Oran, thèse.

[15]M.Francis rouessac, M.Annick rouessac. 2009.Analyse chimique(Méthodes et techniques instrumentales)7^e édition .DUNOD .p 197,198,214.