



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biologie Appliquée

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Pharmaco-Toxicologie

Dangers d'utilisation des huiles essentielles : le romarin comme exemple

Présenté par :

Melle. ARAR Dhikra

Melle. SEBIAA Dhikra

Devant le jury :

Dr. BOUDJABI Sonia

MCA Université Larbi Tbessi Présidente

Pr. DJABRI Belgacem

Pr. Université Larbi Tbessi Promoteur

Dr. FERHI Selma

MCB Université Larbi Tbessi Examinatrice

Date de soutenance : 25/05/2021

Note :

Mention :



Résumé

L'objectif de cette recherche est d'étudier les huiles essentielles extraites des romarins : leurs propriétés biologiques et ses différents dangers dans les différentes utilisations.

Nous avons pu trouver que les huiles essentielles extraites des romarins sont des substances très sollicitées dans divers domaines médicaux, cosmétiques étant le domaine dans lequel elles sont le plus prometteuses avec leurs différentes activités , elles servent à assurer une bonne diffusion dans l'organisme, cela n'empêche pas que leur utilisation a des effets toxiques, des contre-indications, des interactions médicamenteuses et allergiques soit accidentelle ou bien par une utilisation erronée .

Les huiles essentielles de romarin peuvent avoir un effet neurotoxique, des crises d'épilepsie. Elles sont à éviter chez les personnes ayant des antécédents d'allergie ou d'hypersensibilité aux composés de la famille des Lamiacées, souffrant d'anémie par carence martiale. L'huile essentielle de Romarin contenue dans de nombreuses préparations cosmétiques appliquées localement peut causer une irritation et une photosensibilisation.

Donc, il serait intéressant de faire des campagnes d'information et de sensibilisation de la population sur la meilleure façon d'utiliser les plantes et leurs huiles essentielles. Car les huiles essentielles doivent être utilisées avec grandes précautions afin d'éviter tout genre de toxicité.

Mots clés : les huiles essentielles, les romarins, propriétés biologiques, des effets toxiques.

ملخص

الهدف من هذا البحث هو دراسة اخطار الزيوت الأساسية المستخرجة من إكليل الجبل و خصائصها البيولوجية .

لقد ثبت أن الزيوت الأساسية المستخرجة من إكليل الجبل هي مواد مطلوبة بشدة في مختلف المجالات الطبية ، ومستحضرات التجميل هي المجال الذي تعتبر فيه الواعدة أكثر مع أنشطتها المختلفة ، فهي تستخدم لضمان ضخ جيد في الجسم ، وهذا لا يمنع أن استخدامها قد يكون له آثار سامة وموانع لتفاعلات الأدوية والحساسية بغض النظر عن أ سوء الاستخدام.

يمكن أن يكون لزيوت إكليل الجبل الأساسية تأثير سام للأعصاب، مما يسبب النوبات لذلك يجب تجنبها عند الأشخاص الذين لديهم الحساسية المفرطة لمركبات عائلة Lamiaceae، والذين يعانون من فقر الدم الناجم عن نقص الحديد. يمكن أن يسبب Rosemary EO الموجود في العديد من مستحضرات التجميل الموضعية تهيجًا وحساسية للضوء.

لذلك ، سيكون من المثير للاهتمام القيام بحملات إعلامية وتوعية للسكان حول أفضل طريقة لاستخدام النباتات وزيوتها الأساسية. لأن الزيوت العطرية يجب أن تستخدم بحذر شديد لتجنب أي نوع من السمية.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية ، إكليل الجبل ، الخصائص البيولوجية ، التأثيرات السامة.

Summary

The objective of this research is to exhibit the essential oils extracted from Rosemary: their biological properties and their different dangers in different uses.

It showed that the essential oils extracted from Rosemary are in great demand in various medical fields. Cosmetics are being the most promising field with their different activities. It used to ensure a good diffusion in our body, and this does not prevent that their use may have toxic effects, contraindications and allergic interactions regardless of accidental or through misuse.

Rosemary essential oils could have a neurotoxic effect causing epileptic seizures. It should avoid in people with a history of allergy or hypersensitivity to compounds of the Lamiaceae family, suffering from iron deficiency anaemia. Rosemary essential oil contained in many topically applied cosmetic preparations can cause irritation and photosensitization.

Therefore, it would be interesting to inform people about the best way to use plants and their essential oils, because essential oils must be used with great care to avoid any kind of toxicity.

Keywords

Essential oils, Rosemary, biological properties, toxic effects.

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes parents qui m'ont dotée d'une éducation digne, leur amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

*A mes chères sœurs
A mes belles sœurs
A mes neveux et ma nièce.
A tous mes amis,*

A toute ma famille, à tous ceux que j'aime, qui m'aiment et me comblent de conseils,

Je vous dédie ce travail et vous souhaite un avenir à la hauteur de vos ambitions. Que notre amitié dure.

A tous ceux qui, un jour, ont pensé à moi, les plus beaux mots ne sauraient exprimer ma redevance.

Dhikra S

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes parents dont mes estime pour eux sont immenses, et je les remercie pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.

Que dieu leur préserve une longue vie heureuse,

A mes frères et mes sœurs,

A ma belle sœur

A mes neveux et nièces.

A tous mes amis,

A toute ma famille, à tous ceux que j'aime, qui m'aiment et me comblent de conseils,

Je vous dédie ce travail et vous souhaite un avenir à la hauteur de vos ambitions. Que notre amitié dure.

A tous ceux qui, un jour, ont pensé à moi, les plus beaux mots ne sauraient exprimer ma redevance.

Dhikra A

Remerciements

Une grande gratitude à notre encadreur Pr. DJABRI Belgacem pour l'orientation, la confiance, la disponibilité et les conseils précieux, à la hauteur de ses compétences et de ses qualités qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Nos remerciements iront également aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail : Mme BOUDJABI Sonia pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury et Melle. FERHI Selma, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, par un geste, une parole ou un conseil, nous leur disons merci.

Sans oublier tous nos enseignants qui nous ont assurés des études de haut niveau et qui nous ont permis d'acquérir des connaissances.

Merci

LISTE DES FIGURES

Numéro de figure	Titre de la figure	Numéro de page
Figure : 01	Système ; extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur.	12
Figure : 02	Système ; extraction des huiles essentielles par micro-ondes.	13
Figure : 03	Différence de sélectivité entre trois méthodes ; extraction.	15
Figure : 04	Exemples de structures de monoterpènes.	16
Figure : 05	Exemples de structures de sesquiterpènes.	17
Figure : 06	Exemples de structures de composés issus de la dégradation ; acides gras ou de terpènes.	17
Figure : 07	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	29
Figure : 08	Feuille linéaire de <i>Rosmarinus officinalis</i> .	30
Figure : 09	Racine de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	30
Figure : 10	Organisation de la fleur de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	31
Figure : 11	Fruit de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	31

LISTE DES TABLEAUX

Numéro du Tableau	Titre de la figure	Numéro de page
Tableau: 01	Variation de la composition de l'huile essentielle <i>d'Origanum gratissimum</i> en fonction de l'heure de la récolte.	19
Tableau: 02	Variétés de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	33
Tableau: 03	Composition de l'huile essentielle de romarin.	36

Table des matières

Remerciements

Résumés

Dédicaces

Remerciements

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction		1
Chapitre I : Les huiles essentielles		
1.	Généralité sur les huiles essentielle	4
1.1.	Définitions des Huiles essentielles (HE)	4
1.2.	Critères de qualité	5
1.3.	Rôle physiologique pour la plante	7
1.4.	Composition chimique des huiles essentielles	7
1.5.	Les principales propriétés des huiles essentielles	8
1.5.1	Anti-infectieuses	8
1.5.2.	Anti-inflammatoires	9
1.5.3.	Régulatrices du système nerveux	9
1.5.4.	Drainantes respiratoires	9
1.6.	Conservation et étiquetage des huiles essentielles	10
1.7.	Les principales voies d'utilisation des huiles essentielles	10
1.7.1	La diffusion atmosphérique	10
1.7.2	La voie interne	11
1.7.3.	La voie externe	11
2.	Les procédés d'extraction	11
2.1.	La distillation	11
2.2.	Extraction par micro-ondes	13
2.3.	Extractions par les solvants et par les graisses	14
2.4	Extraction par micro-ondes	14
3.	Composition	16
3.1.	Les composés volatils des huiles essentielles	16
3.2.	Les chémotypes	18
3.3.	Les facteurs influençant la composition	18
4.	les activités biologiques et pharmacologiques	19
4.1.	Activités biologiques	19

4.2.	Activités pharmacologiques	20
5.	Toxicologie des huiles essentielles	22
5.1.	Distribution	23
5.2.	Métabolisme	23
5.3.	Elimination	23
5.4.	Toxicité liée à la durée d'exposition	24
5.5.	Toxicité chronique	24
5.6.	Toxicologie liée aux organes	24
6.	Précautions d'emploi des huiles essentielles	25
Chapitre II : Le romarin et ses Huiles essentielles		
1.	Généralité sur les plantes médicinales	28
2.	la plante « <i>Rosmarinus officinalis</i> »	28
2.1.	Définition de la plante	28
2.2.	Aire géographique	32
2.3.	Systématique	32
2.4.	Variétés <i>Rosmarinus officinalis</i>	32
2.5.	Intérêt de <i>Rosmarinus officinalis</i> L	34
2.5.1.	Intérêt écologique	34
2.5.2.	Intérêt médicinal	34
3.	Les huiles essentielles des romarins	34
3.1.	Composition chimique des huiles essentielles de romarin	35
3.2.	Facteurs influençant la composition	36
3.3.	Utilisations du romarin « <i>Rosmarinus officinalis</i> »	36
3.3.1.	En alimentation	37
3.3.2.	En Industrie agro-alimentaire	37
3.3.3.	Autres utilisation	37
4.	Propriétés des romarins	37
4.1.	Activité antibactérienne	37
4.2.	Activité antioxydant	38
4.3.	Activité antifongique	38
5.	Toxicité des huiles essentielles	39
5.1.	Toxicité et précaution d'emploi	39
5.2.	Interactions médicamenteuses	40
5.3.	Contre-indications	41
5.4.	Effets indésirables	41
Conclusion		44
Bibliographie		47

Introduction

Introduction

La plante est un organisme vivant qui existe depuis l'antiquité. Elle constitue un maillon très important et fondamental dans le cycle biologique de vie des autres organismes vivants tel que les animaux ainsi que les êtres humains. Elles produisent naturellement des substances actives permettant de se protéger des insectes, de maladies ou d'attaques extérieures. De celles-ci ont été tirées les huiles essentielles (HE). Il existe à l'heure actuelle un intérêt croissant du public pour les produits à base de plantes et un retour aux médecines naturelles. Les articles concernant le bien-être et la santé par les plantes et les huiles essentielles fleurissent (**Mathias, 2008**).

L'utilisation des HE est de plus en plus répandue que ce soit dans les pharmacies, ou dans divers commerce : en parfumerie, dans les rituels religieux, en cuisine avec les herbes dites aromatiques, en cosmétologie, et en thérapeutique Elle permet l'harmonisation de la santé physique et mentale (**Bekhechi ,1954**).

La valorisation des plantes médicinales de la flore nationale sera d'un grand apport pour l'industrie pharmaceutique algérienne et aura un impact économique. Les huiles essentielles extraites des plantes par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes. L'aromathérapie, l'art de soigner par les huiles essentielles, est devenue une science méthodique depuis qu'elle repose sur une classification de ces huiles selon leur capacité à lutter contre les bactéries. Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. Une grande partie des recherches actuelles porte sur l'étude de molécules antioxydants et antimicrobiennes comme les vitamines, les caroténoïdes et les polyphénols. Récemment, l'attention s'est portée sur les herbes et les épices comme source d'antioxydants (**Véronique ,2001**).

Les huiles essentielles, qui sont des mélanges complexes de molécules, avec leurs propriété et structure permettent d'assurer une bonne diffusion dans le système organique cela ne peut pas nier que leur utilisation peut avoir des effets toxiques soit accidentelle ou bien par une utilisation erronée (**Véronique ,2001**).

Dans le cadre de la valorisation des espèces végétales algériennes, et compte tenu des vertus thérapeutiques que représentent les Lamiacées (Labiées), nous nous sommes intéressés à l'huile essentielle de « *Rosmarinus Officinalis L.* » herbe aromatique de la famille des Labiées, appréciée pour ses propriétés aromatiques, antioxydants, antimicrobiennes, largement utilisée dans les

produits pharmaceutiques ainsi que les risques de toxicités que peuvent engendrer (Bekhechi ,1954).

Il nous semble donc, intéressant d'inscrire notre travail dans ce contexte de recherche.

L'objectif de notre travail vise à présenter la richesse de notre plante en molécules bioactives est à déterminer leurs propriétés biologiques et ses différents dangers dans les différentes utilisations.

De ce fait notre travail de recherche contient deux chapitres ; le premier est un chapitre théorique qui porte sur des généralités sur les huiles essentielles, les différents procédés d'extraction, ses compositions et ses activités biologiques. Le deuxième chapitre tourne autour de notre objectif d'étude qui est le romarin et ses huiles essentielles, leurs utilisations et surtout leurs dangers toxiques.

Chapitre I :

Les huiles essentielles

1. Généralité sur les huiles essentielles

Définitions des Huiles essentielles (HE)

La pharmacopée française (édition de 1965) donne une définition officielle des huiles essentielles :

« Produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. Pour extraire ces principes volatils, il existe divers procédés. Deux seulement sont utilisables pour la préparation des essences officinales : celui par distillation dans la vapeur d'eau de plantes à essences ou de certains de leurs organes, et celui par expression ».

Depuis la neuvième édition(1972), la pharmacopée n'utilise plus que le terme d'huiles essentielles. En octobre 1987, l'AFNOR (Association française de la Normalisation) propose une autre définition : « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques. »

Cette définition paraît encore restrictive car elle exclut de nombreux procédés d'extraction très utilisés sur les marchés de la pharmacie, de l'industrie cosmétique et agroalimentaire. Une définition encore plus large a donc été donnée : « Nom générique pour tous les produits lipophiles, volatils, préexistants dans une plante ou une drogue végétale. Une huile essentielle est constituée de nombreuses substances chimiques peu solubles dans l'eau.

Dans la plante celles-ci résultent pour la plupart du métabolisme des terpènes et composés en C₆C₃ et sont localisées dans des organes ou elles sont bio synthétisées (papilles, cellules et poils, poches , canaux). les HEs sont obtenues par distillation à la vapeur, par hydro distillation (entraînement à la vapeur d'eau) ou encore dans des cas particuliers, par pression mécanique (ex : agrumes) par dissolution dans des lipides (enfleurage pour des organe délicats tels que la fleur de Jasmin) et plus fréquemment maintenant dans des gaz supercritiques (dioxyde de carbone). L'extraction par dissolution dans des solvants fournit une fraction chargée de divers constituant liposolubles (cires, hydrocarbures...);après élimination du solvant ou du dioxyde de carbone, on obtient une « concrète » que l'on prive des constituants indésirables par refroidissement à la température du réfrigérateur (glaçage), suivi de décantation et de filtration ».Une huile essentielle contient en moyenne soixante-quinze molécules actives. (**Académie nationale de pharmacie ,1997**)

✓ **Essence**

L'essence se différencie de l'huile essentielle, il s'agit d'une substance aromatique naturelle que secrète la plante dans ses organes producteurs. Ce terme ne peut être employé que pour certaines plantes comme celles contenant des citrals (orange, citron, mandarine...) avec des principes trop lourds pour être entraînés par la vapeur d'eau utilisée pour la distillation des huiles essentielles. L'huile essentielle est donc une « essence distillée » (**Kaloustian, 2012**).

✓ **Aromathérapie**

L'aromathérapie est l'utilisation médicale des extraits aromatiques de plantes. Ce mot vient du latin « aroma » signifiant odeur et du grec « therapeia » signifiant traitement. Il s'agit donc de soigner à l'aide de principes odorifères (**Kaloustian, 2012**).

✓ **Aromatologie**

L'aromatologie ou l'aromathérapie scientifique est une science mettant en relation la biochimie aromatique et les activités thérapeutiques des huiles essentielles (**Kaloustian, 2012**).

✓ **H.E.C.T.**

Les H.E.C.T. correspondent aux Huiles Essentielles ChemoTypées qui sont une forme de classification chimique, botanique et biologique de la molécule présente en majorité dans une huile essentielle. Par exemple, l'H.E.C.T. de *Thymus vulgaris* à carvacrol est connue pour son activité antiseptique majoritairement alors que l'H.E.C.T. de *Thymus vulgaris* à thymol a des propriétés anti-infectieuses majeures. Il est donc préférable de choisir une H.E.C.T. lorsqu'on utilise les huiles essentielles en thérapeutique (**Thompson, 2003**).

Critères de qualité

L'huile essentielle utilisée en thérapeutique doit posséder de nombreux critères de qualité :

✓ **L'espèce botanique**

La certification botanique doit apparaître selon la nomenclature internationale sous son nom latin précisant le genre, l'espèce et la sous-espèce. Il existe par exemple deux espèces de sauge : la sauge officinale (*Salvia officinalis*) et la sauge sclérée, qui peuvent être vendue toutes les deux sous l'appellation d'essence de sauge. La première, riche en cétones neurotoxiques, peut provoquer des crises d'épilepsie, alors que la seconde possède des esters aromatiques anti-épileptisants (**Jammal Eddine, 2010**).

✓ L'organe producteur

Selon la partie de la plante (feuilles, fleurs...) distillée (ou exprimée pour les zestes de Citrus), il peut exister plusieurs huiles essentielles pour la même plante avec des compositions chimiques et des activités différentes. Par exemple, pour la cannelle de Ceylan, l'huile essentielle peut être extraite de ses feuilles et de son écorce. Ainsi, l'huile essentielle provenant de l'écorce a des propriétés plus marquées que celle extraite des feuilles (**Kaloustian ,2012**).

✓ L'origine géographique

Cela permet de connaître l'environnement dans lequel grandit la plante et de caractériser ainsi l'huile essentielle obtenue. Il y a des différences de composition chimique selon le pays d'origine. Une même plante grandissant dans des lieux différents avec changement de situation géographique (altitude et latitude), avec variation de la nature du sol, peut produire des huiles essentielles différentes. Par exemple, le thym vulgaire à géraniol ne produit cette molécule de géraniol qu'en hiver alors que l'acétate de géranyle la remplacera en été (**Kaloustian ,2012**).

✓ Le mode de culture

Il définit si la plante est cultivée ou sauvage. Il est souvent représenté par un label si la plante provient d'une culture biologique.

Les seuls labels autorisés sont ceux délivrés par le Ministère de l'Agriculture.

Il en existe plusieurs :

- le label BIO garantit une huile essentielle certifiée par l'organisme Ecocert afin de garantir l'origine biologique de l'huile essentielle.
- une huile essentielle possédant un label ECOCERT est une huile essentielle soumise au contrôle régulier d'un organisme de certification agréé par les pouvoirs publics.
- le label (H.E.B.B.D) c'est-à-dire Huile Essentielle Botaniquement et Biochimiquement Définie signifie que l'huile essentielle possède un bulletin d'analyse établi avec le C.N.R.S (**Kaloustian ,2012**).

C'est un label de qualité des huiles essentielles.

- le label (A.B) correspondant à Agriculture Biologique, certifie que l'huile essentielle possède au minimum quatre-vingt-quinze pour cent d'ingrédients issus de l'Agriculture Biologique, c'est-à-dire cultivée sans engrais, ni pesticides, et ne contenant pas d'O.G.M (**Kaloustian, 2012**).

✓ Le chémotype

Il définit la molécule aromatique révélatrice des principales propriétés thérapeutiques de l'huile essentielle. Une plante de même variété botanique peut produire des huiles essentielles de compositions chimiques différentes selon son origine, son pays, son climat, son sol. Une huile essentielle peut contenir de vingt-cinq à cent molécules biochimiques différentes. Ce qui explique la polyvalence d'action des huiles essentielles. On effectue une chromatographie en phase gazeuse liée à une spectrométrie de masse pour identifier et quantifier chacune de ces molécules et connaître ainsi la composition précise des huiles essentielles (**Thompson ,2003**).

Rôle physiologique pour la plante

Rôle physiologique Le rôle biologique des HE dans la plante n'est pas bien défini, il est vraisemblable qu'elles aient un rôle écologique. Elles permettent entre autre à la plante de se défendre contre les agressions extérieures. Elles ont des propriétés attractives ou répulsives vis-à-vis des prédateurs (herbivores, insectes...). Partie théorique Les huiles essentielles Page 10 Par leurs odeurs, ils interviennent dans la pollinisation. Ainsi, par leur pouvoir antiseptique protègent les cultures en inhibant la multiplication des bactéries et parasites du sol (**Dorosso, 2002**).

Composition chimique des huiles essentielles

Ce sont des mélanges complexes et variables de différents composés chimiques dissous l'un dans l'autre formant des solutions homogènes. Ces constituants appartiennent quasi exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes :

Le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane d'autre part (**Dorosso, 2002**).

- ✓ Terpènes et terpénoïdes Dans le règne végétal, les terpénoïdes sont classés dans la catégorie des métabolites secondaires. Leur classification est basée sur le nombre de répétition de l'unité de base : isoprène ; Hémiterpène (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20). Ils représentent le groupe le plus important (**Brunton ,2012**).
- ✓ Monoterpènes Plus de 900 monoterpènes connus se trouvent principalement dans 3 catégories structurales : les monoterpènes acycliques, monocycliques ou bicycliques. Ils constituent parfois plus de 90 % d'HE. Dans cette catégorie de composés, il existe de nombreuses molécules fonctionnalisées, à savoir, par exemple: (Alcools: acyclique (géraniol, citronellol), monocycliques (menthol), bicycliques (bornéol).) Aldéhydes : le plus souvent acycliques (géraniol, néral, citronellal). Cétones : acycliques (tagétone),

monocyclique (menthone, isomenthone, carvone, pulégone), bicycliques (camphre, fenchone). Esters : acycliques (acétate ou propionate de linalyle, acétate de citronellyle), monocycliques (acétate de menthyle), bicycliques (acétate d'isobomyle) , Ethers : 1,8-cinéole eucalyptol) mais aussi les éthers cycliques tétrahydrofuraniques ou di- et tétrahydropyraniques qui pour certains jouent un rôle majeur dans l'arôme des fruits (oxyde de linalol ou de rose). Peroxydes : ascaridole. Phénols : thymol, carvacrol.

- ✓ Sesquiterpènes C'est la classe la plus diversifiée des terpènes puisqu'elle contient plus de 3000 molécules. Les variations structurales dans cette série sont de même nature que dans le cas précédent, carbures, alcools et cétones étant les plus fréquents (**Brunton, 2012**).

Les principales propriétés des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés.

Anti-infectieuses

- ✓ **Anti-bactériennes** : Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols contenus par exemple dans l'huile essentielle de clou de girofle (**Dorosso, 2002**).
- ✓ **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 (**Dorosso, 2002**).
- ✓ **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 (**Brunton, 2012**).
- ✓ **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 (**Girard, 2012**).
- ✓ **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 (**Girard, 2012**).

- ✓ **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 (**Dorosso, 2002**).

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 (**Brunton, 2012**).
- ✓ **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 (**Girard, 2012**).
- ✓ **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 (**Girard, 2012**).

Conservation et étiquetage des huiles essentielles

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années sous certaines conditions, jusque cinq ans pour les H.E.C.T par exemple. Seules les essences de Citrus se gardent un peu moins longtemps (trois ans) (**Chabert, 2013**).

Les huiles essentielles sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les flacons. Il est préférable de les conserver dans un flacon en aluminium ou en verre teinté (brun, vert, ou bleu) et de les garder à l'abri de la lumière à une température ambiante jusque vingt degrés. Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles (norme AFNOR NF T 75-001, 1996) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des HE (norme NF 75-002, 1996) (**Boutayeb, 2013**).

Etiquetage Les informations qui doivent figurer sur l'étiquète sont les suivantes :

- Nom scientifique et vernaculaire de la plante.
- La partie de la plante utilisée.
- L'origine de la plante ou lieu de production.
- Mode d'obtention de l'HE.
- La variété et le chémotype s'il existe.
- Numéro de lot, date de production et date de péremption.
- Nom, adresse et numéro de téléphone du fournisseur (**Chabert, 2013**).

Principales voies d'utilisation des huiles essentielles

La diffusion atmosphérique

Lors de la diffusion dans l'atmosphère, il faut prendre soin de choisir des huiles essentielles labélisées biologiques, pures, et adaptées afin d'éviter les allergies et les contre-indications. Certaines huiles essentielles peuvent être irritantes pour les muqueuses respiratoires. Il faut éviter de diffuser en continu dans une pièce close et toute la nuit en présence d'une personne qui dort, mais plutôt une quinzaine de minutes, une à trois fois par jour. Le diffuseur doit être placé de façon à ne pas diffuser directement vers le visage ou les yeux. Il faut utiliser un diffuseur qui ne chauffe pas les huiles essentielles afin qu'elles ne s'oxydent pas. Cette voie d'administration est préférée dans certaines indications comme pour les huiles essentielles utilisées pour une indication respiratoire comme l'Eucalyptus globulus, le Pin (**Boutayeb, 2013**).

La voie interne

La voie interne peut être utilisée avec beaucoup de précaution.

- ✓ **La voie orale** : L'ingestion ne doit jamais se faire pure : il faut toujours les diluer avec de l'huile végétale ou par exemple dans du miel car celles-ci ne sont pas solubles dans l'eau et laisser fondre sous la langue. Il existe des capsules à avaler déjà prêtes avec une base d'huile végétale. Il est préférable de ne jamais ingérer plus de trois gouttes d'une même huile essentielle plus de trois fois par jour (**Boutayeb ,2013**).
- ✓ **La voie rectale** : La voie rectale, avec l'emploi de suppositoires est le mode d'utilisation préconisé dans les infections broncho-pulmonaires. Cette voie permet une absorption rapide et efficace des principes actifs des huiles essentielles en évitant le circuit digestif.
- ✓ **La voie gynécologique** : Elle permet une action rapide localement avec l'emploi d'ovules vaginaux fabriqués sur le même modèle que les suppositoires en aromathérapie (**Muther, 2015**).

La voie externe

- ✓ **La voie cutanée** : La voie cutanée peut être utilisée dès trois ans en effleurage. Elle est beaucoup utilisée en aromathérapie. L'huile essentielle est appliquée pure ou en mélange avec une huile végétale préférentiellement au niveau des poignets ou du plexus solaire (**Dasilva, 2010**).
- ✓ **Le bain** : On peut également mettre quelques gouttes d'huile essentielle dans un bain. Là encore, la dilution avec une huile végétale hydrosoluble est recommandée pour éviter tout risque de réaction cutanée du fait de leur insolubilité et ainsi de leur contact avec la peau en trop grande concentration. Les huiles essentielles sont toujours insolubles dans l'eau, pour cette raison, il faut utiliser un dispersant en quantité quatre fois supérieure à celle de l'huile essentielle pour disperser le tout dans le bain (**Dasilva, 2010**).

2. Les procédés d'extraction

La distillation

La technique d'extraction des huiles essentielles utilisant l'entraînement des substances aromatiques grâce à la vapeur d'eau est de loin la plus utilisée à l'heure actuelle. La méthode est basée sur l'existence d'un azeotrope de température d'ébullition inférieure aux points d'ébullition des deux composés, l'huile essentielle et l'eau, pris séparément. Ainsi, les composés volatils et l'eau distillent simultanément à une température inférieure à 100 °C sous pression atmosphérique normale. En conséquence, les produits aromatiques sont entraînés par Sa vapeur

d'eau sans subir d'altérations majeures (Franchomme,1990). Il existe précisément trois différents procédés utilisant ce principe: l'hydrodistillation, l'hydrodiffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau.

Beaucoup de confusions régnent autour de l'utilisation de ces trois termes. Quelques éclaircissements s'imposent donc. Tout d'abord, l'hydrodistillation (water distillation). Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat. Ensuite, la distillation par entraînement à la vapeur d'eau (steam distillation). Dans ce type de distillation, le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau. Il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau (Figure 1).

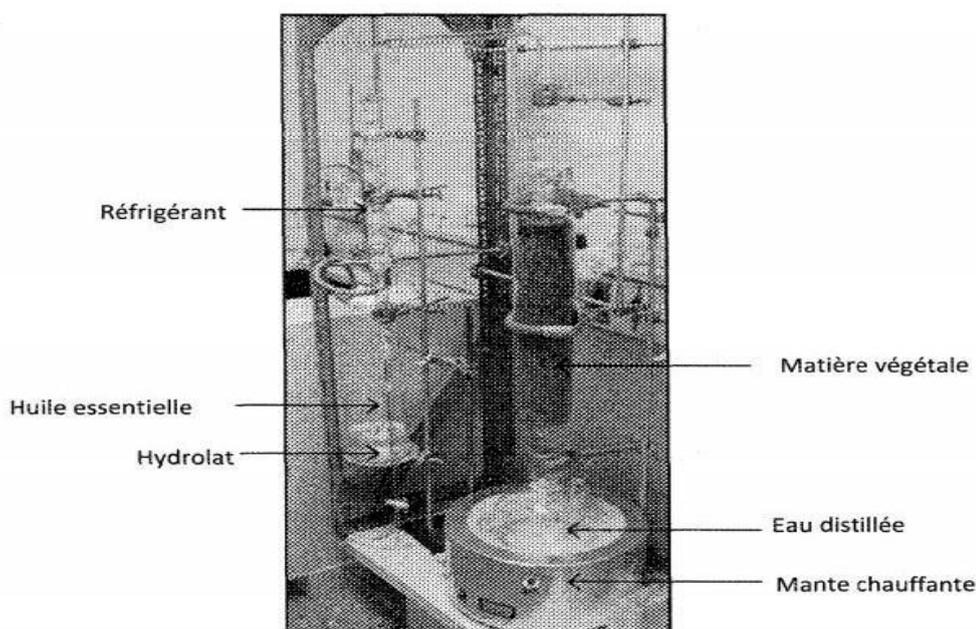


Figure 1: Système d'extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur (LASEVE)
(<http://tpe-huile-essentielle2013.e-monsite.com/pages/i-1/extraction-par-micro-ondes/>).

Volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques : le matériel végétal ne baignant pas directement dans l'eau bouillante. Enfin, la troisième technique est l'hydro diffusion. Cette technique relativement récente est particulière. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés

volatils. Cependant, l'huile essentielle obtenue avec ce procédé contient des composés non volatils ce qui lui vaut une appellation spéciale : « essence de percolation » (Richard, 1992).

Extraction par micro-ondes

Au début des années 1990 est apparue une toute nouvelle technique appelée hydro distillation par micro-ondes sous vide (Figure 2). Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation. Ce procédé permet un gain de temps (temps d'extraction divisé par 5 à 10) et d'énergie (température plus basse) considérable. En guise d'exemple, l'extraction par micro-ondes de deux kilos de *Mentha piperita* permet d'obtenir environ 1% d'huile essentielle en 15 minutes alors que deux heures d'hydro distillation sont nécessaires pour obtenir un rendement similaire à partir de la même masse de plante. La composition de l'huile essentielle obtenue par ce procédé est bien souvent semblable à celle obtenue avec un procédé d'entraînement à la vapeur traditionnel. Toutefois, une plus grande proportion de composés oxygénés est généralement observée dans les huiles essentielles extraites par micro ondes. Ceci est dû à la faible quantité d'eau présente dans le système et à la rapidité du processus de chauffage. Ainsi, les dégradations thermiques et hydrolytiques des composés oxygénés sont limitées. Cette technique présente donc beaucoup d'avantages : technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées (Fothergill, 1995).

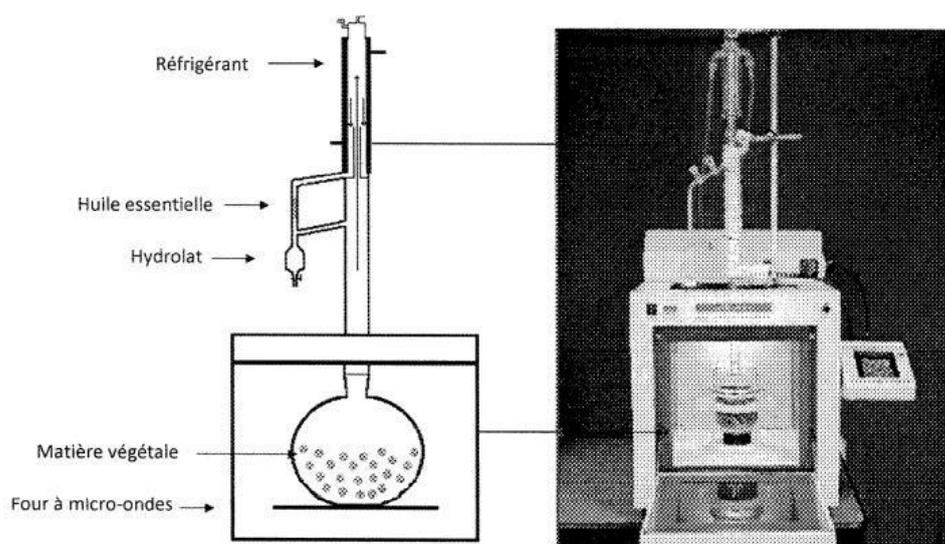


Figure 2 : Système d'extraction des huiles essentielles par micro-ondes (iavcha)
(<http://tpe-huile-essentielle2013.e-monsite.com/pages/i-1/extraction-par-micro-ondes/>).

Extractions par les solvants et par les graisses

Certains procédés d'extraction ne permettent pas d'obtenir des huiles essentielles à proprement parler mais des concrètes. Il s'agit d'extraits de plantes obtenus au moyen de solvants non aqueux. Ces derniers peuvent être des solvants usuels utilisés en chimie organique (hexane, éther de pétrole) mais aussi des graisses, des huiles (absorption des composés volatils lipophiles par des corps gras) ou même encore des gaz. Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau si bien que les extraits ne contiennent pas uniquement des composés volatils mais également bon nombre de composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et bien d'autres (**Figure 3**). Dans le cas des extraits à l'aide de corps gras, un lavage à l'éthanol permet l'élimination de ces composés non désirables. La solution alcoolique ainsi récoltée est refroidie jusqu'à $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour en séparer les cires végétales qui se solidifient. Après distillation de l'alcool, le produit obtenu est appelé "absolu" et sa composition se rapproche de celle d'une huile essentielle. L'extraction à l'aide de solvants organiques pose un problème de toxicité des solvants résiduels ce qui n'est pas négligeable lorsque l'extrait est destiné aux industries pharmaceutique et agro-alimentaire (**Pellerin, 1991**).

Extraction au CO_2 Supercritique

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé : le CO_2 supercritique. Au-delà du point critique ($P = 73,8$ bars et $T = 31,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), le CO_2 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 CO_2 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 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ et 60 bars (**Figure 3**). 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. Schéma représentant la fraction extraite par un solvant volatil (**Pellerin, 1991**).

La figure 3 illustre la différence de sélectivité entre les trois techniques d'extractions mentionnées: l'hydro distillation, l'extraction par solvants et l'extraction au CO₂ supercritique (Richard, 1992).

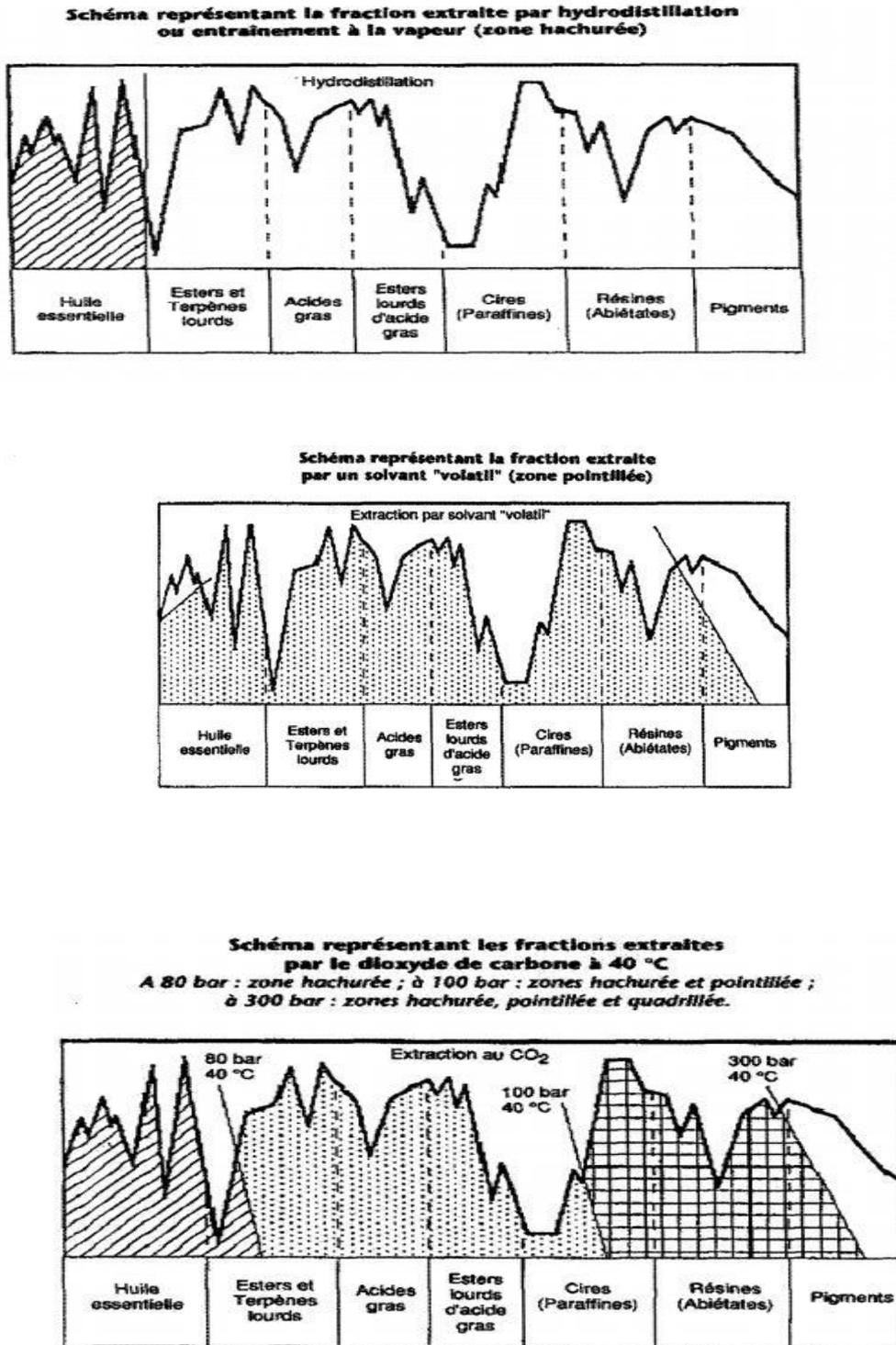


Figure 3 : Différence de sélectivité entre trois méthodes d'extraction (Richard, 2000)

3. Composition

Les composés volatils des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes pouvant contenir plus de 300 composés différents. Ces composés sont des molécules volatiles appartenant pour la grande majorité à la famille des terpènes. Seuls les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée, y sont rencontrés soit les monoterpènes (myrcène, α -pinène, γ -terpinène, etc.) et les sesquiterpènes (β -caryophyllène, α -humulène, β -bisabolène, etc.). Rappelons ici que les terpènes sont des composés issus du couplage de plusieurs unités « isopréniques » (C₅H₈), soit deux unités pour les monoterpènes (C₁₀H₁₆) et trois pour les sesquiterpènes (C₁₅H₂₄). Exceptionnellement, quelques diterpènes (C₂₀H₃₂) peuvent se retrouver dans les huiles essentielles.

Plusieurs milliers de composés appartenant à la famille des terpènes ont, à ce jour, été identifiés dans les huiles essentielles. La réactivité des cations intermédiaires obtenus lors du processus biosynthétique des mono- et sesquiterpènes explique l'existence d'un grand nombre de molécules dérivées fonctionnalisées (**Figure 4**), telles que des alcools (géraniol, α -bisabolol), des cétones (menthone, p -vétivone), des aldéhydes (citronellal, sinensal), des esters (acétate d'otterpinyle, acétate de cédryle), des phénols (thymol) (**Sell, 2006**).

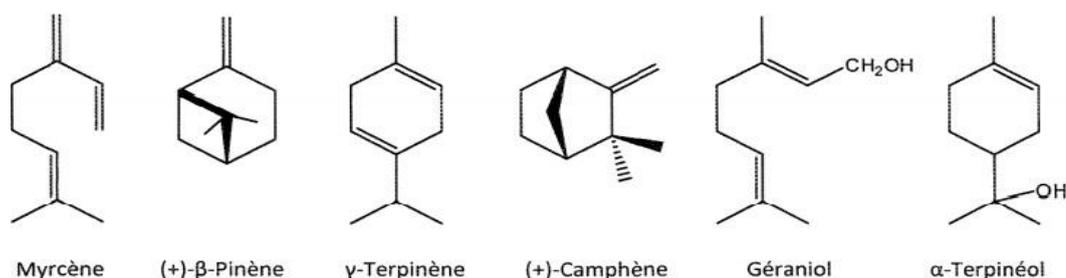


Figure 4 : Exemples de structures de mono terpènes (pantryspa)

(<https://www.google.com/search>)

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et bien d'autres. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, la vanille, la cannelle, le basilic, l'estragon, etc.

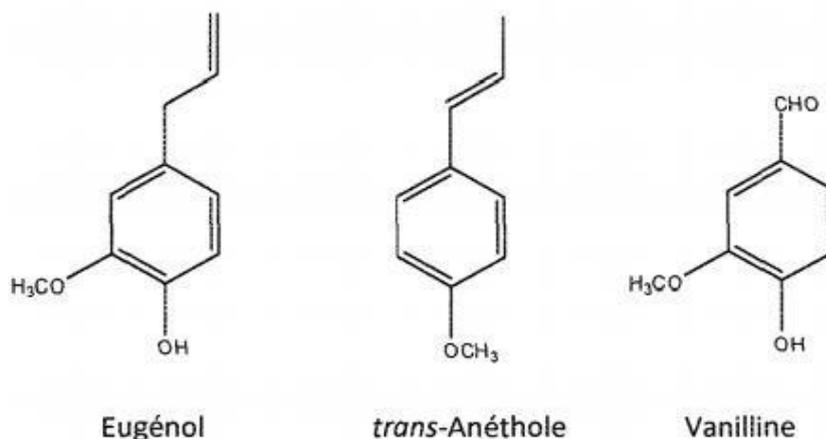


Figure 5 : Exemples de structures de sesquiterpènes (<https://www.google.com/search>)

Enfin, il existe un nombre non négligeable de composés volatils issus de la dégradation, de terpènes non volatils (c'est le cas par exemple des ionones qui proviennent de l'auto-oxydation des carotènes) et d'acides gras (les petites molécules odorantes, comme par exemple le (3Z) hexén-1-ol ou le décanal, qui sont obtenues à partir des acides linoléique et ot-linolénique) 3-c/s -Hexenol (3-Ionone (**figure6**) (Bruneton, 1999).

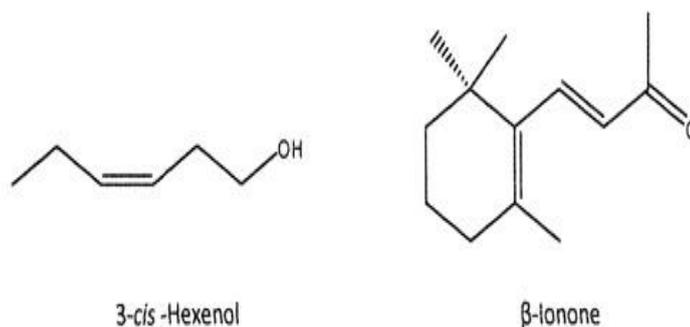


Figure 6 : Exemples de structures de composés issus de la dégradation d'acides gras ou de terpènes (deviantart)(<https://www.google.com/search>)

Les chémotypes

Au sein d'une même espèce de plante, la composition de l'huile essentielle des divers individus peut présenter des profils chimiques ou chémotypes différents. L'exemple le plus marquant est celui de l'espèce sauvage *Thymus vulgaris* présente dans le sud de la France. Il existe en effet six chémotypes différents pour cette seule espèce. Ces différences sont au niveau de la nature du monoterpène majoritaire de l'huile essentielle qui peut être soit le géraniol, l'ex terpinéol, le thuyanol-4, le linalool, le carvacrol ou le thymol. Ce polymorphisme chimique existe aussi pour bien d'autres espèces: *Origanum vulgare* *Mentha spicata* en sont des exemples.

Il est important de noter que des huiles essentielles à chémotypes différents présenteront non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variables. Ainsi, la méconnaissance des chémotypes peut parfois être à l'origine d'accidents graves. L'absinthisme (intoxication à l'absinthe) en est un exemple frappant: *Artemisia absinthium* qui était récolté dans la région parisienne dans le but de confectionner le fameux apéritif contenait l' α -thujone, molécule fortement neurotoxique, comme composé majoritaire à 45%, alors que celle présente dans les régions alpines (d'où, d'ailleurs, la boisson est originaire) ne présentait qu'un taux de 3% en α -thujone. L'alcool préparé avec cette dernière était sans danger pour l'organisme (**Franchomme, 1990**).

Les facteurs influençant la composition

Il existe beaucoup de facteurs externes pouvant influencer la composition chimique de l'huile essentielle. La température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol sont autant de facteurs d'ordre environnemental susceptibles d'exercer des modifications chimiques. Chez la *Mentha piperita* par exemple, les nuits froides favorisent la formation de menthol alors que les nuits tempérées favorisent celle du menthofuranne. Les études portant sur la variation de la composition chimique des huiles en fonction du cycle circadien et des saisons sont nombreuses. L'heure de la récolte du matériel végétal ainsi que le moment dans l'année sont en effet des facteurs importants. À titre d'exemple, il a été démontré que, la composition de l'huile essentielle de feuilles à *Ocimum gratissimum*, varie considérablement en fonction de l'heure de récolte (**Tableau 1**) (**Franchomme, 1990**).

Outre la composition, ces facteurs peuvent également avoir un impact sur la teneur en huile essentielle. Les Citrus par exemple ont une teneur plus importante en huile essentielle lorsque la température est élevée. Les fleurs de *Chrysanthemum coronarium* sont plus riches en huile essentielle sous l'effet de fertilisants (**Assad, 1997**).

Tableau 1 : Variation de la composition de l'huile essentielle d'*Origanum gratissimum* en fonction de l'heure de la récolte (Vasconcelos, 1999).

Constituants	Heure de récolte											
	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
β -Pinène	3,7	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,7	1,3	
Myrcène	1,6	-	1,0	-	-	-	-	-	-	0,8	-	
1,8-Cinéole	52,1	32,4	27,4	7,1	-	2,5	-	60,7	32,5	75,5	22,5	
Linalol	1,5	-	7,9	-	-	1,4	-	-	-	1,0	-	
4-Terpinéol	0,6	-	2,3	-	-	2,5	-	-	-	-	-	
α -Terpinéol	1,1	-	1,8	-	-	1,8	-	-	-	-	-	
Eugénol	14,0	32,4	29,0	90,6	98,0	91,9	80,3	27,5	67,0	11,4	39,5	
β -Élémène	0,4	-	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	
β -Caryophyllène	4,4	-	1,3	-	-	-	7,9	2,9	-	-	11,6	
β -Maaliène	4,8	-	12,2	-	-	-	11,5	2,4	-	-	13,4	

4. Activités biologiques et pharmacologiques

Les effets bénéfiques des composés volatils des huiles essentielles sont utilisés depuis fort longtemps par Ses anciennes civilisations pour soigner les pathologies courantes. Aujourd'hui, après avoir été délaissées un temps soit peu par la médecine, le potentiel thérapeutique des huiles essentielles et de leurs constituants volatils est reconsidéré et les études qui leurs sont consacrées abondent dans la littérature scientifique (Franchomme, 1990).

Activités biologiques

Les plantes aromatiques et épices sont utilisées depuis des siècles dans les préparations alimentaires non seulement pour la saveur qu'elles apportent mais également pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques. Origan, thym, sauge, romarin, clou de girofle sont autant de plantes aromatiques fréquemment utilisés comme ingrédients alimentaires. Les huiles essentielles de ces plantes ont toutes une particularité commune: elles sont riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne. Le carvacrol est le plus actif de tous (Sylvestre, 2007) .

Reconnu pour être non toxique, il est utilisé comme agent de conservation et arôme alimentaire dans les boissons, friandises et autres préparations. Le thymol est l'ingrédient actif des rince-bouches et l'eugénol est utilisé dans les produits cosmétiques, alimentaires, et dentaires. Ces trois

composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries: *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Clostridium jejuni*, *Lactobacillus sake*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter pylori* (**Pauli, 2001**).

D'autres familles de composés présentent aussi des propriétés antibactériennes intéressantes: certains alcools, aldéhydes et cétones monoterpéniques (géraniol, linalol, menthol, terpinéol, thujanol, myrcénol, citronellal, néral, thujone, camphre, carvone, etc.), des phénylpropanes (cinnamaldéhyde) et des monoterpènes (y terpinène, p-cymène). Les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques sont très intéressées par les propriétés de ces composés d'autant plus qu'il s'agit d'aromatisants naturels.

De ce fait, beaucoup de chercheurs à travers le monde étudient leur potentiel en tant qu'agent de conservation. La plupart de ces composés sont également de très bons agents antifongiques. Le thymol, le carvacrol, et l'eugénol sont encore ici les composés les plus actifs. Un grand nombre de composés volatils ont été testés contre une large gamme de champignons: *Candida* (*C. albicans*), *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*), *Penicillium chrysogenum*, et bien d'autres.

Avec l'émergence de microorganismes pathogènes résistants aux antibiotiques, les huiles essentielles antimicrobiennes présentent une sérieuse alternative à la médecine des antibiotiques contre les pathologies infectieuses. Beaucoup de groupes de recherche ont étudié, par exemple, l'effet de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* contre la souche *Staphylococcus aureus* résistante à la méthicilline («methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*» ou MRSA) .. Cette huile, dont le composé majoritaire est le terpinène-4-ol, a montré de très bons résultats in vitro contre la prolifération de MRSA. Toutefois, son efficacité en milieu clinique demeure contestée (**Franchomme, 1990**).

Activités pharmacologiques

Les propriétés antioxydantes des huiles essentielles sont depuis peu massivement étudiées. Le stress oxydatif, qui survient lors de déséquilibres entre la production de radicaux libres et d'enzymes antioxydantes, est en relation avec l'apparition de maladies telles que l'alzheimer, l'artériosclérose et le cancer. Une façon de prévenir ce stress oxydatif qui endommage et détruit les cellules est de rechercher, dans l'alimentation, un apport supplémentaire de composés antioxydants (vitamine C, a-tocophérol, BHT, etc.)

Les huiles essentielles de cannelle, muscade, clou de girofle, basilic, persil, origan et thym possèdent de puissants composés antioxydants. Le thymol et le carvacrol sont encore une fois les composés les plus actifs. Leur activité est en relation avec leur structure phénolique car les composés de ce type ont des propriétés oxydo-réductrices et jouent ainsi un rôle important en

neutralisant les radicaux libres et en décomposant les peroxydes .L'activité antioxydante des huiles essentielles est également attribuables à certains alcools, éthers, cétones, et aldéhydes monoterpéniques: le linalool, le 1,8-cinéole, le géraniol/nérol, le citronellal, l'isomenthone, la menthone et quelques monoterpènes: α -terpinène, γ -terpinène et l' α -terpinolène .

Les huiles essentielles sont également utilisées en milieu clinique pour soigner des maladies inflammatoires telles que les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite .Plusieurs études ont, par exemple, mis en évidence l'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* et de son composé principal, l' α -terpinéol. Les composés actifs agissent en empêchant la libération d'histamine ou en réduisant la production de médiateurs de l'inflammation. Un autre exemple, l'huile essentielle de géranium ainsi que le linalol et son acétate ont montré une activité anti-inflammatoire sur des œdèmes de pattes de souris induit par le carraghénane. Les huiles essentielles représentent donc une nouvelle option dans le traitement des maladies inflammatoires. Le potentiel thérapeutique très varié des huiles essentielles a attiré, ces dernières années, l'attention de chercheurs quant à leur possible activité contre le cancer. De ce fait, les huiles essentielles et leurs constituants volatils font dorénavant l'objet d'études dans la recherche de nouveaux produits naturels anticancéreux .Les huiles essentielles agissent au niveau de la prévention du cancer ainsi qu'au niveau de sa suppression (**Paena ,2002**).

Il est bien connu que certains aliments, comme l'ail ou le curcuma, sont de bonnes sources d'agents anticancéreux utiles pour prévenir l'apparition de cancer. Certains de ces aliments contiennent des composés volatils dont l'activité chimiopréventive a été mise en évidence. L'huile essentielle d'ail, par exemple, est une bonne source de composés sulfurés reconnus pour leur effet préventif contre le cancer .Le diallyl sulfide, diallyl disulfide et le diallyl trisulfide en sont des exemples. Ces composés activent, chez le rat, les enzymes intervenant dans le processus de detoxification hépatique de phase I (désagrégation des liaisons chimiques qui relient les toxines carcinogènes les unes aux autres) et de phase II (liaisons des toxines libérées à des enzymes détoxifiantes telle la glutathione S-transférase) (**Sheen, 2002**).

Un autre exemple est la myristicine, un allylbenzène présent dans certaines huiles essentielles, spécialement celle de noix de muscade (*Myristica fragrans*). Cette molécule est connue pour activer la glutathione S-transférase chez la souris et inhiber la carcinogénèse induite par le benzo(a)pyrène au niveau des poumons de la souris. Récemment, il a été découvert que la myristicine induit l'apoptose des neuroblastomes (SK-N-SH) chez l'humain.

Il existe d'autres composés volatils qui ont montré une activité cytotoxique contre diverses lignées cellulaires cancéreuses (gliomes, cancer du côlon, du poumon, du foie, du sein, etc.). Le

géraniol, un alcool monoterpénique très fréquent dans les huiles essentielles, diminue la résistance des cellules cancéreuses du côlon (TC118) envers le 5-fluorouracil, un agent anticancéreux. De ce fait, le géraniol potentialise l'effet inhibiteur de la croissance tumorale du 5 fluorouracil.

L'huile essentielle de sapin baumier et un de ses composés, l'a-humulène, ont montré une activité anticancéreuse significative sur plusieurs lignées cellulaires ainsi qu'une faible toxicité envers les cellules saines .L'activité anticancéreuse du d-limonène, le composé principal des huiles essentielles de Citrus a été prouvée à plusieurs reprises, en particulier au niveau du cancer de l'estomac et du foie . Un dernier exemple est l'a-bisabolol. L'activité antigliomale de cet alcool sesquiterpénique présent en grande majorité dans l'huile essentielle de camomille (*Matricaria*) a récemment été mise en évidence Puisqu'une grande partie de ce travail de maîtrise repose sur cette molécule (**Cavaliere, 2004**).

5. Toxicologie des huiles essentielles

L'action des HE est assimilée à l'action de l'un ou de quelque uns de ses composants, ainsi qu'à certains métabolites issus de ses constituants. Et du fait que les HE sont constitués d'un mélange d'une multitude de composés, il est difficile d'établir leurs toxicocinétique. (**Haddad , 2016**)

On peut toutefois décrire les règles générales régissant la cinétique d'absorption des HE. Absorption Le passage de molécules dans l'organisme est principalement réalisé par diffusion passive. Les caractéristiques de cette dernière sont les suivantes : sans énergie, non saturable, non spécifique et fonction d'un gradient allant de la zone la plus concentrée vers la moins concentrée. Dans le cadre d'une intoxication accidentelle, l'absorption de l'huile dans l'organisme peut se faire par trois voies :

- ✓ **Orale** : Dans le cas d'une administration d'huile essentielle en gouttes, pures ou diluées, la muqueuse buccale est déjà mise à contribution pour l'absorption de l'HE. L'absorption se poursuit ensuite au niveau des parois stomacales et intestinales. Les données obtenues pour la voie orale indiquent une biodisponibilité de 95.6%. La voie orale présente néanmoins un défaut gênant: certains constituants des HEs sont irritants pour la muqueuse gastro-intestinale et cette irritation est dépendante de la concentration de ses constituants.
- ✓ **Cutanée** : Par voie cutanée, l'absorption des HE est également rapide. Les composées passent dans le sang et sont acheminés directement vers les organes sans passage par le foie ou les poumons. La biodisponibilité est donc quasi-totale. Cette voie d'entrée est donc particulièrement dangereuse.

- ✓ **Respiratoire** : L'HE atteint l'épithélium alvéolaire. A partir de cet épithélium, les différents composés peuvent être absorbés et se retrouver dans l'organisme. Cette voie est d'un grand intérêt dans le traitement des affections ORL. Cependant en raison de l'excellente diffusion des HEs, on peut également l'appliquer pour d'autres pathologies (Kaloustian, 2012).

Distribution

Dans le sang, les substances aromatiques se fixent réversiblement aux protéines plasmatiques. Le complexe substance-protéine est atoxique. Les substances aromatiques étant lipophiles, leur passage du sang vers les organes riches en lipides se trouve facilité. Elles passent rapidement dans le cerveau et le foie, les muscles, puis Partie théorique Les huiles essentielles Page 30 sont stockées dans le tissu adipeux. De fait, une administration des doses répétées peut entraîner une toxicité par accumulation.

Métabolisme

Une fois absorbées, les molécules aromatiques vont subir des réactions enzymatiques dont le but final est de rendre ces substances plus hydrophiles et accélérer ainsi leur élimination au niveau rénal. La plupart des organes sont capables de métaboliser les xénobiotiques, cependant l'organe majeur du métabolisme reste le foie.

De manière classique, les réactions de biotransformation sont divisées en 2 phases :

- Les réactions de phase I : On retrouve dans cette phase les réactions d'hydrolyse (les esters donneront ainsi des alcools et des acides carboxyliques), d'oxydation (qui entraîne l'addition d'atomes d'oxygène, d'azote ou de soufre) et de réduction. Les réactions d'oxydation sont principalement assurées par les Cytochromes P450, présents en quantité élevée dans les microsomes au niveau hépatique.

- Les réactions de phase II : sont dites de conjugaison. Les substances métabolisées vont être fixées sur des molécules endogènes très polaires rendant l'ensemble suffisamment hydrophile pour pouvoir être éliminé. Ces molécules donneront des réactions de glucuronoconjugaison, de glycoconjugaison et de sulfoconjugaison.

Elimination

L'élimination des substances exogènes se fait principalement par les reins, le foie, les poumons et la peau. Mais on retient surtout la part importante que représentent les reins dans cette fonction. L'élimination est aussi caractérisée par le temps mis pour épurer ces substances.

L'insuffisance de l'élimination d'une substance se traduit par un allongement de sa demi-vie, un risque d'accumulation et une augmentation de toxicité (**Benoit, 2015**).

Toxicité liée à la durée d'exposition

Toxicité aigüe En règle générale, la toxicité aigüe des HE est définie surtout pour la voie orale. En effet, les accidents les plus graves sont généralement observés chez les enfants suite à l'ingestion de quantités importantes d'huiles essentielles.

Elle est mesurée par la DL50 (dose létale 50) donnant pour une population test donnée (rongeurs le plus souvent), dans des conditions expérimentales définies, la dose tuant 50% des cobayes. La dose létale varie avec le poids corporel, elle est comptée en g/kg de poids corporel. On connaît aussi la neurotoxicité des huiles essentielles à thuyones (thuya, absinthe, tanaïsie, sauge officinale) ou à pinocamphone (hysope): ces huiles essentielles induisent des crises épileptiformes et tétaniformes, des troubles psychiques et sensoriels nécessitant l'hospitalisation (**Chouiteh, 2012**).

Toxicité chronique

La toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue, au moins en ce qui concerne leur utilisation dans le cadre de pratiques comme l'aromathérapie et ce quelle que soit la voie d'administration: les éventuels effets secondaires ne sont que rarement signalés. On dispose par contre de beaucoup de données expérimentales accumulées en vue d'évaluer le risque que représente leur emploi (surtout celui de leurs constituants ou des plantes qui en renferment) en tant qu'arômes alimentaires (ou épices, condiments, etc.), domaine dans lequel les doses ingérées journalièrement sont le plus souvent très faibles (**Fekih, 2015**).

Toxicologie liée aux organes

- ✓ **Toxicité dermique** : L'usage des huiles essentielles en application locale, en parfumerie ou en cosmétique, peut générer des irritations, photosensibilisation voire des allergies
 - . - les phénols, les aldéhydes aromatiques, certains aldéhydes terpéniques certains esters peuvent irriter les peaux sensibles. C'est l'exemple de la Cannelle, le Basilic exotique, la Menthe, le Clou de girofle, le Thym, ...
 - Les furocoumarines des essences d'agrumes (citron, orange amère, bergamote), de Khella et d'Angélique (racine) sont photosensibilisantes
 - Les lactones sont allergisantes lorsque leur concentration augmente au sein de l'HE. C'est le cas par exemple du Massoia, l'Inule, l'Absinthe, la Mélisse... (**Chabert, 2013**).

- ✓ **Hépatotoxicité** : Les phénols peuvent devenir hépatotoxiques lorsqu'ils sont employés à doses élevées sur de longues périodes, dépassant ainsi les capacités de sulfoconjugaison hépatique. Le carvacrol est le phénol le plus toxique. Les pyranocoumarines (Ammi visnaga, Apiaceae) sont hépatotoxique à hautes doses Néphrotoxicité Les terpènes pris par voie orale (térébenthine, genévrier, santal), stimulent fortement l'activité des néphrons et pourraient engendrer une inflammation des reins. Elles doivent donc être utilisées sur une courte durée (**Chouiteh, 2012**).
- ✓ **Neurotoxicité** : Les cétones et dans une moindre mesure les lactones sont agressives pour les tissus nerveux et peuvent développer une toxicité suivant le type de cétone, la dose, la voie d'administration et la posologie (camphre, thuya, hysope, aneth). Risque de convulsions épileptiforme pour des doses allant de 35 à 70 gouttes avec l'Armoise, le Persil, l'Hysope et le thuya . Toxicité pulmonaire On dispose de peu de données sur cette toxicité. D'après les cas bibliographiques et expérimentaux, les huiles ne sont pas irritantes mais il faut rester vigilant (**Chouiteh, 2012**).
- ✓ **Toxicité cardiovasculaire** : Certaines molécules aromatiques agissent sur le système cardiovasculaire. Ainsi l'eugénol, le thymol et le carvacrol exercent un blocage au niveau des canaux calciques de cellules cardiaques humaines. Le menthol lui serait responsable de cas de fibrillations auriculaire et de bradycardie relevés chez des fumeurs de cigarettes mentholées. Le cinnamaldéhyde contenu dans l'HE d'écorce de cannelle a lui aussi montré un effet hypotenseur en agissant sur les canaux calciques des cellules musculaires lisses vasculaires. Cancérogénicité Les études ont montré l'apparition de tumeurs chez les rongeurs exposés à divers composés aromatiques. Notamment, les molécules de la famille des alkylbenzènes comme l' α -asarone (acore), le méthyleugénol, le safrole (sassafras) et l'estragol (basilic, estragon) sont toutes carcinogènes chez les rongeurs. Cet effet est indirect, après la transformation en métabolites toxiques (**Fekih, 2015**).

6. Précautions d'emploi des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont entièrement naturelles. Toutefois, il est important de savoir qu'elles sont très concentrées et doivent être utilisées avec précaution. Certaines huiles essentielles pures sont dermocaustiques, comme l'huile essentielle de thym vulgaire. Il faudra donc les diluer dans une huile végétale (amande douce, olive...).

- Il faut toujours respecter les voies d'absorption indiquées ainsi que la posologie.
- Il ne faut jamais appliquer d'huile essentielle pure sur les yeux, le nez, le conduit auditif, les muqueuses ano-génitales.

Il existe des exceptions avec l'huile essentielle de Géranium bourbon utilisée dans les saignements de nez ou par exemple, l'huile essentielle de Giroflier utilisée pour soigner les aphtes (Vêlé ,2015).

- En cas de contact ou d'ingestion accidentel, il ne faut pas utiliser de l'eau mais diluer avec une huile végétale.
- Il ne faut pas mettre sur la peau des huiles essentielles avant toute exposition au soleil.
- Il faut faire attention aux interactions avec les traitements des patients.
- Les huiles essentielles peuvent interagir avec un médicament. Par exemple, l'huile essentielle d'ail stimule la thyroïde alors que celle de fenouil diminue son activité.
- Il faut éviter d'utiliser l'huile essentielle de menthe poivrée sur une zone trop étendue du corps car elle peut provoquer des convulsions, un effet vasoconstricteur et anesthésiant. Elle est fortement contre-indiquée chez la femme enceinte, et chez le nourrisson jusqu'aux enfants âgés de moins de sept ans.
- Pendant la grossesse et la période d'allaitement, il est particulièrement important de ne pas user de l'huile essentielle.
- L'usage des huiles essentielles doit être très prudent chez les enfants de moins de 12 ans.

Chapitre II :

Le romarin et ses Huiles essentielles

1. Généralité sur les plantes médicinales

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et la survie de l'humanité. Elles sont un patrimoine sacré et précieux et constituent une réponse de choix pour fournir à l'organisme, de façon naturelle, les substances nécessaires pour maintenir son équilibre vital.

Les plantes médicinales sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. En effet, elles sont utilisées de différentes manières, décoction, Macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, Fleur (**Dutertre, 2011**).

D'après Hordé (2014), les plantes médicinales sont utilisées par l'homme depuis près de 7000 ans et que certains animaux les consomment aussi dans un but thérapeutique. Environ 35000 espèces de plantes sont employées à l'échelle mondiale à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains.

Malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne, les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important. Les espèces végétales d'intérêt médicinales sont impliquées dans différents secteurs à l'état brut ou sous formes d'huiles, extraits, solutions aqueuses ou organiques. Leurs préparations à base végétales contiennent un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques (**Farnsworth , 1986**).

2. la plante « *Rosmarinus officinalis* »

Définition de la plante

Rosmarinus officinalis est une espèce qui appartient à la famille des lamiacées qui sont des gamopétales super ovaires tétra cyclique appartenant à l'ordre des lamiales (**Figure 7**). Le thème *Rosmarinus rose des mers* est un nom latin de cette plante qui se compose de deux parties. Ros : rosée apparenté à rhus : buisson cette plante habite souvent les coteaux maritimes. Habituellement considérée comme monotypique, cette plante est présente sur le littoral dans tout le bassin méditerranéen surtout en région calcaire. Elle y fleurit toute l'année, ses fleurs sont mellifères. Elle peut être sous forme d'arbuste, sous-arbrisseau ou plante herbacée. Marinus : marin. C'est une plante odorante à tiges quadrangulaires, à feuilles opposées décussées sans stipules et fleurs réunies en cymes axillaires plus ou moins contractées sous forme de verticille.

Les fleurs sont des pentamères, en général Hermaphrodites. Le calice est plus ou moins bilabié persistant. La corolle bilabiée, longuement tubuleuse, parfois à 4-5 lobes subégaux ou à une seule lèvre inférieure trilobée, la supérieure est bilobée .L'androcée est formé de 4 étamines, la

cinquième étant très réduite, parfois 2 étamines et 2 staminodes. Le Gynécée forme 2 carpelles biovulés subdivisés chacun par une fausse cloison en 2 logettes uniovulées (**Labescat , 2013**).



Figure n°7 : *Rosmarinus officinalis* L (<https://agronomie.info/fr/rosmarinus-officinalis-l/>)

Le style bifide gymno- basique est le fruit constitué par 3 akènes plus ou moins soudées par leur face interne (**Figure 8**). Appareil végétatif : O Racine : la racine du *Rosmarinus officinalis* L. Est profonde et pivotante. . O Tige : arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètre cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme plus ou moins simulant des épis. O Feuille : linéaire, gaufrée, feuilles coriaces, sessiles, opposées, rigides brillantes à bords repliés verdâtre en dessus plus ou moins hispides blanchâtre en- dessous de 18 à 50 x 1.5 à 3 mm. Les feuilles sèches dégagent une forte odeur et un goût amer. Elles contiennent jusqu'à à 2% d'huile essentielle *oleum Rosmarinus Oleumanthos*, renfermant du Cinéol et du Borneol, des alcaloïdes et des acides organiques. Ces feuilles, voire l'essence de romarin, entrent dans la composition de nombreux produits Antirhumatismaux du fait de leur fortement rubéfiant sur la peau alcool spritusrasmarinus (**Brossollet , 2013**).



Figure n°8 : Feuille linéaire

de *Rosmarinus officinalis*

(<https://agronomie.info/fr/rosmarinus-officialis-l/>)



Figure n°9 : racine de

Rosmarinus officinalis L.

Appareil reproducteur : O Fleurs : en mai, très courtes grappes axillaires et terminales. Chaque fleur environ 1 cm de long de couleur purpurin ; bleu pâle ou blanchâtre en cloche bilabiée à lèvre supérieure ovale entière et à lèvre à 2 lobes lancéolés. Lèvre supérieure en casque légèrement bifide. Lèvre inférieure à 3 lobes dont le médian est large et concave. Les 2 étamines sont plus longues que la corolle. L'ovaire présente 2 carpelles surmontées d'un style long courbe et bifide. O Fruit : est tétrakène de forme ovale située au fond du calice. Peut être sous forme de baie, sèche et lisse (Gigon, 2014).

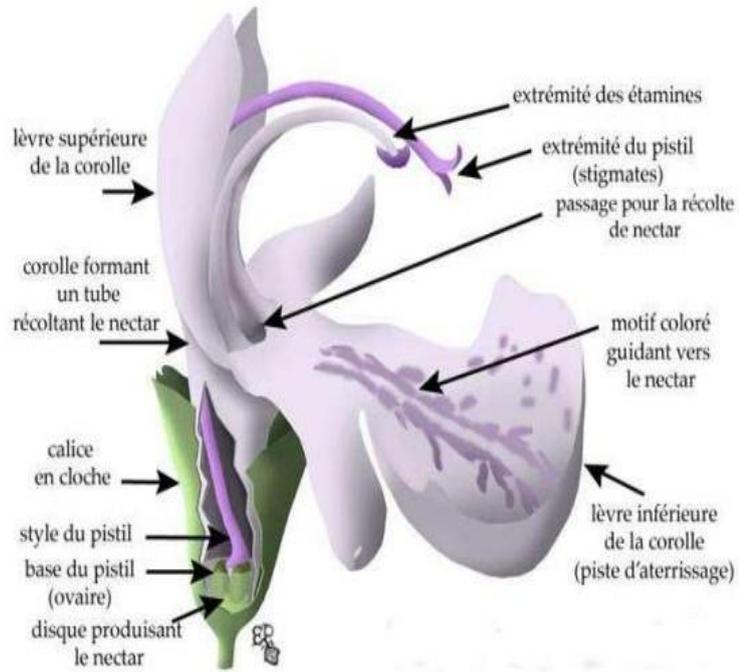


Figure n° 10 : Organisation de la fleur de *Rosmarinus officinalis* L. (Ullmann, 2005)



Figure n° 11 : Fruit de *Rosmarinus officinalis*.L (Valter Jacinto, 2015)

Aire géographique

Le romarin se trouve dans toutes les contrées mondiales de l'Europe, plus particulièrement sur le pourtour méditerranéen, de préférence dans les lieux secs et arides, exposés au soleil, à l'état sauvage il se trouve sur des sols calcaires.

Systematique

Règne : végétal

Sous règne : Cormophytes Embranchement

Spermaphytes Sous

Embranchement : Angiospermes

Class : Eudicots S.

Classe: Gamopétales

Ordre : Lamiales Famille : Lamiacées

Genre espèce : *Rosmarinus officinalis* L.

Nom en français : Romarin

Nom local en arabe : Azir, IklilAljabal, lhalhal (**Labescat J, 2013**).

Noms vernaculaires : Encensier, herbe aux couronnes, rose des marins, rose de la mer, rose-marine.

Variétés *Rosmarinus officinalis* L.

On dénombre plus de 150 variétés de Romarin. Elles se différencient par leur taille maximale (d'une dizaine de centimètres à 2 mètres), leur tenue (vertical ou rampant), la couleur de leurs fleurs (violette, bleues, blanches, roses) et de leurs feuilles, leur rusticité (**Escuder O, 2007**).

Tableau n°2 : Variétés de *Rosmarinusofficinalis* L (APS, 2015)

Variété	Nom	Caractéristiques
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Alba</i> ou <i>Albus</i>	Romarin à fleurs blanches	Fleurs et bourgeons blancs.
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Arp</i>	Romarin "Arp"	Supporte particulièrement bien le froid (zones 6 à 10). Ses feuilles ont une odeur Citronnée (Patricia Lanza).
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Athens Blue Spire</i>	Romarin "Athens Blue Spire"	Feuillage dense, arôme puissant (Rush Creek).
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Barbeque</i>	Romarin "Barbeque"	Tiges bien droites, adaptées à l'usage des tiges comme brochettes (Rush Creek).
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Bennenden Blue</i>	Romarin "Bennenden Blue"	Grandes fleurs bleu-ciel, feuilles étroites et foncées (Patricia Lanza).
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Blaulippe</i>	Romarin "Blaulippe"	Buisson compact, fleurs bleu tirant sur le violet. Sensible au froid.
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Blue Lagoon</i>	Romarin "Blue Lagoon"	Buisson compact. Sa floraison le couvre de petites fleurs bleues.
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Corsican Blue</i>	Romarin "Corsican Blue"	Rampant. Fleurs bleu soutenu.
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Fota Blue</i>	Romarin "Fota Blue"	Fleurs bleu foncé soutenu, feuillage vert foncé.

Variété Nom Caractéristiques *Rosmarinusofficinalis* Alba ou Albus Romarin à fleurs blanches Fleurs et bourgeons blancs. *Rosmarinusofficinalis* Arp Romarin "Arp" Supporte particulièrement bien le froid (zones 6 à 10). Ses feuilles ont une odeur Citronnée (Patricia Lanza). *Rosmarinusofficinalis*Athens Blue Spire Romarin "Athens Blue Spire" Feuillage dense, arôme puissant (Rush Creek). *Rosmarinusofficinalis*Barbeque Romarin "Barbeque" Tiges bien droites, adaptées à l'usage des tiges comme brochettes(Rush Creek). *Rosmarinusofficinalis*Bennenden Blue Romarin "Bennenden Blue" Grandes fleurs bleu-ciel, feuilles étroites et foncées (Patricia Lanza). *Rosmarinusofficinalis*Blaulippe Romarin "Blaulippe" Buisson compact, fleurs bleu tirant sur le violet. Sensible au froid.

Croissance rapide, peut atteindre 2 mètres dans de bonnes conditions. Fleurs bleu foncé, feuilles bleu-vert foncé et brillantes. Arôme apprécié pour la cuisine (Escuder O, 2007).

Intérêt de *Rosmarinus officinalis* L

Intérêt écologique

Le romarin peut être retrouvé à l'état sauvage, comme peut être cultivé. C'est la plante la plus populaire dans le bassin méditerranéen ; en Algérie, nous la trouvons dans les jardins, les parcs en bordure odorante des sociétés, des écoles Les fleurs s'épanouissent tout au long de l'année ce qui attire de nombreux insectes (**Brossollet , 2013**).

Intérêt médicinal

Le romarin est une plante méditerranéenne ayant des qualités et propriétés stimulantes, antiseptiques et insecticides Le romarin a des usages multiples et est cultivé à des fins commerciales. Si l'on souffre d'hypotension, de dépression, de fatigue chronique, il est conseillé de mâcher des feuilles de romarin. Il est efficace aussi en cas de faibles de la mémoire. En règle générale, il doit néanmoins être utilisé avec précaution, car en cas surdosage il peut provoquer un empoisonnement (**Brossollet , 2013**).

3. Les huiles essentielles des romarins

L'huile du romarin a été largement répandue pendant des siècles, comme un des ingrédients en produits de beauté, savons, parfums, désodorisants, aussi bien pour l'assaisonnement et la conservation des produits alimentaires .Il est utilisé sous diverses formes : Décoction: le faire bouillir en même temps avec de l'eau. Infusion : le mettre dans un liquide initialement bouillant et le laisser refroidir afin qu'il libère tout les éléments actifs. Autres: sous forme d'huiles essentielles(en distillant les feuilles), gélules ou bains.

Utilisation interne Favorise la digestion, régule les lipides, améliore la circulation sanguine : cholagogue (aide à l'évacuation de la bile), antispasmodique. Diurétique : il réduit les risques de calculs rénaux ou de goutte et prévient les rhumatismes. Antistress, antifatigue : il prévient l'insomnie et permet de lutter contre le surmenage intellectuel. Effet antioxydant : contre le vieillissement cellulaire. La choline qu'il contient agit comme régulateur des lipides, au niveau du foie, et favorise la digestion. Ses vertus diurétiques facilitent l'activité rénale et participent à la prévention du rhumatisme. Ses propriétés antioxydants ont un effet de stimulation sur l'activité cérébrale et améliorent la mémoire. Le romarin convient également comme défatigant, pour stimuler les personnes qui souffrent d'asthénie, tout en agissant préventivement contre l'insomnie. Il possède des qualités antiseptiques qui en font un bon agent pour nettoyer la peau et les zones sensibles ou agir directement sur les plaies infectées

Utilisation externe Contre les affections de la peau : infections, plaies, nettoyage de la peau et des zones génitales. Accélère la pousse des cheveux. Permet de lutter contre certains agents pathogènes : antimycosique et antibactérien (**Harding, 2011**).

Parties utilisées Ce sont les feuilles, les sommités fleuries, séchées, ou l'huile essentielle qui sont utilisées en phytothérapie. Principes actifs Ses huiles essentielles renferment des essences de camphre, de cinéol, de verbénone ou de pinènes. Le romarin contient des flavonoïdes (diosmine, lutéoline), des diterpènes, comme le rosmadial et l'acide carnosolique, mais aussi des lipides (alcanes et alcènes). On trouve également des stéroïdes et des triterpènes (acide aléanolique, acide ursotique) et des acides phénoliques (acide rosmarinique, acide chlorogénique). Des phytoestrogènes ont des effets comparables aux hormones féminines (**Gilly, 2005**).

Composition chimique des huiles essentielles de romarin

L'huile essentielle du romarin (1 à 2% dans la plante) contient : De l' α -pinène (7à80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 38%), de l'eucalyptol (1à 35%), du bornéol (4 à19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène. En plus de l'huile essentielle on trouve dans le romarin : 2 à 4% de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques : picrosalvine, dérivés de l'acide carnosolique, rosmanol, rosmadial , des acides phénoliques , des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque , des acides gras organiques. L'acide citrique, glycolique et glycérique, des stérols, de la choline, du mucilage (**Gilly, 2005**).

Les sommités fleuries renferment une essence aromatique riche en camphre, en cinéole, en alpinène, en bornéol et en camphène. Elle est riche en tanins, en flavonoïdes (apigénine, diosmine), en diterpènes tricycliques, triterpènes et en acides-phénols, dont l'acide rosmarinique et la rosmarinine. Entre autre Ont démontré d'après un criblage phytochimique la présence de flavonoïdes, des tanins, des saponines et l'absence des alcaloïdes. Concernant les éléments minéraux, la spectrométrie d'émission atomique a pu identifier 18 éléments: Al : 146.48 mg/kg ; Ca : 7791.80 mg/kg ; Fe : 330.16 mg/kg ; K : 14916.23 mg/kg ; Mg : 1634.55 mg/kg ; Na : 2711.87 mg/kg ; P: 1474.60 mg/kg ; Cr : 97.36 mg/kg ; Sr : 74 .65 mg/kg (**Escriva, 2012**).

Tableau 03 : Composition de l'huile essentielle de romarin (Monzie, 2008).

Monoterpènes	Acycliques	Myrcène linalol
	Monocycliques	Terpinéol-4 α -terpinéol cinéole Limonène
	Aromatique	p-cymène
	Bicycliques	α -pinène camphène verbénone camphre bornéole acétate de bornyle
Sesquiterpènes		Caryophyllène humulène

Monoterpènes Acycliques Myrcène linalol Monocycliques Terpinéol-4 α -terpinéol cinéole Limonène Aromatique p-cymène Bicycliques α -pinène camphène verbénone camphre bornéole acétate de bornyle Sesquiterpènes Caryophyllène humulène (Monzie, 2008).

Facteurs influençant la composition

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant diverses conditions : l'environnement, le génotype, l'origine géographique, la période de récolte, la méthode de séchage, le lieu de séchage, la température et la durée de séchage, les parasites, les virus et les mauvaises herbes. C'est ainsi que l'action des huiles est le résultat de l'effet combiné de leurs composés actifs et inactifs, ces composés inactifs pourraient influencer la disponibilité biologique des composés actifs et plusieurs composants actifs pourraient avoir un effet synergique (Harding, 2011).

Utilisations du romarin « *Rosmarinus officinalis* »

Le romarin est à la fois une plante ornementale, aromatique et médicinale. Les feuilles séchées de *Rosmarinus officinalis* sont utilisées en tant que condiment et rentrent dans la composition des thés et infusions. *Rosmarinus officinalis* sous forme des feuilles séchées ou d'huile essentielle, trouve sa principale utilisation pour la fabrication de produits cosmétiques (parfums,

savons, crèmes, et autres préparations). *Rosmarinus officinalis* sert aussi pour produire les antioxydants naturels qui ont plusieurs utilisations dans les industries agroalimentaires, cosmétiques et en pharmaceutiques.

En alimentation

Le romarin est très utilisé en tant que condiment dans le bassin méditerranéen pour aromatiser les viandes (poulet, canard, lapin, porc, veau, agneau), les poissons, les ragouts, les soupes et les légumes (pommes de terre, aubergines,...). Il existe du miel spécialement produit à partir du nectar des fleurs de romarin. Ce miel très parfumé est appelé "Miel de Narbonne" ou miel de romarin. Le romarin est utilisé en infusions, sous forme de poudre, extrait sec ou autres préparations galéniques pour usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac.

En Industrie agro-alimentaire

Les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important et peuvent être appliqués à la conservation des aliments et des huiles lipidiques, ces propriétés sont dues aux acides poly phénoliques (rosmarinique, caféique).

Autres utilisation

Le romarin est souvent cultivé pour son huile aromatique. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique Il est considérée utile pour contrôler l'érosion du sol (**Harding 2011**).

4. Propriétés des romarins

Activité antibactérienne

Le Romarin a été testé sous différentes formes contre différentes bactéries à Gram positif ou négatif responsables des différents types de pathologies. Nombreuses pompes (multi-drogue), mais cette activité est susceptible d'être liée à l'inhibition de pompe(s) autre que NorA. Depuis que l'imperméabilité de la membrane bactérienne est considérée comme un mécanisme de résistance, il est clair que compromettre cette barrière par sa perméabilisation serait une approche efficace pour la lutte contre la résistance aux antimicrobiens. L'activité antimicrobienne et la modification de la résistance des constituants du Romarin ont été démontrés.

Bien que l'activité antimicrobienne puisse ne pas être d'une importance clinique, l'action de modification de la résistance est intéressante puisqu'il n'existe pas d'agent modifiant la résistance connu dans l'utilisation clinique actuelle (**BaBa Aissa , 1999**).

Il y a aussi Les effets des extraits aqueux et méthanoliques du Romarin, sur la croissance du *Streptococcus sobrinus* et sur l'activité extracellulaire de l'enzyme glucosyltransferase ont été étudiés par les résultats ont suggéré que les extraits du Romarin peuvent empêcher la lésion de la carie en inhibant la croissance du *Streptococcus sobrinus* et peuvent aussi éliminer les plaques dentaires par suppression de l'activité de la glucosyltransférase (**Babayi, 2004**).

Afin de chercher de nouveaux antibiotiques et des agents antimicrobiens, une autre étude a été élaborée par examiner les effets antimicrobiens des extraits des composés isolés de certaines plantes, sur l'ensemble de 29 bactéries et levures avec pertinence dermatologiques. L'extrait obtenu par le dioxyde de carbone(CO₂) supercritique du Romarin, a présenté un large spectre antimicrobien.la croissance de 28 sur 29 germes a été empêchée par cet extrait d'acide carnosique (**Attivet, 1995**).

Activité antioxydante

Les antioxydants sont des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif. On distingue trois types d'antioxydants enzymatiques, les enzymes de réparation, et les antioxydants non enzymatiques, les substances naturelles dont les huiles essentielles sont classées tant qu'antioxydants non enzymatiques. L'activité antioxydant peut être primaire ou préventive (indirecte), cette dernière est capable de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la réduction d'oxygène. Par contre les antioxydants à réaction directe sont capables de donner des électrons d'oxygène radicalaire afin qu'il puisse le piéger, empêchant ainsi la destruction des structures biologiques .Ils peuvent agir comme agents réducteurs capable de passer leurs électron aux ROS et les éliminer (**Kohen, 2002**). Quelques travaux ont rapporté que certaines huiles essentielles sont plus efficaces que les antioxydants synthétiques. Les effets antioxydants d'huiles essentielles et d'extraits des plantes sont dus principalement à la présence des groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (**Marianne, 2002**).

Activité antifongique

De plus en plus, les essences sont utilisées dans l'industrie agro-alimentaire comme aromes également comme conservateurs alimentaires. Les huiles essentielles agissent sur un large spectre de moisissure et de levure en inhibant la croissance des levures et la germination des spores,

l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures. Comme pour l'activité antibactérienne, le pouvoir antifongique est attribué à la présence de certaines fonctions chimiques dans la composition des HEs. Plusieurs travaux ont révélé que le pouvoir inhibiteur était essentiellement dû à la réactivité de la fonction aldéhyde avec le groupement thiol des acides aminés impliqués dans la division cellulaire (**Kurita, 1979**). D'autres auteurs ont démontré que la formation d'un complexe entre le donneur D'électrons et l'aldéhyde induit un changement de l'état ionique de la membrane traduisant Par un déséquilibre d'échange avec le milieu extérieur. Ce déséquilibre entraîne la mort Cellulaire (**Baser, 2010**). Cependant, les phénols (eugénol, chavicol 4-allyl-2-6- diméthoxyphénol) sont plus Antifongiques que les aldéhydes testés (cinnamique et hydro cinnamique) (**Laib, 2010**).

5. Toxicité des huiles essentielles

Certaines substances naturelles peuvent présenter des effets néfastes pour l'homme au même titre que certaines substances de synthèse. Les huiles essentielles contenant surtout des phénols et des aldéhydes peuvent irriter la peau, les yeux et les muqueuses. Les inflammations cutanées siègent de manière privilégiée sur les paupières et les aisselles. De plus, certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques.

La toxicité des huiles essentielles peut aussi provenir des contaminants (si l'huile essentielle est impure) et/ou des produits de dégradation de celles-ci car elles se modifient à l'air, à la chaleur et à la lumière (**Ourain, 2005**).

Toxicité et précaution d'emploi

L'emploi culinaire de Romarin, sous forme de feuilles ou d'HE (maximum 20 gouttes par jour) ne présente à priori aucune toxicité aiguë ou chronique. Les feuilles ont une faible toxicité mais cependant non négligeable. Elles ont une action très tonique presque excitante, empêchant le sommeil. Il est préférable d'éviter l'usage du Romarin de la fin de la journée au coucher [1]. L'extrait alcoolique de Romarin et la poudre de la plante ne sont pas toxiques ; les jeunes pousses peuvent être administrées sous forme de lyophilisat à une dose maximale de 22 g/kg.

L'HE de Romarin contenant du camphre (et de l'eucalyptol) n'est pas toxique mais peut engendrer des crises d'épilepsie. L'utilisation traditionnelle du Romarin montre des effets possibles sur le développement de l'embryon ainsi que des épisodes abortifs. C'est pourquoi pendant la grossesse et l'allaitement, il est recommandé par l'Agence européenne du médicament d'éviter de prendre des produits à base de Romarin (hors usage alimentaire). Cette Agence recommande

également que l'utilisation des feuilles séchées de Romarin soit réservée aux enfants de plus de 12 ans et celle de son HE aux personnes de plus de 18 ans.

L'emploi des feuilles et sommités fleuries de Romarin est à éviter chez les personnes ayant des antécédents d'allergie ou d'hypersensibilité aux composés de la famille des Lamiacées, souffrant d'anémie par carence martiale. Elles sont à utiliser avec précaution chez les patients traités par anticoagulants, antiplaquettaires, diurétiques, hypotenseurs ou lithium en raison du risque d'interaction médicamenteuse (**Véronique, 2008**).

Interactions médicamenteuses

Application topique L'HE de Romarin est utilisée de façon topique pour des usages analgésique, anti-inflammatoire et contre l'acné dans la médecine traditionnelle iranienne. L'effet de cette HE sur l'absorption transdermique du diclofénac de sodium (en gel topique) a été étudié. 204 Le diclofénac topique contenant 0,5% d'HE montre plus d'effet analgésique après 25, 30 et 35 minutes que le médicament de référence.

L'effet analgésique de la préparation contenant 1% d'HE est plus fort que le gel de référence après 15 (20, 25, 30, 35, 40) minutes. Cette étude prouve l'effet de renforcement de 0,5% et 1% d'HE de Romarin sur l'absorption percutanée de diclofénac (**Véronique, 2008**).

Le 1,8-cinéole rend la peau perméable et affecte l'application topique de médicaments comme l'halopéridol en améliorant la perméabilité cutanée. Autres prises : - modification intestinale de l'absorption des médicaments et du métabolisme de phase III : le carnosol, l'acide carnosique et le l'acide rosmarinique contenus dans un extrait de feuilles de Romarin diminuent l'absorption du fer (de 21%) chez l'animal - amélioration de l'absorption : un extrait méthanolique de feuilles de Romarin augmente l'accumulation intracellulaire (rétention sélective) des agents chimiothérapeutiques : doxorubicine et vinblastine, dans les cellules humaines de cancer du sein, en bloquant la liaison de ces médicaments à la pompe de transport de la P-glycoprotéine (in vitro) dans les cellules de myélome multiple humain, le composant triterpénoïde, acide ursolique, augmente l'effet apoptotique du thalidomide de 20% à 70% et améliore l'effet apoptotique du bortezomib de 25% à 80 % (in vitro) - les composants diterpènes, acide carnosique et carnosol, augmentent l'activité inhibitrice de la tétracycline et de l'érythromycine sur le *Staphylococcus aureus* MDR (in vitro) - les produits contenant du Romarin pourraient interagir avec les diurétique - les immunosuppresseurs, les anxiolytiques, les antibiotiques, les anticoagulants ou antiplaquettaires et les agents métabolisés par les CYP interagissent avec le Romarin.

Il existe un risque accru de saignement et d'hypotension. Le Romarin est à utiliser avec précaution chez les patients utilisant des médicaments métabolisés par les CYP, des salicylates et des antidiabétiques. Le Romarin a une action synergique avec les antibiotiques, les anxiolytiques [217] - le Romarin interfère avec les afflux calciques dans les cellules myocardiques et ne devrait pas être utilisé par voie orale chez les patients cardiaques.

Contre-indications

Le Romarin sous forme de feuilles est contre-indiqué pendant la grossesse à cause de ses effets abortif et emménagogue (empirique) et des effets secondaires toxiques des composants de son HE. Le Romarin est contre-indiqué par voie orale chez les personnes ayant des antécédents d'allergie, une maladie du foie ou des calculs biliaires. Les bains au Romarin (usage local) sont peu recommandés aux personnes souffrant de fièvre élevée, d'hypertension artérielle, d'infections sévères, de maladies aiguës de la peau, de plaies étendues ou de problèmes circulatoires. En cas de laryngite striduleuse, d'asthme ou de coqueluche, l'inhalation d'HE de Romarin est déconseillée **(Fernandez, 2012)**.

Effets indésirables

A dose thérapeutique, les EI du Romarin sont rares (nausées). En cas de surdosage, le Romarin peut irriter la muqueuse intestinale et être à l'origine de crampes, spasmes et nausées. Si le surdosage est important, cela peut engendrer des saignements de l'utérus, des crises de convulsion voire un coma. Des dermatites de contact allergique se développent chez des personnes travaillant ou étant exposées au carnosol de la plante et de l'HE de Romarin.

Allergies La plupart des EI signalés par l'utilisation du Romarin sont des réactions allergiques.

- relation dose-réponse : les doses traditionnelles typiques de Romarin sont de 2-4 g de feuilles séchées ou 2-4 ml d'extrait liquide 1:1 dans de l'éthanol à 45%
- toxicocinétique : il existe peu de données sur la toxicocinétique des constituants dans les extraits de Romarin. Les études sur les rongeurs suggèrent la possibilité de l'induction de CYP1A, CYP2B, CYP2E1 et CYP3A avec certaines enzymes de phase II (par exemple, GST, UDP-glucuronosyltransférase), mais le manque de données chez l'Homme limite la conclusion concernant la pertinence clinique des interactions potentielles.
- réponse clinique : les réactions indésirables au Romarin comportent généralement des réponses d'hypersensibilité. Malgré l'utilisation fréquente du Romarin comme aromate, les cas de réactions allergiques sont relativement rares. Ces cas comprennent le

développement de dermatites de contact allergique (œdème, eczéma, vésiculation) suite au contact direct avec les feuilles de Romarin, l'utilisation de cosmétiques ou de gel nettoyant contenant de l'extrait de feuilles de Romarin, l'application d'alcool au Romarin directement sur la peau et l'utilisation de plâtres au Romarin. Les patch-tests (tests épicutané) chez ces patients indiquent que le carnosol est un allergène majeur du Romarin. La réponse de ces patients à un autre membre de la famille des Lamiacées (par exemple, l'Origan, la Sauge, la Menthe, le Thym, la Lavande) est variable. L'utilisation chronique du Romarin comme épice culinaire dans les aliments est associée au développement d'une chéilite de contact chronique. L'exposition aux extraits de Romarin a également été associée à une dermatite de contact professionnel et à l'asthme professionnel. Bien que les extraits de Romarin contiennent des quantités variables de camphre, il n'y a pas de données sur le développement de convulsions comme complication de l'ingestion d'extrait de Romarin

- la réaction allergique se soigne avec un traitement adapté (**Ouraïn, 2005**).

A l'heure actuelle, une dizaine de cas de dermatite de contact causée par le Romarin (dont certains sont une réaction croisée avec le Thym ou autres Lamiacées) a été rapporté dans la littérature. L'HE de Romarin contenue dans de nombreuses préparations cosmétiques appliquées localement peut causer une irritation et une photosensibilisation. *Rosmarinus officinalis* est largement utilisé comme aliment, cosmétique, épice, arôme et ingrédient médicinal. La dermatite de contact causée par le Romarin n'est pas courante ; elle peut être plus fréquemment rencontrée mais elle pourrait être mal diagnostiquée. Pour cette raison, cette possibilité devrait être attentivement considérée dans le diagnostic différentiel de dermatite.

Depuis que l'utilisation des plantes médicinales a considérablement augmenté, il est devenu essentiel pour les professionnels de santé d'augmenter leurs connaissances sur les questions de sécurité liées à ces médicaments.

Conclusion

Conclusion

De nos jours, les huiles essentielles sont des substances très sollicitées dans divers domaines médicaux, cosmétiques étant le domaine dans lequel elles sont le plus prometteuses avec leurs différentes activités mais il est à noter que Les huiles essentielles ne sont pas des produits sans risque. Le présent travail a été consacré à l'étude des huiles essentielles extraites des romarins : leurs propriétés biologiques et ses différents dangers dans les différentes utilisations.

Le romarin reste parmi les plantes médicinales les plus utilisées vue ses propriétés physico-chimiques, ses activités pharmacologiques : anti-infectieuse, anticancéreuse, anti-hypotensive, anti-inflammatoire, antioxydant, anti plaquettaire. Malgré l'utilité des huiles essentielles extraites des romarins celle d'assurer une bonne infusion dans l'organisme, cela n'empêche pas que leur utilisation peut avoir des effets toxiques, des contre-indications des interactions médicamenteuses et allergique quel que soit accidentelle ou bien par une utilisation erroné (surdosage).

Certaines huiles essentielles extraites des romarins sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau, les yeux, les muqueuses. De plus, certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques. Elles peuvent également avoir un effet neurotoxique. Cette toxicité des huiles essentielles peut provenir si l'huile essentielle est impure et/ou des produits de dégradation de celles-ci car elles se modifient à l'air, à la chaleur et à la lumière. Elles peuvent aussi engendrer des crises d'épilepsie.

Il faut aussi noter que l' HE de Romarin sont à éviter chez les personnes ayant des antécédents d'allergie ou d'hypersensibilité aux composés de la famille des Lamiacées, souffrant d'anémie par carence martiale. Elles sont à utiliser avec précaution chez les patients traités par anticoagulants, antiplaquettaires, diurétiques, hypotenseurs ou lithium en raison du risque d'interaction médicamenteuse. (**Véronique, 2008**). L'HE de Romarin contenue dans de nombreuses préparations cosmétiques appliquées localement peut causer une irritation et une photosensibilisation. Il convient de rester vigilant et de faire développer l'idée que tout produit naturel est forcément bon et dénué de toute toxicité quel que soit le degré de danger pour l'organisme.

A la suite de notre présente étude, on recommande le développement d'une réglementation algérienne concernant les huiles essentielles et une étude approfondit sur les HE des plantes algériennes notamment les romarins.

Aussi, il serait intéressant de faire des campagnes d'information et de sensibilisation de la population sur la meilleure façon d'utiliser les plantes et leurs huiles essentielles. Car les huiles essentielles peuvent être utilisées par presque toutes les voies d'administration, surtout locale, mais avec grandes précautions afin d'éviter tout genre de toxicité.

Liste de Références bibliographiques

❖ Ouvrages

1. BEKHECHI Charazad ;MABDELOUAHID Djamel ; Les huiles essentielles ; 1954 ;313p.
2. Bruneton, J.1999 Pharmacognosie. Phytochimie des plantes médicinales. 2eme édition.Technique et Documentation Lavoisier. Paris. 915 p.
3. BoutayebAbd. 2004 Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales ; paris ; 205p.
4. Cavalieri et al., 2004].
5. Franchomme,P.;Pénoël, D.1990. L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jallois éditeur. Limoges.445 p.
6. Kaloustian J, Hadji-Minaglo F. 2012 ; La connaissance des huiles essentielles : qualitologie et aromathérapie ; Paris. Edition Springer ;873p.
7. Mathias MONZIE 2008 ; Filière plante aromatique et parfums ; Paris ; 403p
8. Richard, H. 1992. Épices et Aromates. Technologie et Documentation Lavoisier. Paris. 339 p.
9. Sell, C.S. 2006. The Chemistry of Fragrance. FromPerfumer to Consumer. 2nd edition. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 329 p.

❖ Articles scientifiques

1. Assad, Y.O.H.;Torto, B.; HassanaH, A.; Njagi, P.G.N.; Bashir, N.H.H.; Mahamat, H. 1997. Seasonal variation in the essential oil composition of *Commiphoraquadricincta* and itseffect on the maturation of immature adults of the desertlocust, *Schistocarcagregaria*. *Phytochemistry* 44, 833-841.
2. Cavalieri, E.;Mariotto, S.; Fabrizi, C; Carcereri de Prati, A.; Gottardo, R.; Leone, S.; Berra, L.V.; Lauro, G.M.; Ciampa, Â.R.; Suzuki, H. 2004. a-Bisabolol, a nontoxic natural compound, strongly induces apoptosis in glioma cells. *Biochem. Bioph. Res. Co.* 315, 589-594.
3. Lauro, G.M.;Ciampa, Â.R.; Suzuki, H. 2004. a-Bisabolol, a nontoxicnatural compound,
4. stronglyinducesapoptosis in gliomacells. *Biochem. Bioph. Res. Co.* 315, 589-594.
5. Paena, A.T.; D'Aquila, P.S.; Panin, F.; Pippia, P.; Moretti, M.D.L. 2002. Anti-inflammatoryactivityoflinalool and linaîylacetateconstituents of essential oils. *Phytomedicine* 9, 721-726.

6. Pellerin, P. 1991. Supercriticalfluid extraction of naturalrawmaterials for the flavour and perfumeindustry. *Perfum. Flavor.* 16,4, 37-39.
7. Pauli, A. 2001. Antimicrobialproperties of essential oilconstituents. *Int. J. Aromather.* 11, 126 133.
8. Sylvestre, M.; Pichette, A.; Lavoie, S.; Longtin, A.; Legault, J. 2007. Composition and cytotoxicactivity of the leaf essential oil of *Comptoniaperegrine*: *L Phytother. Res.* 6, 536-540.
9. To, W.-K.;Fothergill A.W.; Rinaldi, M.G. 1995. Comparative evaluation of macrodilution and alamarcolorimetricmicrodilutionbrothmethods for antifugalsusceptibilitytesting of yeastisolates. *J. Clin. Microbiol.* 33, 2660-2664.
10. Thompson, J.D.;Chalchat, J.C.; Michet, A.; Linhart, Y.B.; Ehlers, B. 2003. Qualitative and quantitative variation in monoterpeneco-occurrence and composition in the essenialoil of *Thymus vulgaris*chemotypes. *J. Chem. Ecol.* 29, 859-880
11. Vasconcelos Silva, M.G.;Craveiro, A.A.; Abreu Matos, F.J.; Machado, M.I.L.; Alencar, J.W. 1999. Chemical variation duringdaytime of constituents of the essential oil of *Ocimumgratissimum*. *Fitoterapia* 70, 32-34.
12. Wu, C.C.;Sheen L.Y.; Chen, H.W.; Kuo, W.W.; Tsai, S.J.; Lii, C.K. 2002. Differentialeffects of garlicoil and its three major organosulfur components on the hepaticdetoxification system in rats. *J. Agric. Food Chem.* 50, 378-383.

❖ Dictionnaire

1. ACADEMIE NATIONALE de pharmacie , dictionnaire des sciences pharmaceutiques et biologique 1997 :edition louis pariente .

❖ Mémoires de recherche

1. Benoit G. Etat des lieux sur l'aromathérapie dans les officines : enquête sectorielle dans le+ département de Vienne . Université de poitiers faculté de médecine et de pharmacie, 2015. Université Ibn Tofail .2013 .
2. Chabert G. myrtacées et aromathérapie . Faculté de pharmacie de Grenoble, Université Joseph Fourier, 2013.

3. Chouiteh O. composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de GlycyrrhizaglabraOran : Université d'Oran 2012.
4. Dorosso Sonate J. Composition chimique des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : valorisation. Université Ouagadougou. 2002.
5. Dasilva F. Utilisation des huiles essentielles en infectiologie ORL. Université Henricare-Nancy, 2010 .
6. Fekih N. Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre Pinus poussant en Algérie .Tlemcen : Université Abou BekrBelkaid. 2015.
7. Girard G. Les proprietes des huiles essentielles dans les soins bucco-dentaires d'hier a aujourd'hui. Nancy : Université Henri Poincare ; 2010
8. Haddad D, Hadji D. Contribution à l'étude des huiles essentielles de MyrtuscommunisL.Université Mouloud Mammeri. Tizi ouzou, 2016
9. Jammaledine M. Extraction et caractérisation de la composition des huiles essentielles de Juniperusphoenicea et Juniperusoxycedrus du Moyen Atlas. Université sidi mohammed ben abdellah. Fès, 2010.
10. Muther L. Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant [thèse].Faculté de pharmacie de Clermont Ferrand, 2015.
11. Velé H. Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phytomédicaments . Université Angers, 2015.

❖ Webographie

1. www.memoireonline.com (consulté le 15.3.2021)
2. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Koeh-258.jpg> (consulté le 01.2.2021)
3. https://www.iavcha.ac.ma/galleries_photo/1179144741.jpg (consulté le 20.4.2021)
4. <https://www.pantryspa.com/wp-content/uploads> (consulté 12.12.2020)
5. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Koeh-258.jpg>(consulté le 11.01.2021)