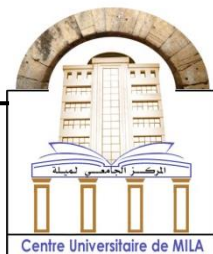


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème

**Effets Thérapeutiques des Huiles Essentielles des Plantes
Médicinales**

Présenté par :

- NOUIOUA Manal
- DJEHICHE Sabrina
- NAFI Imane

Devant le jury :

Dr. BOURAS O

Dr. RIHANI L

Dr. BAKLI S

Présidente

Examinatrice

Promotrice

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordé la force et les moyens afin de pouvoir réaliser ce travail.

A l'issue de la réalisation de ce modeste travail, nous tenons à remercier vivement notre promotrice Madame BAKLI S. pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire et pour sa grande disponibilité, sa patience et ses conseils avisés. Nous tenons à lui exprimer notre profonde reconnaissance pour ses critiques constructives d'une rigueur absolue.

Mes vifs remerciements vont aussi à Madame BOURAS O. pour avoir bien voulu examiner ce mémoire et m'avoir fait l'honneur de présider le jury. Qu'elle reçoive l'expression de ma vive gratitude. Je suis très sensible à l'honneur que me fait Madame RIHANI L. en acceptant d'être l'examineur de ce travail. Nous le remercions vivement pour cette marque d'intérêt et notamment de nous faire l'honneur de participer à ce jury.

Nos remerciements vont aussi à tout le personnel et les enseignants qui ont contribué à notre formation.

A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage d'élaborer ce mémoire.

Avec l'expression de reconnaissance, je dédie ce modeste travail :

*A la dame la plus sacrée du cœur, la fleur de ma vie qui a donné sans limites, celle qui a été la raison de mon succès avec ses prières et son amour ; ma chère grand-mère **Rendja**, que dieu la procure longue vie.*

*A mon soutien dans cette vie, de qui je tire ma force, celui qui a récolté les épines pour me paver le chemin, grâce à lui je lève ma tête avec fierté, mon cher père **Azeddine** qu'Allah lui accorde bonne santé et longue vie.*

*Au cœur tendre, celle qui a été le premier soutien pour moi afin de réaliser mes ambitions et qui était mon refuge et mon bras droit à ce stade ma chère mère **Kaltoum**, que Dieu l'entoure de sa bénédiction.*

*A celui qui m'a soutenu et était le meilleur partenaire et ami **Abdellah**.*

*A ceux que l'œil soit heureux de les rencontrer, mes chères frères **Amar et Adam** et mes sœurs **Chams, Meriem, Farah, Bouchra, Saja, Hadil et Assil** que Dieu me les garde.*

A ma famille, un par un, oncle, tantes et leurs enfants, sans exception, ceux que je n'aurais pas atteint ce je suis sans eux,

*A mes amies dans l'adversité avant la prospérité, elles les meilleurs compagnons avec des attitudes **Hania, Hanane, Houda, Ilham et Chaima**.*

*A mes amies et partenaires dans ce mémoire **Sabrina et Imane**.*

Manal

Dédicaces

Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage d'élaborer ce mémoire.

*Aux deux être les plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour pour nous couvrir de leur amour, mes parents : A mon très cher père **Mohamed** et à ma très chère mère **Massouda** tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être. C'est à travers vos encouragements que j'ai opté pour cette noble profession et c'est à travers vos critiques que je me suis réalisée. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondé en moi. Que DIEU vous bénisse pour votre aide et votre soutien durant tout mon cycle d'étude. Je vous aime énormément.*

*A mes très chers frères **Mouloud** et **Messaoud** et mes très chères sœurs : **Djalila**, **Saliha**, **Fatima**, **Djawida**, **Sihem**.*

A ma deuxième famille

*A ma très chère cousine : **Nadjat** et sa mère **Fatima***

*A ma fidèle Amie : **Manal** Merci pour ton amitié, tu étais toujours là pour me soutenir, m'aider et m'écouter. Que Dieu te procure joie et bonheur et que notre amitié dure à jamais, et à tous mes amies et mes collègues d'études.*

A tous ceux ou celles qui me sont chers et que j'ai omis involontairement de citer.

A Tous Mes enseignants tout au long de mes études.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sabrina

Dédicaces

À l'aide de dieu 'Allah' tout puissant qui m'a tracé le chemin de la vie, j'ai pu réaliser ce travail

Avec Joie, fierté et Respect, je dédie ce mémoire

À la fleur qui rehausse et aromatise mes jours, à la source d'amour et de tendresse, à la source de soutien et d'inspiration, à la grande femme dont la présence facilite les difficultés, à ma très chère mère « Yamina ».

À la bougie qui est la source de la lumière de ma vie, qui se fond toujours pour éclairer ma route, à mon cher père « Abd Elbaki ».

À mes adorables frères Montasser et Abd Elrahim.

À mes petites sœurs Malak et Amira, À ma chère sœur Meriem, pour son encouragement permanent et son soutien moral.

À mes grands-mères, et mes grands-pères, que dieu les garde pour nous.

À toute ma famille, oncle, tantes et leurs enfants, sans exception.

À mes fidèles Amies : Dalal, Naoual, Zahia, Houda, Qamer, Iness, Abba.

À mes amies et partenaires dans ce mémoire Manal et Sabrina.

Imane

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

Table des Matières

Introduction 1

Chapitre I : Phytothérapie

I.1. Définition 3

I.2. Historique 4

I.3. Quelques types de phytothérapie 5

I.3.1. Aromathérapie 5

I.3.2. Gemmothérapie 6

I.3.3. Homéopathie..... 6

I.4. Quelques préparations à base de plantes médicinales 6

I.4.1. Tisane 6

I.4.2. Teintures 7

I.4.3. Sirops 8

I.5. Avantages et efficacité de la phytothérapie 9

I.5.1. Avantages 9

I.5.2. Efficacité..... 10

I.6. Inconvénients, risques et limites de la phytothérapie..... 12

I.6.1. Inconvénients et risques..... 12

I.6.2. Limites 13

Chapitre II : Plantes médicinales

II.1. Définition 14

II.2. Médicament à base de plantes médicinales 15

II.3. Préparation à base de drogues végétales..... 15

II.4. Totum..... 16

II.5. Origines des plantes médicinales 17

II.5.1 Plantes sauvages ou spontanées 17

II.5.2 Plantes cultivées 17

II.6. Effets des plantes médicinales 19

II.7. Principe actif 20

II.7.1. Composition chimique des plantes..... 20

II.7.2. Différents principes actifs	21
Chapitre III : Huiles essentielles	
III.1. Définition.....	42
III.2. Histoire et origine	43
III.3. Rôle des huiles essentielles dans les plantes	45
III.4. Principes actifs des huiles essentielles	46
III.5. Partie de la plante contenant les huiles essentielles.....	46
III.6. Conservation des huiles essentielles.....	46
III.7. Contrôle la qualité	46
III.8. Critères de qualité.....	47
III.9. Précautions d'emploi des huiles essentielles.....	47
III.10. Composition chimique des huiles essentielles	49
III.10.1. Groupe des terpènes et Terpénoïdes (C ₅ H ₈) n.....	49
III.10.2. Composées aromatiques dérivés du phénylpropane (C ₆ -C ₃).....	50
III.10.3. Composés d'origine diverse.....	51
III.11. Extraction des huiles essentielles	52
III.11.1. Expression à froid	53
III.11.2. Distillation par vapeur d'eau.....	54
III.11.3. Hydro distillation	55
III.11.4. Distillation à haute pression et haute température	56
III.11.5. Extraction par micro-ondes.....	56
III.11.6. Extraction par solvants organiques	56
III.11.7. Extraction par le CO ₂ supercritique	57
III.12. Biosynthèse des HEs	58
III.12.1. Biosynthèse des monoterpènes	59
III.12.2. Biosynthèse des sesquiterpènes	59
III.13. Toxicité des huiles essentielle	60
III.14. Principales voies d'utilisation des huiles essentielles	61
III.14.1. Diffusion atmosphérique.....	61
III.14.2. Voie interne.....	62
III.14.3. Voie externe.....	62
III.15. Caractérisation des huiles essentielles.....	63
III.15.1. Caractérisation physique.....	63

III.15.2. Propriétés chimiques des huiles essentielles.....	64
III.15.3. Caractérisation chromatographique	64
III.16. Efficacité des huiles essentielles	64
III.17. Secteurs d'application des HE.....	65
III.17.1. En l'industrie des cosmétiques.....	66
III.17.2. En l'industrie alimentaire.....	66
III.17.3. En agriculture.....	66
III.17.4. En pharmacie	67
III.18. Avantages de l'utilisation des huiles essentielles	69
III.19. Inconvénients de l'utilisation des huiles essentielles	69
 Chapitre IV : Effets thérapeutiques des huiles essentielles	
IV.1. Fonctionnement de l'aromathérapie.....	71
IV.1.1. Activité biochimique	71
IV.1.2. Activité informationnelle.....	71
IV.1.3. Activité énergétique.....	71
IV.2. Propriétés thérapeutiques des huiles essentielles	72
IV.2.1. Propriétés Anti-infectieuses.....	72
IV.2.2. Propriétés anti-inflammatoires	77
IV.2.3. Propriétés antalgiques.....	79
IV.2.4. Propriétés anticancéreuses	80
IV.2.5. Propriétés antioxydantes.....	81
IV.2.6. Propriétés antispasmodiques.....	82
IV.2.7. Propriétés digestives	82
IV.2.8. Propriétés sur le système nerveux central (relaxantes, sédatives hypnotiques, anxiolytiques).....	83
IV.2.9. Propriété mycolytique et expectrante	85
Conclusion.....	88
Références bibliographiques	89
Résumé.....	106

Liste des Figures

Figure 1: Pouvoir des tisanes	7
Figure 2 : Teinture	8
Figure 3 : Etapes de préparation d'un sirop.....	9
Figure 4: Quelques plantes médicinales et leurs effets scientifiquement prouvés.....	20
Figure 5 : Structures des composés phénoliques simples.....	22
Figure 6 : Structure de base des flavonoïdes	23
Figure 7 : Structure chimique des tanins (a) hydrolysables (b) condensés	24
Figure 8: Anthocyanidines	25
Figure 9 : Structure de la coumarine naturelle et synthétique	26
Figure 10 : Structure chimique de la saponine stéroïde	28
Figure 11: Structure d'une anthraquinone).....	29
Figure 12 : Exemples de terpènes (avec des unités isoprène indiquées par le rouge), des phénylpropanoïdes et des isothiocyanates	31
Figure 13: Structures de Glucosides cardiaques.....	32
Figure 14: La diversité structurale des glycosides cyanogéniques (CNgls). La prunasine (a) et la sambunigrine (b) sont des épimères dérivés de la phénylalanine. L'amygdaline (c) est un diglucoside dérivé de la prunasine. La linamarine (d) et la linustatine (e) sont des mono- et diglucosides (respectivement) dérivés de valine	33
Figure 15: Sureau noir	35
Figure 16 : Le Lin (<i>Linum usitatissimum</i>)	36
Figure 17: Structure générale de glucosinolate Chaîne latérale, R, est dérivée à partir d'acides aminés.....	37
Figure 18: Absinthe (<i>Artemisia absinthium</i>).....	38
Figure 19: Structure chimique de la morphine et de la coniine	38
Figure 20 : Belladone (<i>Atropa belladonna</i>)	40
Figure 21: Eglantier (<i>Rosa canina</i>).....	41
Figure 22 : Pissenlit (<i>Taraxacum officinale</i>).....	41
Figure 23 : Squelettes de base des monoterpènes	49
Figure 24 : Sesquiterpènes.....	50
Figure 25 : Composés aromatiques dérivés du phénylpropane	50
Figure 26 : Composés aromatiques dérivés du phénylpropane	50
Figure 27 : Etapes de l'obtention d'une huile essentielles	53
Figure 28 : Expression à froid	54
Figure 29 : Distillation par entraînement à la vapeur	55
Figure 30 : Extraction par solvant	57
Figure 31: Biosynthèse des monoterpènes représentatifs à partir du GDP	59
Figure 32 : Utilisation des huiles essentielles en Diffusion atmosphérique	62
Figure 33: passage des composés actifs à travers la peau	63
Figure 34: Mécanismes d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne AHL : N-acylhomosérine lactone	76
Figure 35: Sites d'action des différentes molécules ayant une action antalgique	80
Figure 36: Mécanismes d'action antitumorale des HEs	81

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Dangers de la phytothérapie	13
Tableau 2 : Culture des principales plantes médicinales	18
Tableau 3: principales anthocyanidines	26
Tableau 4 : Les composés constitutifs des huiles essentielles regroupés en familles biochimiques	51
Tableau 5 : Quelques plantes d'où sont tirées les huiles essentielles	58
Tableau 6: exemples de la diversité d'application des huiles essentielles	68
Tableau 7: Exemples d'huiles essentielles ayant des propriétés antibactériennes	73
Tableau 8 : Indications et précautions d'emploi de quelques HE en fonction de leur composition	86

Liste des Abréviations

HE : Huiles Essentielles

PS : Polysaccharides

GLS : Glycosinolates

HCN : Cyanure d'Hydrogène

BPAR : Bonnes Pratiques Agricoles et Bonnes Pratiques de Récoltes

FMC : Food Machinery Corporation-in-line

GDP : Géranyldiphosphate

LDP : Diphosphate Linalyrique

FDP : Farnésyldiphosphate

IRTF : Infrarouge à Transformé de Fourier

CLHP : Chromatographie en phase Liquide à Haute Performance

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

AFNOR : Agence Française de Normalisation

ORAC : Oxygène Radical Absorbance Capacité

NRDC : National Research Development Corporation

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

RESALA : Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation

ABV : Verbénone NatureSun aroms

PEO : Piperitenone Oxide

PO : Piperitone Oxide

Print : Printemps

Aut : Automne

SARM : Staphylococcus Aureus : Résistant à la Méricilline

Introduction

Introduction

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine. On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies. Les plantes aromatiques sont utilisées comme tous les végétaux en médecine, en parfumerie, en cosmétique et pour l'aromatisation culinaire **(Djilani et Dicko, 2012 ; El amri *et al.*, 2014)**.

Récemment, des solutions thérapeutiques alternatives basées sur l'exploitation des ressources naturelles ont fait l'objet de recherches approfondies **(Chebbac *et al.*, 2022)**. Pour tenter de trouver de nouveaux remèdes aux fléaux actuels, la communauté scientifique s'est récemment tournée vers les constituants des huiles essentielles, car un nombre non négligeable de composés volatils, tels que les sesquiterpènes, ont montré des activités pharmacologiques remarquables contre les maladies comme le cancer **(Modzelewska *et al.*, 2005)**. Le secteur des huiles essentielles (HE) a bénéficié d'une croissance rapide, Soutenue en particulier par l'étendue et la diversité des secteurs d'application de ces extraits naturels **(Bessah et Benyoussef, 2015)**. Puis progressivement, Ses huiles essentielles se font connaître pour leurs vertus thérapeutiques et deviennent alors des remèdes courants des médecines traditionnelles ; les huiles essentielles constituent donc une source intéressante de nouveaux composés dans la recherche de molécules bioactives **(Bakkali *et al.*, 2008)**.

Les HEs sont des composés volatils, naturels et complexes caractérisés par une forte odeur. Dans la nature, ils jouent un rôle important dans la protection des plantes comme antibactériens, Antiviraux, Antifongique, insecticides et aussi contre les herbivores en réduisant leur appétit pour ces plantes. Ils peuvent également attirer certains insectes pour favoriser la dispersion des pollens et des graines, ou repousser les autres indésirables **(Bakkali *et al.*, 2008)**.

Les HEs sont extraites de diverses plantes aromatiques généralement localisée dans les pays tempérés à chauds comme les pays méditerranéens et tropicaux où ils représentent une partie importante de la pharmacopée traditionnelle. Ils peuvent être synthétisés par tous les organes de la plante et sont stockés dans des cellules sécrétoires, des cavités, canaux, cellules épidermiques ou trichomes glandulaires **(Bakkali *et al.*, 2008)**.

A l'heure actuelle, environ 3000 HE sont connus dont 300 sont commercialement

important en particulier pour le secteur pharmaceutique, Agronomique, Alimentaire, Sanitaire, Cosmétique et parfumerie (**Silva et al., 2003**). Les HE ou certains de leurs composants sont utilisés dans les parfums et produits de maquillage, Dans les produits sanitaires, En dentisterie, En agriculture, Comme conservateurs et additifs alimentaires, Et comme remèdes naturels (**Hajhashemi et al., 2003**). De plus, les HE sont utilisés dans les massages sous forme de mélanges à d'huile végétale ou en bains mais le plus souvent en aromathérapie. Certaines HE semblent présenter des propriétés médicinales dont on prétend qu'elles guérissent l'un ou l'autre dysfonctionnement d'organe ou trouble systémique (**Perry et al., 2003**).

Chapitre I : Phytothérapie



On ne sait pas précisément ce que nos ancêtres mangeaient au début de l'humanité il y'a 5 à 7 millions d'années, il est certain que les plantes faisaient partie de leur alimentation quotidienne. Ils découvraient très tôt dans leur évolution que ces plantes ne représentaient pas uniquement une source d'alimentation mais pouvaient également soulager voire guérir certaines maladies. Les plantes aromatiques et médicinales fascinent les hommes. Aujourd'hui encore, leurs principes actifs sont des composants essentiels d'une grande partie de nos médicaments et produits de soin. Ceux qui font confiance aux pouvoirs de guérison de la nature sont de plus en plus nombreux et souhaitent approfondir leurs connaissances des plantes **(Hans, 2007)**. Il n'existe aucun renseignement exact qui permette de déterminer l'intérêt des plantes ou des principes actifs qui en dérivent, ni dans quelle mesure ils sont utilisés dans les systèmes de soins de santé nationaux.

D'après une estimation de l'OMS, sur la population du globe qui dépasse 4 milliards d'habitants, il y en a peut-être 80% qui ont essentiellement recours aux médecines traditionnelles pour satisfaire leurs besoins en soins de santé primaires et l'on peut présumer sans grand risque d'erreur que la majeure partie du traitement traditionnel consiste à utiliser des extraits de plantes ou leurs principes actifs **(Farnsworth et al., 1986)**. En effet, sur les 300 000 espèces végétales recensées sur la planète plus de 200 000 espèces vivent dans les pays tropicaux d'Afrique ont des vertus médicinales **(Millogo et al., 2005)**.

I.1. Définition

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « Soigner avec les plantes ». Elle se définit donc comme l'utilisation des plantes pour soigner les maladies (l'usage des plantes médicinales en thérapeutique) **(Roger, 1990)**. C'est donc une technique de soins qui utilise les plantes pour venir à bout des causes et symptômes de diverses maladies. C'est l'une des plus anciennes thérapeutiques. La phytothérapie est la science des plantes médicinales ou la médication par les plantes, c'est l'une des sources de traitement des maladies qui demeurent basées sur l'observation ou l'analyse vient confirmer ce qu'on observe depuis déjà des millénaires **(Gayet, 2013)**.

La phytothérapie est considérée comme particulièrement attractive, elle occupe une place très importante en thérapeutique ce qui implique une incidence non négligeable d'intoxications liées à l'utilisation des plantes médicinales **(Ouzrout, 2008)**. La phytothérapie moderne est le recours idéal, raisonnable et raisonnée développée sur des bases scientifiques et d'une utilisation aisée, elle a en outre comme vertu de rassurer les patients ou les clients **(Raynaud, 2005)**.

I.2. Historique

La phytothérapie existe depuis que le monde est monde. Les hommes ont toujours utilisé les plantes pour s'alimenter, dans un premier temps et pour se soigner empiriquement, ensuite L'homéopathie a été mise en place il y a environ deux cents ans par Hahnemann **(Roger, 1990)**.

Durant des milliers d'années, la phytothérapie a constitué la principale source de remèdes contre de nombreuses maladies. Elle est encore abondamment utilisée avec succès dans le monde par des millions d'êtres humains pour qui la médecine occidentale reste en grande partie inaccessible **(Pascal et al., 2010)**.

Il y a 60 000 ans, l'homme de Neandertal utilisait les plantes et les chamans ont joué un rôle important dans la collection, l'apprentissage à l'utilisation et la transmission de la connaissance des plantes durant l'évolution d'*Homo sapiens*. Les plantes étaient employées largement dans l'alimentation, la gestion de certaines maladies et aussi pour atteindre un monde plus spirituel. Puis, les Grecs avec Hippocrate, Aristote, Théophraste, Galien, Dioscoride et les Romains ont enseigné l'art de traiter par les plantes en colligeant les connaissances avec plus de 500 plantes médicinales répertoriées **(Cristophe et al., 2015)**.

En 529, le pape Grégoire le Grand interdit l'enseignement en France de la médecine par les plantes et ce n'est qu'aux alentours du début du IX^e siècle que le Moyen-Orient, l'Afrique du Nord et l'Espagne avec l'université de Cordoue ont repris l'enseignement de ces connaissances, puis Avicenne (980-1037) distilla les premières huiles essentielles **(Cristophe et al., 2015)**.

La phytothérapie peut se prévaloir d'une histoire multiséculaire qui remonte aux premières civilisations. L'œuvre d'Hippocrate, rassemblant les drogues de l'Occident et celles qui ont été héritées des Perses, domine toute l'Antiquité gréco-latine. Durant la période médiévale se développent les jardins botaniques dans les couvents et les monastères où l'on cultive les simples. La Renaissance est l'ère de nombreuses découvertes tant sur le plan des espèces que sur celui de la science avec Paracelse, puis Linné. Au XIX^e siècle, avec les progrès de la chimie, de nombreux principes actifs d'origine végétale sont isolés : morphine, quinine, alcaloïdes de l'ergot de seigle. C'est ainsi qu'au fil des siècles la notion de médicament s'est dégagée de celle plus vaste de drogue active, mais les deux concepts coexistent encore de nos jours **(Clément, 2005)**.

De manière similaire, l'intrication actuelle entre plantes et aliments a des racines remontant aux premières civilisations humaines. C'est ainsi que les Vikings ont sillonné

les mers pendant des siècles grâce à la consommation de fruits acides leur permettant d'éviter le scorbut. De nos jours, la notion de vitamines et de minéraux semble acquise pour tout à chacun, favorisant l'apparition de nombreux compléments alimentaires contenant des extraits végétaux **(Clément, 2005)**.

De nos jours, les progrès dans l'identification des principes actifs, la découverte de nouvelles propriétés pharmacologiques, et l'absence générale d'effets secondaires des médicaments à base de plantes ont contribué à faire de la phytothérapie une médecine à part entière **(Pascal et al., 2010)**.

Les progrès scientifiques et techniques réalisés ces dernières années dans les domaines de l'agronomie, la chimie végétale et la pharmacologie ont permis de mettre au point des formes thérapeutiques et galéniques encore plus sûres, plus adaptées et toujours plus efficaces **(Pascal et al., 2010)**.

Le 21^e siècle est marqué par l'émergence d'une nouvelle phytothérapie qui réconcilie : les traditions séculaires, les preuves d'une efficacité scientifique, une haute technicité garante de la qualité et sécurité des produits ainsi que le respect du végétal et de la Nature **(Pascal et al., 2010)**.

I.3. Quelques types de phytothérapie

I.3.1. Aromathérapie

Le terme « aromathérapie » a été inventé par un chimiste lyonnais René-Maurice Gattefossé en 1928. Il est considéré comme un apôtre de l'aromathérapie scientifique médicale, précurseur de l'utilisation raisonnée et rationnelle des Huiles Essentielles (HE) où il décrit, en 1931, dans son ouvrage « Aromatherapia », la relation entre la structure biochimique des HE et leur activité chimique. Cette démarche scientifique d'utilisation rationnelle des HE est suivie par Valnet, Belaiche ou encore Baudoux. Le médecin français Jean Valnet, écrit que l'aromathérapie implique des essences obtenues des plantes que l'on donne généralement sous forme de gouttes ou capsules **(Girard, 2010)**.

L'aromathérapie est l'utilisation médicale des extraits aromatiques des plantes. Ce mot vient du grec « *aroma* » signifiant odeur et « *therapeia* » signifiant traitement. Il s'agit donc de soigner par les huiles essentielles (Pierron, 2014). Les HE sont impliqués dans les interactions vivantes entre la terre, le sol, la lumière et l'air. L'aromathérapie peut être définie comme l'utilisation choisie HE et de produits apparentés d'origine végétale dans le but générale d'améliorer la santé et le bien-être et de soulager le stress, les infections, l'inflammation et la douleur **(Micozzi Marc, 2018)**.

I.3.2. Gemmothérapie

Évidemment la gemmothérapie a évolué depuis le Moyen-âge, notamment grâce au Dr. Pol Henry, un homéopathe belge né en 1918. Il s'intéresse dès 1959 à l'utilisation et aux effets de macérât glycélinés de bourgeons, de jeunes pousses et de radicules en les administrant à des lapins. Il nomme alors sa thérapie « Phytembryothérapie ». Il est considéré comme le père de la gemmothérapie, c'est le premier à avoir fait l'hypothèse que les tissus du bourgeon devaient contenir toute l'énergie informative au développement de l'arbre. D'autres suivront, dont le Dr. Max Tétou (qui créa le terme maintenant usuel, « Gemmothérapie »), Claude Leunis, Philippe Andrianne et Michel Dogna (Claudine, 2017).

Le mot gemmothérapie provient du latin *gemmae* signifiant autant pierre précieuse que bourgeon. La gemmothérapie est centrée sur les propriétés thérapeutiques des bourgeons, pousses, jeunes racines et d'autres tissus végétaux à l'état de croissance et ou encore à l'état indifférencié, riches en méristèmes, dans lesquels le génome est contenu et concentré, ainsi que l'énergie vitale exprimé dans les constituants actifs utiles à la croissance des plantes, et pour son utilisation dans un intérêt thérapeutique (Nicoletti et Piterà du climat, 2020).

La gemmothérapie est une thérapie vivante, où chaque organisme réagit selon ses capacités, en allant chercher ce dont il a besoin dans l'information indifférenciée des méristèmes des remèdes (Ledoux et Guéniot, 2019).

I.3.3. Homéopathie

Le terme « homéopathie » provient du grec *homoios* qui signifie « semblable » et de *pathos*, qui veut dire « maladie ». Découverte il y a plus de deux siècles par le médecin allemand Samuel Hahnemann (1755-1843).

L'homéopathie est une thérapeutique qui entend soigner l'individu dans son ensemble. Fondée sur l'expérimentation, c'est une méthode clinique et thérapeutique qui s'appuie essentiellement sur la loi de similitude (Démonceau *et al.*, 2019). « Les substances qui, à doses pondérales, sont capables de provoquer chez des sujets sains et sensibles un tableau symptomatique donné peuvent faire disparaître ces mêmes symptômes chez les malades qui les présentent, si elles sont prescrites à très faibles doses » (Abecassis et Demarque, 1981).

I.4. Quelques préparations à base de plantes médicinales

I.4.1. Tisane

Les tisanes ou apozèmes sont des médicaments ou des boissons pour les malades, elles sont obtenues par l'action dissolvante de l'eau sur des plantes médicinales. Les

tisanes sont préparées par solution simple, macération, décoction, le plus souvent par infusion. Elle consiste à verser de l'eau bouillante sur les plantes pendant quelques minutes, il est parfois nécessaire de les filtrer pour les clarifier (Frogerais, 2018).

Les tisanes peuvent être obtenues par les opérations suivantes :

- Infusion : versez sur la drogue l'eau bouillante. Laissez-en contact environ 10 à 15 minutes. Ce procédé convient à la plupart des feuilles, des fleurs et oranges fragiles.
- Macération : maintenez la drogue en contact avec de l'eau, à température d'environ 25°C, pendant une durée de 30 min,
- Décoction : maintenez la drogue en contact avec de l'eau, à l'ébullition, pendant une durée de 15 à 30 min. La décoction doit être consommée dans les 24h après sa préparation.

Ces deux derniers procédés conviennent à la plupart des racines, rhizomes et écorces (Pharmacopée française, 2013).



Figure 1: Pouvoir des tisanes (Zanzaka, 2022)

I.4.2. Teintures

Placez les plantes dans un bocal en verre, et versez l'alcool (ou le mélange alcool-eau) dessus. Fermez le bocal et conservez-le dans un endroit frais pendant quelques

semaines, en secouant le pot de temps en temps. Filtrez ensuite le mélange et versez-le dans une carafe avant de mettre le liquide obtenu dans de petites bouteilles que vous étiquetterez. Si la teinture a plus de trois ans. **(Nogaret-Ehrhart, 2003).**

Le principe de la teinture consiste à capter les principes actifs de la plante en la faisant macérer, généralement dans de l'alcool. Vous pouvez utiliser de l'alcool éthylique vendu en pharmacie. Les plantes sont donc mises dans de l'alcool à 60 degrés ou dans un mélange d'alcool et d'eau, pendant plusieurs semaines (entre deux et cinq). Le produit obtenu est ce que l'on appelle la teinture-mère. Il vaut mieux mettre des plantes sèches à macérer, car certaines plantes fraîches peuvent être toxiques. **(Nogaret-Ehrhart, 2003).**



Figure 2 : Teinture (Hochet, 2022)

I.4.3. Sirops

Le miel et le sucre non raffiné sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops et des cordiaux. Ils ont en outre des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge. La saveur sucrée des sirops permet de masquer le mauvais goût de certaines plantes, de manière à ce que les enfants les absorbent plus volontiers **(Iserin, 2001).**



Figure 3 : Etapes de préparation d'un sirop (Christophe, 2012)

I.5. Avantages et efficacité de la phytothérapie

I.5.1. Avantages

Toutefois, malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages :

N'oublions pas que de tout temps, à l'exception de ces cent dernières années, les hommes n'ont eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria (**Iserin et al., 2001**).

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. C'est pourquoi on utilise à nouveau l'absinthe chinoise (*Artemisia annua*) et surtout son principe actif pour soigner la malaria lorsque les protozoaires responsables de la maladie résistent aux médicaments (**Iserin et al., 2001**).

La phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme, est souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en Occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques, comme l'asthme ou l'arthrite. De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs, qui se tournent vers des soins moins agressifs pour

l'organisme. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques (**Iserin et al. ,2001**).

Les femmes traitées pour un cancer du sein ont largement recours à la phytothérapie, notamment pour prévenir les effets indésirables des traitements anticancéreux (**Chabosseau et al., 2016**).

Le grand intérêt de la phytothérapie est la bonne tolérance des plantes, lorsque celles-ci sont utilisées aux bonnes posologies. Les effets secondaires, sont généralement mieux connus que pour les molécules de synthèse (**Arnal-Schnebelen, 2004**).

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu d'effet indésirable, de plus, l'usage est simple, à domicile et l'effet recherché est pratiquement immédiat (**Robert, 2010**).

Une teinture d'*Atropa belladonna* chimiquement normalisée pour servir au traitement de l'ulcère gastrique, possède une efficacité thérapeutique au moins équivalente à celle d'une dose standard de sulfate d'atropine (le plus important principe actif d'*A. belladonna*). La plante se cultive facilement dans presque tous les pays et la fabrication d'une teinture stable nécessaire pour importer du sulfate d'atropine en comprimés (**Farnsworth et al., 1986**).

La phytothérapie, qui inclut des herbes telles que le gingembre, le poivron, l'ail et agripaume aider à contrôler les maladies liées à la circulation du sang telles que l'hypertension artérielle, les ulcères variqueux et ainsi de suite. Beaucoup de plantes médicinales sont utilisées pour traiter les maladies coronariennes et de réduire le niveau de cholestérol dans le sang (**Ben Moussa, 2014**).

I.5.2. Efficacité

L'efficacité d'un traitement de phytothérapie repose avant tout sur le choix des plantes qui le composent. Aussi, la qualité des plantes ou des produits dérivés est-elle essentielle ?

Cette qualité s'obtient par une sélection rigoureuse de l'espèce, de la partie active de la plante (racine, sommité fleurie, tige, feuille, fruit) en veillant aux bonnes conditions de culture (exposition au soleil, sol, climat) et de période adéquate pour la cueillette (**Broze et al., 2000**).

Ensuite, les plantes doivent être contrôlées par de nombreuses analyses garantissant leur innocuité (recherche de bactéries et vérification de l'absence d'éventuels pesticides) mais aussi leur teneur en principes actifs (**Broze et al., 2000**).

Sur le site de l'Agence Européenne des médicaments, se retrouve de nombreuses monographies résumant des données d'essai clinique pour argumenter l'efficacité des plantes : par exemples, échinacée pour l'infection des voies respiratoires supérieures **(EMA, 2015)**, palmette pour l'hyperplasie bénigne de la prostate **(EMA, 2014)**, ginkgo pour la démence **(EMA, 2015)** et millepertuis pour la dépression **(EMA, 2009)**.

Prenant l'exemple de l'échinacée **(EMA, 2015)**, quatre études principalement européennes, démontrent une efficacité. Mais huit essais les plus récents, menés de manière adéquate, rigoureuse, en double aveugle, contre le placebo, avec des préparations standardisées suggèrent le contraire **(EMA, 2012)**.

Plusieurs médicaments à base de plantes et compléments alimentaires ont été évalués dans des essais contrôlés thérapeutiques prometteurs :

-Les produits de soja (Glycine max) pour le traitement de l'hypercholestérolémie **(EMA, 2015)**.

-Gingembre (*Zingiber officinale*) pour l'efficacité antiémétique dans diverses situations qui peuvent produire des nausées et des vomissements (par exemple, postopératoire, la chimiothérapie, la grossesse). La majorité des études montre que le gingembre à la dose pharmacologique peut être plus efficace que le placebo, bien que la sécurité pendant la grossesse n'ait pas été prouvée de manière adéquate **(EMA, 2012)**.

De nombreuses études scientifiques relatent les effets bénéfiques des plantes, parfois même supérieurs aux médicaments et ce dans les plus grandes revues médicales **(Gayet, 2013)**.

Quatre organismes aujourd'hui s'attachent à démontrer leur efficacité :

- EMA : l'Agence européenne du médicament.
- Escop : la Coopérative scientifique européenne de phytothérapie.
- OMS : l'Organisation mondiale de la santé.
- Commission E en Allemagne.

Ces 4 instances répertorient les vertus médicinales des plantes, étudient les usages traditionnels et se prononcent sur leur utilité dans le traitement de certains symptômes **(Gayet, 2013)**.

Plus concrètement, la fidélité des clients d'une herboristerie laisse deviner leur satisfaction des services rendus par les plantes. N'oublions pas que c'est la première médecine du monde dans toutes les cultures et sur tous les continents **(Gayet, 2013)**.

Il existe des livres relatant des exemples flagrants de guérison (ulcère, hépatite, arthrite, eczéma...), comme ceux de Jean Valnet ou de Maria Trében **(Gayet, 2013)**.

Pour autant, la phytothérapie ne traite pas 100 % des maladies et ne se substitue pas aux traitements médicaux et chirurgicaux modernes pour des pathologies lourdes (cancer, maladie génétique, maladie auto-immune, vitiligo...). Elle peut néanmoins venir en soutien. Le progrès médical et les avancées scientifiques, dont des pays comme la France bénéficient sont une chance que tout malade doit mettre à profit (**Gayet, 2013**).

I.6. Inconvénients, risques et limites de la phytothérapie

I.6.1. Inconvénients et risques

Les plantes médicinales pouvant s'avérer toxiques ou interagir avec les médicaments, les pharmaciens et chimiothérapeutes doivent en évaluer le rapport bénéfice-risque (**Chabosseae et al., 2016**).

Il ya très peu de bons praticiens de la médecine de fines herbes, et il serait sage de vous assurer que vous consultez un bon praticien avant de commencer sur la phytothérapie (**Ben Moussa, 2014**).

Il n'existe aucun renseignement exact qui permette de déterminer l'intérêt des plantes ou des principes actifs qui en dérivent, ni dans quelle mesure ils sont utilisés dans les systèmes de soins de santé nationaux (**Farnsworth et al., 1986**).

Contrairement aux médicaments de synthèse, les plantes médicinales et les produits de phytothérapie contiennent de nombreux principes actifs. Ainsi, le risque d'interactions entre les plantes et les médicaments est, en théorie, supérieur au risque d'interactions entre les médicaments. Des rapports de cas et des études cliniques ont souligné l'existence de nombreuses interactions, bien que les relations de cause à effet n'aient pas toujours été établies. Par ailleurs, ce risque est augmenté chez les personnes âgées, qui sont souvent poly médicamenteuses (**Christophe, 2014**).

Il possède une activité clinique qui ne s'exprime qu'après une prise continue et longue (**Goetz, 2005**). Cure utilisant phytothérapie et compléments prendrait un certain temps. Vous devez posséder une immense patience (**Ben Moussa, 2014**).

Certaines plantes peuvent s'avérer dangereuses (allant jusqu'à provoquer la mort) mais elles ne seront jamais prescrites, même à de faibles doses. Parmi les risques rencontrés face à cette discipline, on peut citer :

- Surdosage ;
- Allergie ;
- Contaminations par des toxiques divers (métaux lourds, micro-organismes) ;
- Présence d'une substance allopathique dans la préparation ;
- Interaction avec d'autres plantes ou traitements en particulier allopathique ;

•Modification des doses absorbées (**Cavalier et al., 2015**).

I.6.2. Limites

Il est possible de se soigner avec une sélection de plantes qui seront en général utilisées seules plutôt qu'en mélange (**Gayet, 2013**).

Tableau 1 : Dangers de la phytothérapie (Durrity, 1994).

Intoxication	Les plantes peuvent contenir des composés chimiques puissants, responsables d'effets indésirables et de toxicité. Leur utilisation nécessite une vigilance continue. Des études antérieures du Centre Anti-Poison d'Alger montrent que l'intoxication par les plantes présente 2.34 % en 2007 parmi tous les cas d'intoxications mais avec un nombre de décès élevé « 21 cas de décès ».
Interaction	La prise simultanée de plantes médicinales et de médicaments peut entraîner l'interaction des deux remèdes et l'apparition d'effets secondaires, parfois graves par exemple le millepertuis peut inhiber l'effet de médicaments comme la digoxine, la théophylline, les anticoagulants à base d'antivitamine K, des contraceptifs oraux et certains antidépresseurs.
Allergie	Les herbes parfois contiennent des substances qui causent des allergies, c'est le cas par exemple de « <i>Aloe Vera</i> », Certaines plantes peuvent provoquer une allergie grave de l'organisme « choc anaphylactique » qui va nécessiter une intervention médicale immédiate.
Enfants	Les doses d'herbes ont été conçues dans la plupart des cas pour s'adapter à des adultes ; Et quelques types seulement sont adapté aux enfants, il ne faut pas donner aux enfants certains types de plantes sans avoir consulté votre médecin et il faut faire attention lorsqu'on l'utilise.
Grossesse et allaitement	Certaines plantes peuvent causer des dommages qui peuvent aller jusqu'à l'avortement, parce qu'il fonctionne sur la contraction des muscles de l'utérus. Il n'est pas recommandé d'utiliser des herbes pendant une longue période avant et après la grossesse c'est le cas du « GINGEMBRE ».
Hypertension artérielle	Certaines plantes peuvent provoquer une diminution de la pression artérielle, comme c'est le cas des herbes diurétiques.

Chapitre II : Plantes médicinales



Depuis la préhistoire, l'être humain recherche dans son environnement (plantes, animaux, pierres, esprits) de quoi soulager ses maux et traiter ses blessures. La médecine moderne occidentale a rejeté la plupart de ces recours pour développer des médicaments chimiques et une technique de soins sophistiquée. Elle continue cependant d'utiliser certains remèdes à base de plantes médicinales. Une tendance récente conduit même à rechercher dans les plantes de nouveaux produits de substitution pour certaines maladies : cancer, paludisme, etc. Plus de 200 000 espèces végétales sur les 300 000 recensées de nos jours sur l'ensemble de notre planète vivent dans les pays tropicaux d'Afrique et d'ailleurs. L'histoire de la médecine montre l'importance de ces espèces dans les thérapies, toutes les sociétés traditionnelles ayant puisé, pour leurs soins de santé, dans cette pharmacopée végétale d'une très grande richesse (**Sofowora, 2010**).

Il y a environ 500 000 plantes sur terre ; 10 000 d'entre elles, possèdent des propriétés médicinales. Cent des plus courantes, présentées dans l'ordre alphabétique de leurs noms latins, sont étudiées dans la partie consacrée aux principales plantes médicinales. La plupart de ces plantes sont bien connues et traditionnellement utilisées dans le monde entier, comme l'allemande (*Chamomilla recutita*) ou le gingembre (*Zingiber officinale*). Les autres, tel le nem (*Azadirachta indica*), originaire d'Asie, sont surtout utilisées dans leur région d'origine. La majorité de ces plantes ont fait l'objet de recherches et agissent efficacement sur la santé (**Iserin et al., 2001**).

Une des conditions indispensables du succès des soins de santé primaires est de disposer de médicaments appropriés et de les utiliser. Les plantes sont depuis toujours une source habituelle de remèdes sous forme de préparations traditionnelles ou de principes actifs purs (**Farnsworth et al., 1985**).

II.1. Définition

Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**Elqaj et al., 2007**).

Selon la X^{ème} édition de la pharmacopée française, les plantes médicinales "sont des drogues végétales au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses". Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires ou hygiéniques. En d'autres termes, les plantes médicinales sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle et/ou moderne dont au moins une partie renferme une ou des substances qui possèdent des propriétés thérapeutiques

(Ouedraogo *et al.*, 2021). Certaines plantes à propriétés médicamenteuses peuvent également avoir un usage alimentaire, être utilisées comme condiments ou servir à la préparation de boissons hygiéniques (Aubé, 2018).

Leur action provient des composés photochimiques (métabolites primaires ou secondaires) qui agissent seul ou en synergie entre ces différentes composées. Le matériel végétal destiné à être utilisé en thérapeutique constitue la drogue végétale. Il peut s'agir de la plante entière, d'une ou de plusieurs parties de plantes ou d'extraits (Ouedraogo *et al.*, 2021).

II.2. Médicament à base de plantes médicinales

C'est tout médicament dont les substances actives sont exclusivement une ou plusieurs substances végétales ou préparations à base de plantes ou une association d'une ou de plusieurs substances végétales ou préparations à base de plantes (Lehmann, 2014).

Les plantes médicinales sont utilisées par :

- Les populations pour l'automédication ;
- Les tradipraticiens de santé pour le traitement des patients ;
- Les exportateurs pour l'approvisionnement du marché international des phyto médicaments (Sanogo, 2006).

Cette catégorie concerne essentiellement les préparations pour tisanes, présentées en sachets-doses ou en vrac. Il convient alors de réaliser un essai de perte à la dessiccation, de vérifier la pureté en déterminant le taux d'éléments étrangers afin de déceler une éventuelle adultération ou falsification, de mesurer la taille des particules et dans le cas des sachets-doses, d'effectuer un essai d'uniformité de dosage (masse et teneur) (Ouedraogo *et al.*, 2021).

Les médicaments à base de plantes se vendent sous différentes formes : présentation traditionnelles, poudres, tisanes, gélules, sirops, pommades, etc. (Sanogo, 2006).

II.3. Préparation à base de drogues végétales

Le médicament à base de plantes est préparé à partir d'une plante ou partie de plante appelée « drogue végétale » ou bien à partir d'une « préparation à base de plantes » tel un extrait végétal qui comporte ainsi de nombreuses substances chimiques mélangées. Les préparations à base de drogue(s) végétale(s) sont obtenues en soumettant les drogues à des traitements comme l'extraction, la distillation, l'expression, le fractionnement, la purification, la concentration ou la fermentation (Wichtl et Anton, 2003).

Elles comprennent les matières végétales en fragments ou en poudre, les extraits, teintures et huiles grasses, dont la production fait intervenir des opérations de fractionnement, de purification, de concentration ou d'autres procédés physiques ou biologiques. Elles comprennent également des préparations obtenues en faisant macérer ou chauffer des matières végétales dans des boissons alcoolisées et/ou du miel, ou dans d'autres matières

Ce sont des préparations obtenues à l'aide d'une ou plusieurs plantes. Quand plus d'une plante intervient dans la composition, on peut parler d'un mélange. Les produits finis et les mélanges peuvent contenir, outre les principes actifs, des excipients (**Hallouch, 2021**).

Différents types d'extraits peuvent être distingués :

-Les **extraits titrés** sont ajustés avec une tolérance acceptable à une teneur donnée en constituants ayant une activité thérapeutique connue ; l'ajustement du titre de l'extrait est obtenu au moyen d'une substance inerte ou en mélangeant des lots d'extraits ;

-Les **extraits quantifiés** sont ajustés à une fourchette définie de constituants en mélangeant des lots d'extraits (**Lehmann, 2014**).

« Les extraits sont préparés par des procédés appropriés, en utilisant de l'éthanol ou d'autres solvants appropriés. Différents lots de la drogue végétale peuvent être mélangés avant extraction. Les drogues végétales à extraire peuvent subir un traitement préalable (tel que l'inactivation d'enzymes, le broyage ou le dégraissage). De plus, des matières indésirables peuvent être éliminées après extraction (**Lehmann, 2014**).

II.4. Totum

Le totum se définit comme « l'ensemble complexe et cohérent des molécules actives de la partie de plante utilisée ». Ce n'est pas la plante entière qui constitue le totum mais la partie médicinale de la plante, ce peut être les feuilles, les fleurs, les racines, les fruits... (**Aubé, 2018**). C'est-à-dire que l'ensemble des constituants de la plante supposés actifs (**I.E.S.V, 2015**). Les plantes médicinales sont composées de milliers de substances présentes en quantité variable. Ces substances représentent les principes actifs de la plante. Leurs caractéristiques et leur activité thérapeutique sont souvent difficiles à mettre en évidence si on les étudie un par un (**Aubé, 2018**).

Ces principes actifs possèdent une action complémentaire dans leurs effets sur l'organisme. L'expérience montre que l'effet thérapeutique de la plante totale est supérieur

à celui de l'un ou de plusieurs de ses constituants moléculaires. C'est l'ensemble des substances présentes dans le végétal qui détermine, par un effet de synergie et de meilleure biodisponibilité, l'activité thérapeutique de la plante **(Aubé, 2018)**.

Notons tout de même que certains avis diffèrent quant à cette notion de totum. Il pourrait arriver que des constituants du mélange soient toxiques ou indésirables. C'est le cas de la drogue de Valériane (*Valeriana officinalis L.*) qui peut être le totum du rhizome et des racines dans toute son intégrité et toute son intégralité. Pourtant si l'acide valérénique, principe actif majeur, est toujours d'actualité, les valépotriates qui sont également des composants du mélange ont démontré, in vitro, des propriétés cytotoxiques et mutagènes **(Charpentier et al., 2008)**.

II.5. Origines des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont caractérisées par deux origines. Ce sont les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette" et les plantes cultivées **(Ouedraogo et al., 2021)**.

II.5.1 Plantes sauvages ou spontanées

Elles furent les seules utilisées autrefois et représentent encore aujourd'hui un pourcentage notable du marché européen. Leur répartition dépend du sol et surtout du climat **(Perrot et Paris, 1974)**. Ces plantes sont en effet influencées par la température, la latitude, l'altitude, la composition du sol, etc. Ces conditions édaphiques font de ces plantes des véritables réservoirs de spécificités génétiques **(Ouedraogo et al., 2021)**.

II.5.2 Plantes cultivées

Partie importante des inconvénients sont évités grâce à la culture des plantes. Celle-ci assure une matière première en quantité suffisante pour répondre aux besoins et les drogues recueillies sont homogènes par leur aspect et leur composition chimique. Autres avantages, et pas des moindres, toute confusion possible par la cueillette est ici exclue, ce qui permet aussi une récolte plus opportune **(Bézanger-Beauquesne, 1986)**. En effet, la culture des plantes médicinales répond à des directives de l'OMS sur les bonnes pratiques agricoles et des bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales. Elles s'appliquent à la culture, à la récolte des plantes médicinales et à certaines opérations postérieures à la récolte. Les directives peuvent être adaptées à la réglementation en vigueur dans les différents pays **(Ouedraogo et al., 2021)**. En plus de tous ces bénéfices sur la qualité, la culture pallie la dispersion ou la disparité des peuplements naturels. Il est possible d'adapter la quantité aux besoins médicaux. Tout doit bien sûr s'effectuer dans les meilleures conditions possibles et tenir compte, entre

autres (**Bézanger-Beauquesne, 1986**). L'importante diversité créée au sein des espèces cultivées (Tableau 02), bien que très inférieure à celle de la flore spontanée, constitue aussi un réservoir de spécificités génétiques (**Ouedraogo et al., 2021**).

Tableau 2 : Culture des principales plantes médicinales (Iserin et al., 2001)

Plante	Plantation	Multiplication	Conditions de culture	Usages médicinales
Aloès(<i>Aloe vera</i>)	Print. /aut.	Rejets	Intérieur ;soleil ; Rempoter régulièrement, ne pas trop arroser	Pâte de plante fraîche contre plaies et brûlures bénignes
Consoude(<i>Symphytum officinale</i>)	Print. /auto.	Semis/division des racines	Chaleur et soleil ; sol humide	Onguent ou cataplasme contre entorses et contusions (feuilles exclusivement)
Grandecamomille(<i>Tanacetum parthenium</i>)	aut. /Print.	Semis/bouturage /division des racines	Soleil ; sol bien drainé ou sec et pierreux	Feuilles fraîches ou teinture contre migraines et les maux de tête
Mélisse (<i>Melissa officinalis</i>)	Print. /auto.	Semis/bouturage /division des racines	Soleil ; sol humide ; rabattre après la floraison	Infusion contre l'anxiété, sommeil difficile, indigestion ; lotion contre l'herpès
Souci (<i>Calendula officinalis</i>)	Print. /aut.	Semis	Plein soleil ; sol bien drainé ; enlever les fleurs fanées	Crème contre coupures, écorchures ; Infusion contre les mycoses
Menthe poivrée (<i>Mentha piperita</i>)	Print. /aut.	Bouturage /division des racines	Soleil ; sol humide ; ne pas laisser sécher la terre	Infusion contre maux de tête et indigestions ; lotion contre démangeaisons
Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Print. /aut.	Semis /bouturage	Site abrité du soleil ; protéger avec des sacs en hiver	Infusion comme tonique du système nerveux et contre la digestion difficile
Sauge officinale (<i>Salvia officinalis</i>)	aut. /Print.	Semis/bouturage/ marcottage	Site abrité du soleil ; Sol bien drainé ou sec	Infusion contre maux de gorge, aphtes et diarrhée
Millepertuis (<i>Hypericum perforatum</i>)	Print. /auto.	Semis/division des racines	Site abrité du soleil ; Sol bien drainé ou sec	Teinture contre dépression et troubles de la ménopause ; huile antiseptique et cicatrisante
Thym (<i>Thymus vulgaris</i>)	Print. /été.	Semis/bouturage /division des racines	Soleil ; sol bien drainé, couche de gravier parfois nécessaire	Infusion contre toux, rhume et infections pulmonaires ; lotion contre mycoses

II.6. Effets des plantes médicinales

La phytothérapie ne traite pas simplement les symptômes, elle traite véritablement la cause du mal, elle peut être utilisée à titre assainissant ou thérapeutique. Celle-ci peut soigner au moins 80% des maladies du quotidien. Elle peut être appliquée contre le rhumatisme, les troubles digestifs ou pour activer les défenses de l'organisme mais encore en préventions contre le vieillissement de la peau et beaucoup d'autres maux. Cette dernière est très performante dans tous les domaines, et traite les douleurs articulaires, les dépressions, les problèmes de transit, les troubles de circulation sanguines etc. La nature même de la phytothérapie est de savoir marier les plantes entre elles afin de maximiser et combiner leurs bienfaits et vertus (**Jiaogulan, 2017**).

Les troubles les plus courants pris en charge en phytothérapie sont nombreux et dépendent souvent de la saisonnalité : les troubles circulatoires durant l'été (jambes lourdes...), l'immunité à l'automne, les douleurs articulaires (rhumatismes, arthrose) et douleurs musculaires, la fatigue, les troubles du sommeil, l'anxiété, les sautes d'humeur, les troubles de la concentration et de la mémoire, les troubles digestifs : diarrhées, constipation, dyspepsie, ballonnements somnolences après le repas..., les infections virales saisonnières, une convalescence post-infectieuse, le surpoids, la rétention d'eau, les troubles de la périménopause et de la ménopause, le syndrome prémenstruel (**Dasinieres, 2021**).

Certaines plantes utilisées dans la phytothérapie n'exigent pas de prescription médicale au préalable, elles peuvent être achetées librement en pharmacie ou en magasins spécialisés dans ce domaine. Il est important de bien connaître les plantes ainsi que leur environnement (**Jiaogulan, 2017**).



Figure 4: Quelques plantes médicinales et leurs effets scientifiquement prouvés
(Gruffat, 2020)

II.7. Principe actif

Les principes actifs sont des substances chimiques se trouvant dans la plante médicinale agissant de façon isolée ou en association (Gruffat, 2022). Ces molécules présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal, elle est issue de plantes fraîches ou des séchées, nous pouvons citer comme des parties utilisées : les racines, écorces, sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines (Amarni et Ben Aouali, 2017). Une plante médicinale peut contenir des centaines, voire des milliers de principes actifs différents (Gruffat, 2022).

II.7.1. Composition chimique des plantes

La plante possède une composition chimique complexe, constituée de plusieurs substances. La plupart des scientifiques définissent les substances naturelles comme des composés chimiques qui se trouvent dans de nombreuses familles et espèces végétales (Firn, 2004). Cette composition complexe résulte de l'interaction de la plante avec son environnement. En effet, elle puise par ses racines dans le sol l'eau, les minéraux (oligo-

éléments et macroéléments) nécessaires à sa croissance. Elle réalise la photosynthèse dans ses feuilles, elle élabore des molécules complexes appelées composés organiques (Ouedraogo *et al.*, 2021).

Les substances élaborées par les plantes sont classées en deux groupes :

– **Métabolites primaires** qui sont nécessaires à la vie végétale et qui ne présentent aucune activité pharmacologique de base (Ouedraogo *et al.*, 2021). Le métabolisme primaire regroupe toutes les voies de synthèse de composés indispensables à la croissance et au développement de la plante. Les métabolites primaires qui en proviennent jouent un rôle clé et bien établi chez tous les végétaux (acides aminés et protéines, acides gras et sucres ...) (Herms et Mattson, 1992).

– **Métabolites secondaires ou spécialisés** Sont de composition plus complexe elles sont trouvées dans les différentes parties (racine, feuille, tige, etc.), mais obtenues par des techniques de biotechnologie (Extraction par solvant, chromatographies sur colonne (Lubert *et al.*, 2003). On appelle métabolites secondaires des composés biosynthétisés naturellement. Nombreux ceux qui possèdent des propriétés thérapeutiques et sont (ou ont été) utilisés en médecine traditionnelle et moderne. On distingue classiquement plusieurs catégories de métabolites secondaires en fonction de leur nature biochimique et de leur origine biosynthétique (Nguyen *et al.*, 2013). Elles sont également d'un grand intérêt pour la plante car elles la protègent des rayons du soleil, des oxydations et interviennent comme signaux d'échange avec son environnement (pour se protéger d'autres espèces ou pour attirer les insectes pollinisateurs) (Ouedraogo *et al.*, 2021).

II.7.2. Différents principes actifs

Les effets curatifs de certaines plantes sont bien connus. La camomille allemande, par exemple, est utilisée depuis des milliers d'années contre les troubles digestifs. L'aloès était déjà connu du temps de Cléopâtre, où il servait à adoucir la peau. Or, ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolés et étudiés. Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme (Iserin *et al.*, 2001).

II.7.2.1. Phénols

Existe une très grande variété de phénols, de composés simples comme l'acide Salicylique, molécule donnant par synthèse l'aspirine, à des substances plus complexes comme les composés phénoliques auxquels sont rattachés les glucosides (Iserin *et al.*, 2001).

Certains des plus simples composés phyto chimiques bioactifs sont constitués d'un seul anneau phénolique. Structurellement, les composés phénoliques comportent un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupes hydroxyles substitués et vont de la molécule phénolique simple à des composés hautement polymérisés (Elkolli, 2016 ; Elkolli, 2017).

- Classification

Le terme d'acide phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. En phytochimie, l'emploi de cette dénomination est réservé aux seuls dérivés des acides benzoïque et cinnamique (Fig. 5).

-Acide phénols dérivés de l'acide benzoïque : les acides phénols en C6-C1,

-Acide phénols dérivés de l'acide cinnamique : la plupart des acides phénols en C6-C3 (Bruneton, 1993).

-Phénols simples : tels que le catéchol, guaiacol, phloroglucinol, etc. (Cowan, 1999).

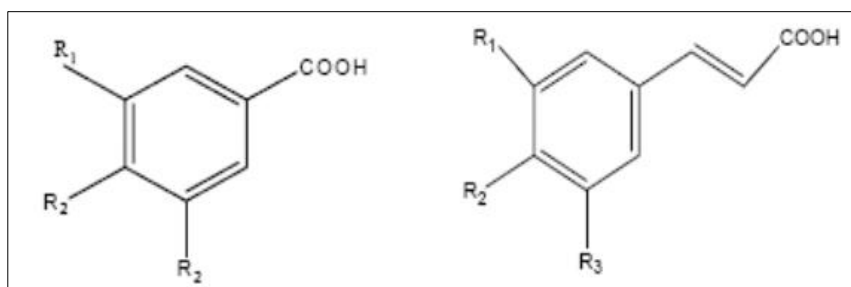


Figure 5 : Structures des composés phénoliques simples
(A) Acide benzoïque (B) acide cinnamique (Chira *et al.*, 2008).

- Propriétés biologiques

Les phénols sont anti-inflammatoires et antiseptiques. On suppose que les plantes, en les produisant, cherchent à se prémunir contre les infections et les insectes phytophages. Les acides phénoliques sont fortement antioxydants et anti-inflammatoires et peuvent avoir des propriétés antivirales (Iserin *et al.*, 2001). Les composés possédant les activités antioxydantes et antiradicalaires sont l'acide caféique, l'acide gallique et l'acide chlorogénique (Bossokpi, 2002). Ils peuvent aussi prévenir les dommages oxydatifs d'ADN cellulaire à une faible concentration et exerce une forte activité antiproliférative tels que la quercétine sur les cellules cancéreuses humaines du colon et les cellules épithéliales du foie chez les rats normaux (Lee *et al.*, 2005).

II.7.2.2. Flavonoïdes

L'ensemble des flavonoïdes, de structure générale C₁₅ (C₅-C₃-C₆) (**Fig. 6**). Comprend à lui seul plusieurs milliers de molécules regroupées en plus de dix classes, dont certaines ont une très grande importance biologique et technologique : les anthocyanes, pigments rouges ou bleus, les flavones et flavanols, de couleur crème ou jaune claire (**Jay-Allemand et al., 2005**).

Les flavonoïdes sont des produits largement distribués dans le règne végétal et sont couramment consommés quotidiennement sous forme de fruits, légumes et boissons telles que le vin et le thé. Ils sont capables de moduler l'activité de certaines enzymes et de modifier le comportement de plusieurs systèmes cellulaires, suggérant qu'ils pourraient exercer une multitude d'activités biologiques, notamment des propriétés anti-oxydantes, vasculo-protectrices, anti-hépatotoxiques, anti-allergiques, anti-inflammatoires, anti-ulcéreuses (**Ghedira, 2005**).

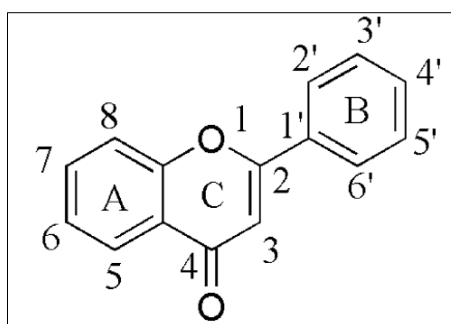


Figure 6 : Structure de base des flavonoïdes (**Wang et al., 2018**)

- Classification

Les flavonoïdes sont classés d'un côté sur la base du nombre, de la position et de la nature des substituants (groupements hydroxyles -OH et méthoxyles -OCH₃), de l'autre côté sur la base des deux cycles aromatiques A et B de la chaîne de carbone intermédiaire (**Mazari, 2011**).

- Activités biologiques des flavonoïdes

Les plantes possèdent un certain nombre de mécanismes de défense préformés et inductibles conférant une résistance aux maladies contre les agents pathogènes potentiels. Parmi les défenses inductibles, l'accumulation de phytoalexine est considérée comme une réponse de défense précoce importante dans plusieurs interactions plante-pathogène telles que le soja (**Ebelet Crisebach, 1988**). Les flavonoïdes ingérés avec nos aliments sont réputés protéger l'organisme contre les effets délétères des apports environnementaux oxydants (**Stoclet et Schini-Kerth, 2011**). Ils peuvent exercer des effets antioxydants en

tant que piègeurs des radicaux libres, composés donneurs d'hydrogène et chélateurs d'ions métalliques, propriétés attribuées aux groupes hydroxyle phénoliques attachés aux structures en anneau (**Amic et al., 2007**). L'inflammation est une réponse complexe du système de défense de l'hôte à différents stimuli internes et externes. L'inflammation persistante peut entraîner des maladies inflammatoires chroniques telles que des maladies inflammatoires de l'intestin, des maladies neurologiques et cardiovasculaires. Les composés flavonoïdes peuvent interagir avec les maladies inflammatoires chroniques au niveau cellulaire et moduler la réponse des voies protéiques (**Hussain et al., 2020**).

II.7.2.3. Tanins

C'est un terme qui provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux (**Hopkins, 2003**). C'est une substance amorphe contenue dans de nombreux végétaux. Elle est employée dans la fabrication des cuirs car elle rend les peaux imputrescibles. Elle possède en outre des propriétés antiseptiques mais également antibiotiques, astringentes, anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstrictrices (diminution du calibre des vaisseaux sanguins) (**Ali-Delille, 2013**). Les plantes contenant du tanin sont par exemple le chêne (**Kunkele et Lobmeyer, 2007**).

– Classification

On distingue deux grands groupes de tanins, différents à la fois par leur réactivité chimique et par leur composition (**Haslam, 1989**). Les tanins hydrolysables (**Guignard, 2000**). Et les tanins condensés (**Fig. 7**) (**Awika et Rooney, 2004**).

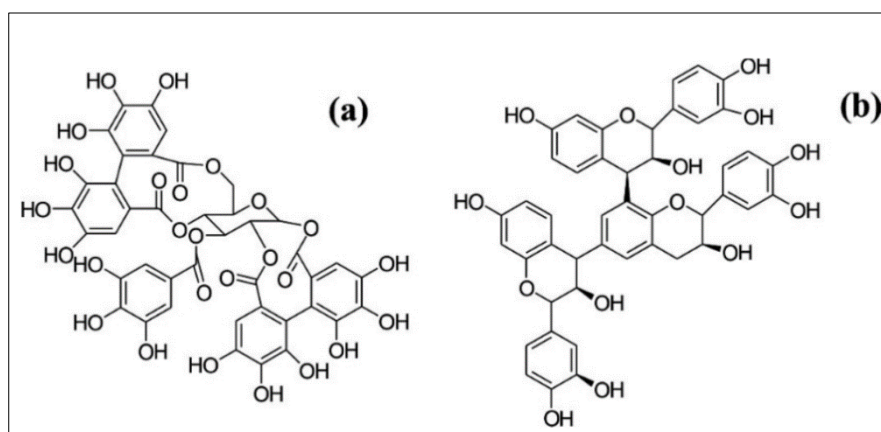


Figure 7 : Structure chimique des tanins (a) hydrolysables (b) condensés (**Raja et al., 2014**)

- Propriétés biologiques

Les tanins catéchiques ont un pouvoir antioxydant très remarquable due à leurs noyaux phénols et la présence des groupes di- ou tri hydroxyles sur le cycle B et les groupes méta-5,7-dihydroxyles sur le cycle A (**Rahman et al., 2006**). Ils sont dotés d'un certain pouvoir astringent, par lequel on explique leurs propriétés vasculo-protectrices, cicatrisantes et anti-diarrhéiques (**Hennebelle et al., 2004**). Ce sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produites au cours de la peroxydation, des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto-oxydation des lipides (**Smythies, 1998**). Les tanins sont considérés comme des anti-nutriments grâce aux divers effets nuisibles à savoir la digestion réduite des aliments, la faible biodisponibilité des micronutriments et les dommages du foie (**Chung et al., 1998**).

II.7.2.4. Anthocyanes

Les anthocyanes sont issus de l'hydrolyse des anthocyanidines (flavonoïdes proches des flavones) (**Iserin et al., 2001**). Sont des pigments naturels solubles dans l'eau induisant toutes les couleurs du rouge au bleu. Ils apparaissent principalement dans les fruits où ils se trouvent majoritairement localisés dans la peau, mais sont aussi présents au niveau des feuilles et racines (**Vandi et al., 2016**).

Les anthocyanes sont des hétérosides oxygénés (**Fig. 8**) (un ou plusieurs oses (glucose, galactose, rhamnose, arabinose) liés par leur fonction réductrice à une molécule non glucidique dite aglycone) dont la partie aglycone est appelée anthocyanidine. On peut aussi en ne les rattachant qu'à leur partie aglycone, les qualifier de flavonoïdes. Les anthocyanes sont les matières colorantes des feuilles, des fleurs, des fruits et des racines de beaucoup de plantes terrestres (**Gomez, 2022**).

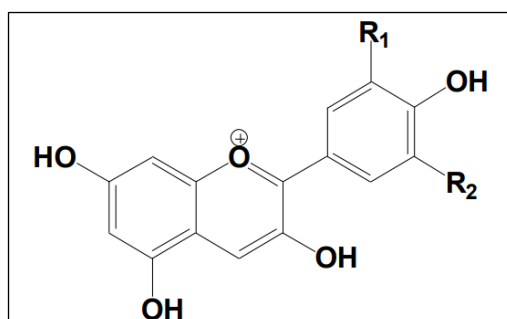


Figure 8: Anthocyanidines (Tsao, 2010).

- Classification

Selon leurs structures, qui, eux-mêmes, peuvent être acylés par des acides carboxyliques aromatiques (acide benzoïque et acide cinnamique), mais aussi par la nature

de l'anthocyanidine qui peut présenter différents substituant sur les positions R₁ et R₂ (Dangles, 1994). Voici les principales anthocyanidines présentées dans le **tableau** suivant :

Tableau 3: principales anthocyanidines (Tsao, 2010)

Anthocyanidine	R ₁	R ₂
Cyanidine	-OH	-H
Delphinidine	-OH	-OH
Pelargonidine	-H	-H
Malvidine	-OCH ₃	-OCH ₃
Peonidine	-OCH ₃	-H
Petunidine	-OH	-OCH ₃

– Propriétés biologiques

Les anthocyanes sont caractérisés par leurs propriétés antioxydantes, notamment contre le vieillissement cellulaire (Benhammou, 2011). Ils maintiennent une bonne circulation, notamment dans les régions du cœur, des mains, des pieds et des yeux (Iserin *et al.*, 2001). Les populations utilisant une alimentation riche en anthocyanes sont moins exposées à des maladies cardiovasculaires (Benhammou, 2011). La mûre sauvage (*Rubus fruticosus*), la vigne rouge (*Vitis inmfera*) et l'aubépine (*Crataegus oxyacantha*), en contiennent toutes des quantités appréciables (Iserin *et al.*, 2001).

II.7.2.5. Coumarines

Les coumarines de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales, (Iserin *et al.*, 2001). Les coumarines sont des métabolites secondaires possèdent des propriétés très diverses et sont présentes dans toute la plante, mais certains compartiments en contiennent plus que d'autres (venugopala *et al.*, 2013). Les coumarines présentent toutes une structure composée d'un cycle benzène et d'un noyau lactone formant alors un noyau coumarine simple (Fig. 9) (Bourgaud *et al.*, 2006). Le principal rôle physiologique des coumarines et décrit à l'heure actuelle, réside dans la défense de la plante contre les attaques par des pathogènes (Beieret Oertli, 1983).

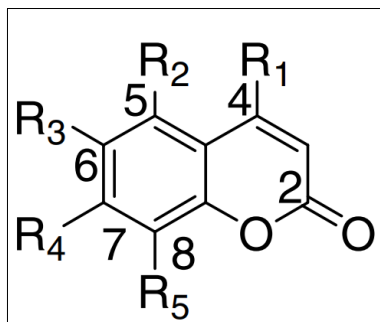


Figure 9 : Structure de la coumarine naturelle et synthétique (Raad *et al.*, 2006)

- Classification

Les coumarines sont classées selon leur bases structurales (**Nassima, 2012**), ils sont classés en : coumarines simples sont très répandus dans le règne végétal (**Harboune, 1999**), furocoumarines sont des molécules tricycliques et pyranocoumarines (**Merzoug, 2009**).

- Propriétés biologiques

La coumarine et les coumarines simples non prénylées présenteraient des propriétés veinotoniques qui seraient dues principalement à leur capacité à diminuer la perméabilité capillaire. L'emploi de plantes contenant des coumarines (hydroxylées ou non) telles que le mélilot ou le marronnier d'Inde (écorce) en tant que veinotoniques est admise en phytothérapie (**Pierre, 2021**).

Les coumarines possèdent plusieurs propriétés très intéressantes pour l'homme et sont parfois valorisées par les industries pharmaceutiques. Par exemple, elles sont bien connues pour leur activité anticoagulante (**Cravotto et al., 2001**). De façon générale, les médicaments coumariniques sont utilisés dans le but de prévenir la formation de caillots sanguins ou d'empêcher leur développement. Certaines coumarines présentent aussi des propriétés anti-inflammatoires comme c'est le cas de celles présentés dans des extraits de *Murraya alata* (**Lv et al., 2015**).

Une autre étude a montré que l'ombelliférone est une molécule hypoglycémiant qui permet de revenir à des taux normaux de glucose dans le sang (Ramesh et Pugalendi, 2005). Outre ces propriétés, les coumarines se révèlent aussi anticancéreuses et antidépressives (**Murakami et al., 1997**).

II.7.2.6. Saponines

Principaux constituants de nombreuses plantes médicinales, les saponines sont généralement connues comme des composés non-volatils, tensio-actifs qui sont principalement distribués dans le règne végétal (**Vincken et al., 2007**). Le nom « saponine » est dérivé du mot latin *sapo*, qui signifie « savon » (**Bruneton, 2009**). Elles produisent de la mousse quand on les plonge dans l'eau. Les saponines existent sous deux formes, les stéroïdes et les terpenoïdes. La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (œstrogène, cortisone) et de nombreuses plantes qui en contiennent ont un effet sur l'activité hormonale (**Iserin et al., 2001**). Plusieurs plantes riches en saponines ont une application pratique dans différents domaines. Ce sont entre autres *Quillaja saponaria* Molina (Rosaceae), *Yucca schidigera* (Agavaceae), *Camellia sinensis* (Theaceae), *Panax ginseng* (Araliaceae) (**Baguia-Broune et al., 2018**).

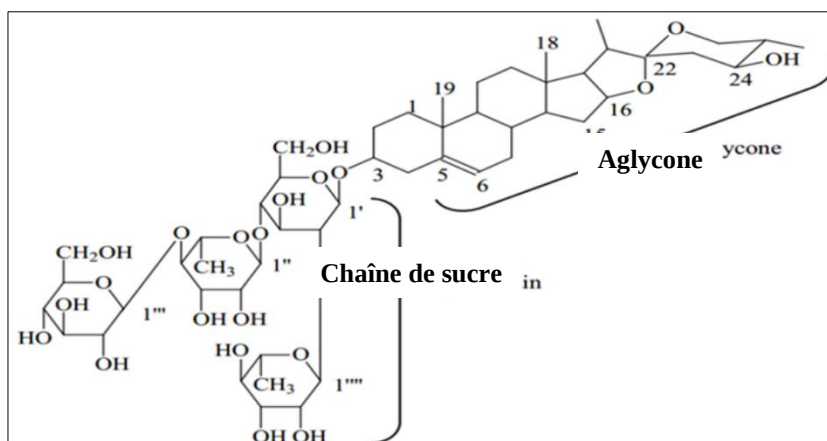


Figure 10 : Structure chimique de la saponine stéroïde (Abed El Aziz *et al.*, 2019)

– Classification

Les saponosides peuvent être classés en deux groupes en fonction de la nature de leur squelette aglycone. Le premier groupe est constitué des saponosides stéroïdiques, qui sont presque exclusivement présents dans les angiospermes monocotylédones. Le second groupe constitué par les saponosides triterpéniques (Chomsky, 2012), qui sont les plus courants et surviennent surtout chez les angiospermes dicotylédones (Bährle-Rapp, 2007).

– Propriétés biologiques

En raison de la variabilité structurale des aglycones, les saponines présentent des propriétés biologiques diverses. Elles trouvent de nombreuses applications dans l'industrie pharmaceutique, alimentaire et cosmétique en raison de leurs propriétés moussante, émulsifiante, tensio-active, et en rapport avec leurs effets hypoglycémique, antioxydant, anti-cancer, anti-cholinestérasique, etc. Plusieurs plantes riches en saponines ont une application pratique dans différents domaines (Baguia-Broune *et al.*, 2018).

II.7.2.7. Anthraquinones

Les anthraquinones, également appelées anthracenediones ou dioxoanthracènes, sont des membres de la famille des quinones, et constituent une grande variété structurale de composés parmi le groupe polycétides (Fouillaud *et al.*, 2018).

Ce sont les principaux constituants des plantes comme le séné (*Cassia senna*) (Fig. 11) et la rhubarbe de Chine (*Rheum palmatum*), qui toutes deux, agissent sur la constipation. Elles ont un effet irritant et laxatif sur le gros intestin, provoquent des contractions des parois intestinales et stimulent les évacuations environ dix heures après la prise. Elles rendent les selles plus liquides, facilitant ainsi le transit intestinal (Iserin *et al.*, 2001).

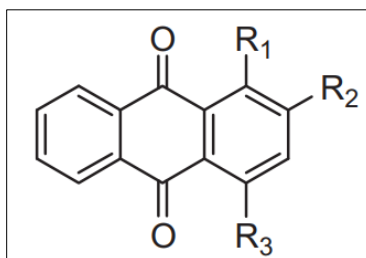


Figure 11: Structure d'une anthraquinone (Diaz-Munoz *et al.*, 2018)

- Classification

Les anthraquinones sont structurellement divisées en deux classes, mononucléaires et di nucléaires (Wang, 2021).

- Propriétés biologiques

Beaucoup d'entre eux possèdent des propriétés antibactériennes, antiparasitaires, insecticides, fongicides et antivirales. Les anthraquinones sont des composants actifs de nombreux mélanges de plantes qui sont utilisés comme médicaments et présentent des effets laxatifs, diurétiques, oestrogéniques. Des études pharmacologiques ont montré que les anthraquinones exercent des effets purgatifs, anti-inflammatoires, immuno-régulateurs, anti-hyperlipidémiques, et les effets anti-cancéreux (Friedman *et al.*, 2020).

II.7.2.8. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composés végétaux naturels, volatils, complexes, de nature huileuse ou lipidique et souvent caractérisé par un fort parfum. Ils ont une faible solubilité dans l'eau mais sont solubles dans les graisses, l'alcool, les solvants organiques et autres substances hydrophobes et sont généralement liquide à température ambiante. Ils sont stockés dans des cellules végétales spécialisées, généralement de l'huile cellules ou canaux, canaux résinifères, glandes ou trichomes (poils glandulaires) et peuvent être extraits à partir des feuilles, des fleurs, des bourgeons, des graines, des fruits, des racines, du bois ou de l'écorce des plantes par une variété de méthode (Thormar, 2011). Les huiles essentielles sont à différencier des huiles fixes ou des huiles obtenues par l'hydrolyse des glucosides comme la chamazulène de la camomille allemande (*Chamomilla recutita*) formée lors de la distillation mais absente de la plante à l'origine. Les résines, substances huileuses collantes qui suintent des plantes, notamment de l'écorce de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), sont souvent liées aux huiles essentielles (oléorésines) et aux gommes (Iserin *et al.*, 2001). Les HE sont utilisés en parfumerie, en cosmétique, en phytothérapie, en aromathérapie, etc. (Khodj et El Khil, 2015).

- Classification

Les HE sont classés habituellement selon la nature chimique des principes actifs majeurs (**Fig. 12**), plus rarement sur le mode d'extraction, ou les effets biologiques. On retient 8 classes principales (les carbures sesquiterpéniques et terpéniques, les alcools, les esters et alcools, les aldéhydes, les cétones, les phénols, les éthers et les peroxydes) (**Sens-Olive, 1979**). Avec les composants importants suivants :

Huiles principales riches en carbures terpéniques et sesquiterpéniques : HE de térébenthine (alpha-pinène, camphène), HE de genévrier (alpha-pinène, camphène, cadinène), HE de citron (limonène).

Huiles principales riches en alcools : HE de coriandre (linalol), HE de bois de rose (linalol), HE de rose (géraniol).

Huiles principales mélanges d'esters et d'alcools : HE de lavande (linalol, acétate de linalyle), HE de menthe (menthol, acétate de menthyle).

Huiles principales riches en aldéhydes : HE de cannelle (aldéhyde cinnamique), HE de citronnelle (citral et citrannal), HE d'eucalyptus *citriodora* (citronellal).

Huiles principales riches en cétones : HE de carvi (carvone), HE de sauge (thuyone), HE de thuya (thuyone), HE de camphrier (camphre).

Huiles principales riches en phénols : HE de thym (thymol), HE de sarriette (carvacrol), HE d'origan (thymol et carvacrol), HE de girofle (eugénol).

Huiles principales riches en éthers : HE d'anis vert, de badiane (anéthol), HE de fenouil (anéthol), HE d'eucalyptus globulus (eucalyptol), HE de cajeput (eucalyptol), HE de niaouli.

Huiles principales riches en peroxydes : HE de chénopode (ascaridol), HE d'ail (allicine).

Huiles principales sulfurées : HE de crucifères et de Liliacées (Sens-Olive, 1979).

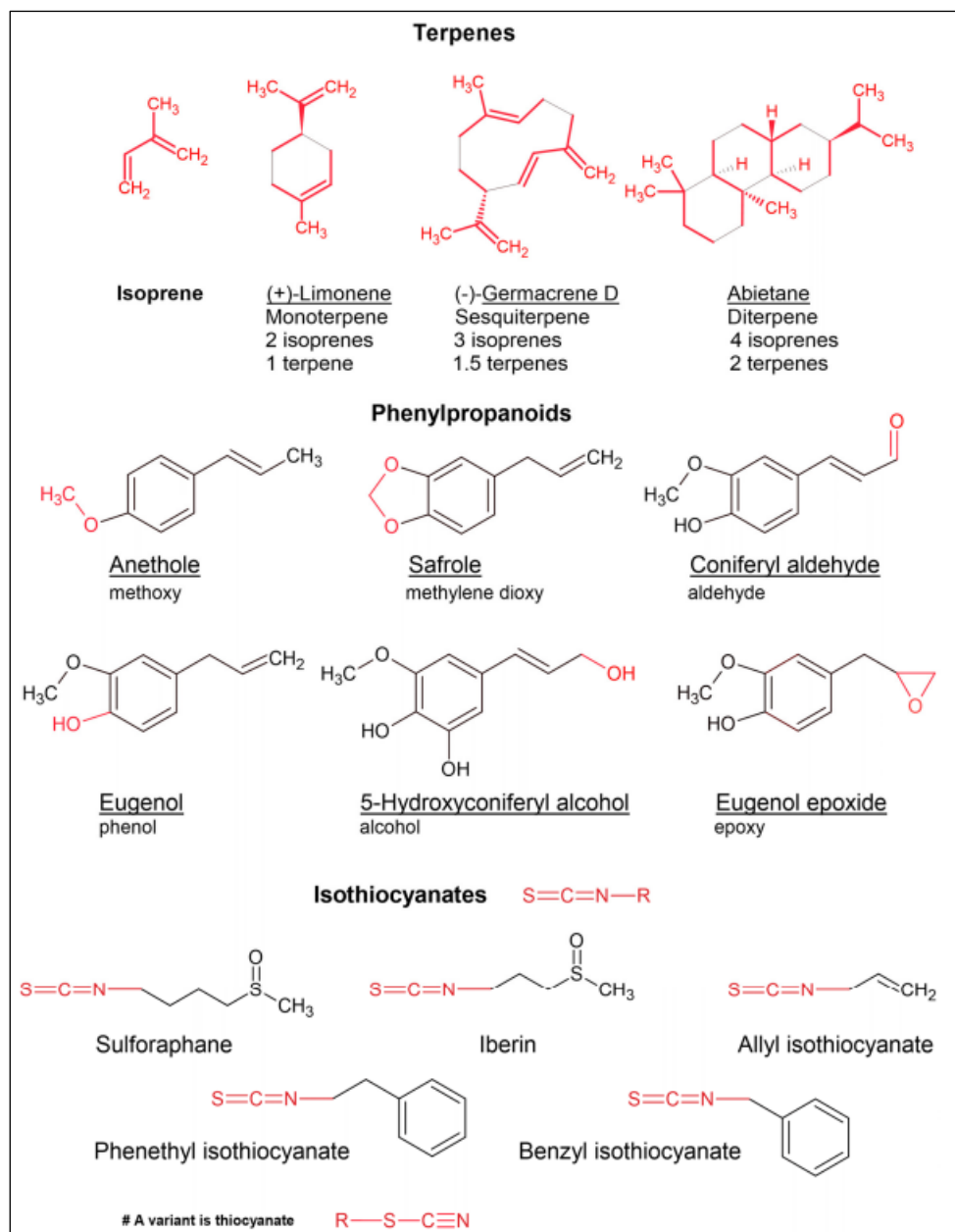


Figure 12 : Exemples de terpènes (avec des unités isoprène indiquées par le rouge), des phénylpropanoïdes et des isothiocyanates (**Sadgrove et al., 2022**)

– Propriétés biologiques

Selon le type d'huile essentielle, les propriétés sont : Propriétés Anti-infectieuses (**Buckle, 2015**). Propriétés antibactériennes (**Chand, 2017**). Propriétés antimicrobien (**Thormar, 2011**). Propriétés Antivirales (**Willem, 2002**). Propriétés Antifongiques (**El Ajjouri, 2008**). Propriétés Antiseptiques (Cardenas, 2016). Propriétés antiprotozoaires (**Thormar, 2011**). Activités anti-inflammatoires (**Françoise, 2017**). Activités antalgiques (**Silvestre, 2020**). Propriétés anticancéreuses (**Bouyahya et al., 2018**). Propriétés antispasmodiques (**Florence, 2012**). Etc.

II.7.2.9. Glucosides cardiaques

Les glucosides cardiotoniques (**Fig. 13**) sont présents notamment dans les familles des Asclepiadaceae et des Apocynaceae. Ils sont de structure homogène, comprenant une génine stéroïdique de type cardénolide (C23) ou bufadiénolide (C24) et une partie osidique constituée d'un ose et souvent d'un oligoside (**Krief, 2003**). Présents dans de nombreuses plantes médicinales, telles que les digitales laineuses et pourprée *Digitahsl anata* et *D. purpurea*, cultivées en Europe) et le muguet (*Convallanmc galis*), les glucosides cardiaques comme la digitoxine, la dégomme et la convallotoxine ont une action directe et puissante sur le cœur ils l'aident à maintenir le rythme cardiaque en cas d'affaiblissement (**Iserin et al., 2001**). Les glycosides cardiaques sont utilisés en clinique contre les maladies cardiaques et sont considérés comme étant des inhibiteurs de la pompe sodium-potassium-ATPase (**Diederich, 2016**).

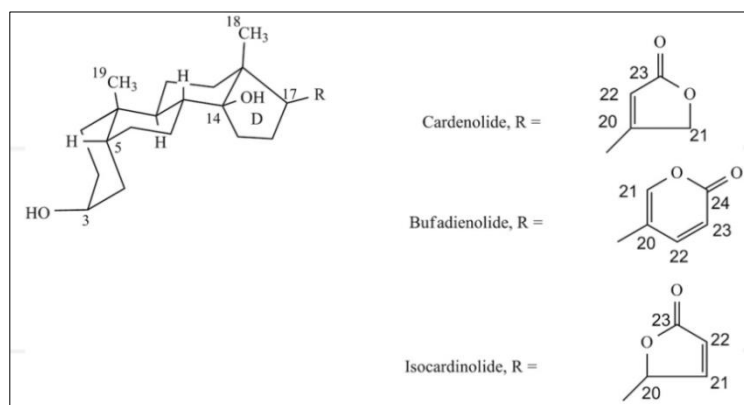


Figure 13: Structures de Glucosides cardiaques (**Morsy, 2017**)

- Classification

On distingue deux grandes familles des glucosides cardiaques qui correspondent à deux types de génine différents : Les Cardénolides et les Bufadiénolides (**Joly, 2010**).

- Propriétés biologiques

Les glycosides cardiaques sont utilisés en clinique contre les maladies cardiaques et sont considérés comme étant des inhibiteurs de la pompe sodium-potassium-ATPase. Récemment, il a été montré que ces composés possèdent également un effet anti-cancéreux (**Diederich, 2016**). A des concentrations thérapeutiques, Les glycosides cardiaques diminue l'automatisme (action chronotrope négative) et ralentit la conduction auriculo-ventriculaire (action dromotrope négative) (**Vincent, 2022**). Les glycosides cardiaques améliorent les symptômes de l'insuffisance cardiaque, mais son effet sur la mortalité est neutre voire délétère (**Vincent, 2022**).

II.7.2.10. Glucosides cyanogéniques

Les glycosides cyanogéniques sont un groupe de composés secondaires végétaux contenant des nitriles qui produisent du cyanure (cyanogénèse) suite à leur dégradation enzymatique. Les glycosides cyanogéniques sont présents dans au moins 2000 espèces végétales, dont un certain nombre d'espèces sont utilisées comme nourriture. Ce sont des constituants dérivés d'acides aminés de plantes produits en tant que métabolites secondaires (**Bolarinwa, 2016**). Elles sont constituées d'aglycone α -hydroxy nitrile et d'un fragment de sucre produisant du cyanure d'hydrogène (HCN) au cours du processus d'hydrolyse (**Hartanti, 2020**). Les glycosides cyanogéniques (**Fig. 14**) jouent un rôle central dans l'organisation du système de défense chimique des plantes et dans les interactions plantes insectes (**Ganjewala, 2010**).

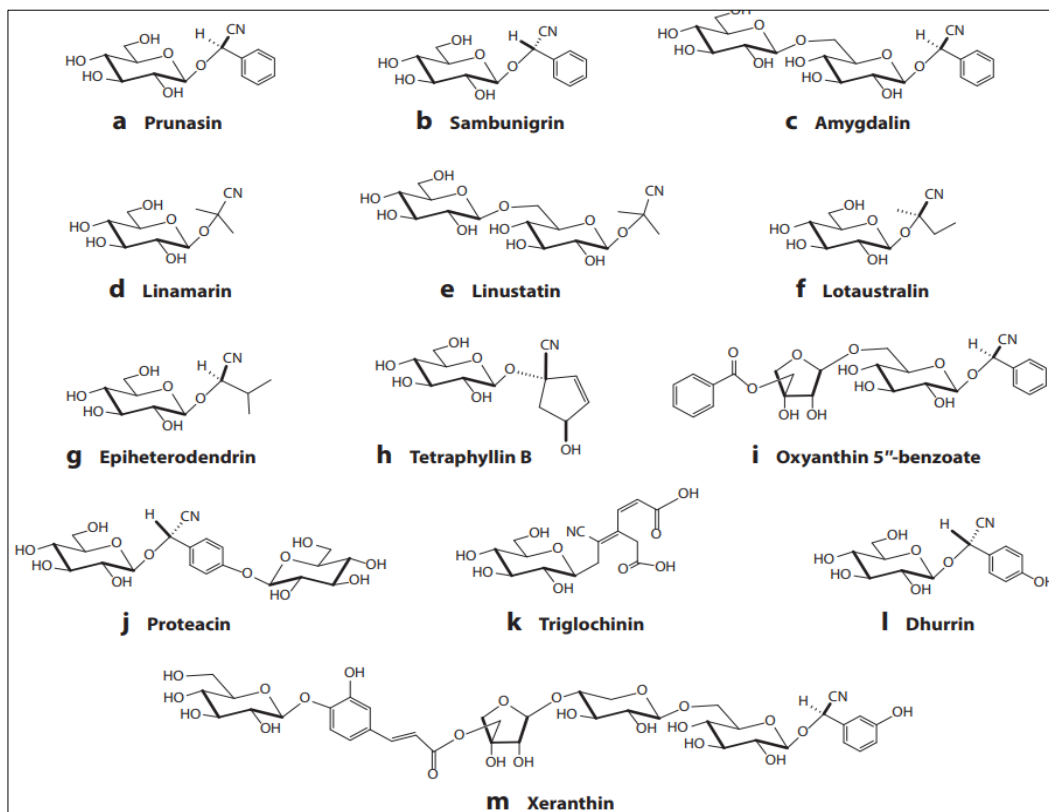


Figure 14: La diversité structurale des glycosides cyanogéniques (CNgls). La prunasine (a) et la sambunigrine (b) sont des épimères dérivés de la phénylalanine. L'amygdaline (c) est un diglucoside dérivé de la prunasine. La linamarine (d) et la linustatine (e) sont des mono- et diglucosides (respectivement) dérivés de valine (**Gleadow et Møller, 2014**).

Classification

Environ 75% des glycosides cyanogénétiques étudiés sont des dérivés α -hydroxynitrile glycosides (**Poulton, 1990**). A côtés des α -hydroxynitrile glycosides, il existe des composés de structures β -et γ -hydroxynitrile glycosides qui sont structuralement liés aux α -hydroxynitrileglycosides mais ces derniers ne libèrent pas l'acide cyanhydrique après hydrolyse enzymatique (**Poulton, 1990**). En fonction de leurs acides aminés précurseurs, les cyanoglycosides peuvent être classés en cyanoglycosides aliphatiques, aromatiques ou de nature cyclopentoïde (**Poulton, 1990**).

Deux types de classifications sont proposés par les auteurs, selon l'acide aminé précurseur, ou en fonction du produit d'hydrolyse (**Seigler, 1975**).

1-classification selon l'acide aminé précurseur : α -hydroxynitriles glycosides (**Seigler, 1975**). β -hydroxynitrile glycosides, γ -hydroxynitrile glycosides (**Bjarnholt, 2008**).

2-Classification selon le produit d'hydrolyse (Vetter, 2000) : Hétéroside libérant par hydrolyse une cétone (**Blain et Grisvard, 1973**). Hétéroside libérant par hydrolyse un benzaldéhyde (**Viala et Botta, 2005**).

– Propriétés biologiques

• Chez l'homme

Les glycosides cyanogénétiques ont à petites doses, un effet sédatif et relaxant sur le cœur et les muscles, par exemple : Les feuilles de Sureau noir (**Iserin et al., 2001**).

• Chez les plantes

De nombreux scientifiques ont déjà évoqué le rôle des glycosides cyanogéniques chez les plantes (**Vetter, 2000**). Dans leur rôle physiologique, il est clair que les glycosides cyanogéniques dans une plante sont liés à la production de HCN qui est toxique pour les herbivores ; Par conséquent, la plante peut être protégée de l'attaque. Plusieurs études ont montré que les glycosides cyanogéniques peuvent agir comme dissuasifs alimentaires ou phagostimulants (**Park et Coats, 2002**).



Figure 15: Sureau noir (Moussut, 2018)

II.7.2.11. Polysaccharides

Les plantes sont considérées comme source potentielle de nombreuses molécules bioactives ayant des activités biologiques intéressantes. Parmi ces principes actifs on trouve les polysaccharides (PS). Les PS végétaux sont des macromolécules largement répandues dans la nature, représentant un groupe diversifié de glucides avec une structure complexe (Akroun et Tellab, 2020). Du point de vue de la phytothérapie, les PS les plus importants sont les mucilages « visqueux » et les gommés, présents dans les racines, les feuilles et les graines. Le mucilage et la gomme absorbent de grandes quantités d'eau, produisant une masse gélatineuse qui peut être utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés. La meilleure façon de préparer les herbes mucilagineuses comme l'orme rouge (*Ulmus rubra*) et le lin (*Linum usitatissimum*) est de les gorger d'eau froide (de les faire macérer). Certains polysaccharides, comme les glucomannanes et les pectines, sont utilisés en cosmétologie (Iserin et al., 2001).

– Classification

Les polysaccharides sont divisés selon leurs fonctions en deux groupes : les polysaccharides homogènes et les polysaccharides hétérogènes.

– Propriétés biologiques

Les PS ont des activités biologiques diverses, à savoir des activités anti-tumorales, anti-oxydantes, antivirales, anticoagulantes, anti-compléments, anti-inflammatoires, antiulcéreuses, et hypoglycémiantes (Boual et al., 2015).

Les poly- et oligosaccharides représentent de véritables auxiliaires indispensables au bon fonctionnement de la vie quotidienne. Un intérêt grandissant concerne leurs applications comme activateurs biologiques. Les oligosaccharides sont de véritables modulateurs biologiques qui participent à de nombreux phénomènes de signalisation dans

l'organisme (**Boual et al., 2013**). Activité immunomodulateurs ex: Polysaccharides d'*Angelica sinensis* (**Lei et al., 2014**). Activité anticomplément (Polysaccharides de *Cola cordifolia*) (**Austarheim et al., 2012**). Activité antivirale (Polysaccharides d'*Azadirachta indica*) (**Yamamoto et al., 2012**). Activité anti-inflammatoire (Polysaccharides de *Saccharina longicuris*) (**Yamamoto et al., 2012**). Activité antioxydante (Polysaccharides de *Camellia sinensis*) (**XU et al., 2012**).



Figure 16 : Le Lin (*Linum usitatissimum*) (Blanc, 2015)

II.7.2.12. Glucosinolates

Dans la nature, les plantes sont confrontées à une multitude d'attaques extérieures, elles sont constamment menées à affiner leurs défenses contre ces attaques. Les plantes de l'ordre des Brassicales sont connues par leur capacité de synthétiser des métabolites secondaires appelés glucosinolates (GLS), ils sont des produits naturels riches en soufre (**Ouassou, 2019**). Les GLS, présents dans la grande majorité des plantes de la famille des crucifères (choux, cresson, brocoli, colza) (**Benoît, 1993**).

Présents uniquement dans les espèces de la famille des moutardes et des choux, les GLS provoquent un effet irritant sur la peau, causant l'inflammation. Appliqués comme cataplasme sur les articulations douloureuses, ils augmentent le flux sanguin dans la zone irritée, favorisant ainsi l'évacuation des toxines. Lorsqu'on les ingère, les GLS se désagrègent et produisent un goût très prononcé. Le radis (*Raphanus sativus*) et le cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) sont des plantes à GLS typiques (**Iserin et al., 2001**).

– Classification

Ils sont divisés en trois catégories selon la nature des acides aminés précurseurs du groupement (**Fig. 17**) : les glucosinolates aliphatiques dérivés en grande partie de la méthionine (Met), les glucosinolates benzéniques dérivés de la phénylalanine (Phe) et de

tyrosine (Tyr) et les glucosinolates indoliques dérivés du tryptophane (Trp) (**Ouassou et al., 2019**).

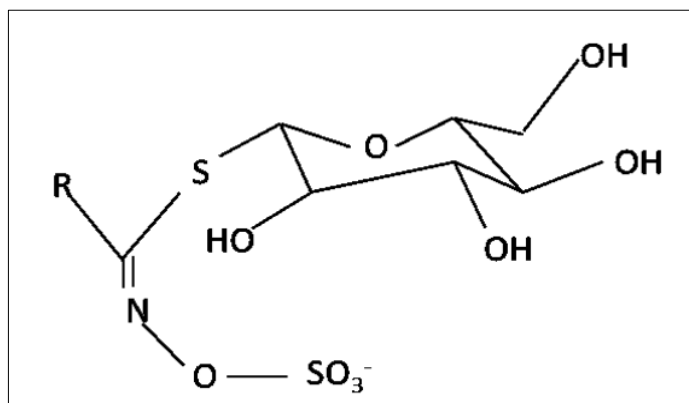


Figure 17: Structure générale de glucosinolate Chaine latérale, R, est dérivée à partir d'acides aminés (**Ouassou et al., 2019**)

– Propriétés biologiques

Les niveaux de glucosinolates varient à différents stades de développement de la plante et sont affectés par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques tels que les conditions de croissance, les infections fongiques ou bactériennes, les blessures causés par les insectes ou par d'autres formes de stress biotiques. D'autres facteurs indirects tels que le stress hydrique (sécheresse ou inondations) et thermique peuvent exercer également une influence sur la teneur en glucosinolates dans la plante. Les glucosinolates possèdent un rôle important au point de vue médical. En effet, des études d'épidémiologie suggère que la consommation des plantes de la famille des Brassicaceae réduit le risque d'atteinte du cancer des poumons et du tube digestif. Cependant, seulement quelques glucosinolates avec des propriétés anticancéreuses ont été étudiées, en particulier chez le brocoli. Des études menées sur cette espèce en comparant des régimes alimentaires différents ont démontré que le 3-méthylsulfinylpropyl (3-MSP) et le 4-méthylsulfinylbutyl (4-MSB) isothiocyanates dérivés de glucosinolates correspondants ont un effet anti cancéreux et un effet sur des maladies chroniques en modulant le statut redox cellulaire et la fonction de certaines protéines (**Ouassou et al., 2019**).

II.7.2.13. Substances amères

Les substances amères forment un groupe très diversifié de composants dont le point commun est l'amertume de leur goût. Cette amertume stimule les sécrétions des glandes salivaires et des organes digestifs. Ces sécrétions augmentent l'appétit et améliorent la digestion. Avec une meilleure digestion, et l'absorption des éléments nutritifs adaptés, le corps est mieux nourri et entretenu. De nombreuses plantes ont des constituants

amers, notamment l'absinthe (*Artemisia absinthium*) (**Fig. 18**), la chirette (*Swertia chirayita*) et le houblon (*Humulus lupulus*) (**Iserin et al., 2001**).



Figure 18: Absinthe (*Artemisia absinthium*) (**Bordez, 2013**)

II.7.2.14. Alcaloïdes

Le nom alcaloïdes vient de « alcaline », qui signifie basique, et le suffixe –oïde veut dire similaire (**Gruffat, 2022**). Les alcaloïdes sont des composés organiques d'origine naturelle, azotés (**Fig. 19**), plus ou moins basiques, de distribution restreinte et doués, à faible dose, de propriétés pharmacologiques marquées. Ils ont pour précurseurs des acides aminés azotés principalement (tryptophane, ornithine, phénylalanine, tyrosine, histidine) (**Bruneton, 2009**).

D'autres alcaloïdes, comme l'atropine, présente dans la belladone (*Atropa belladonna*) (**Fig. 20**), a une action directe sur le corps : activité sédatrice, effets sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) (**Iserin et al., 2001**).

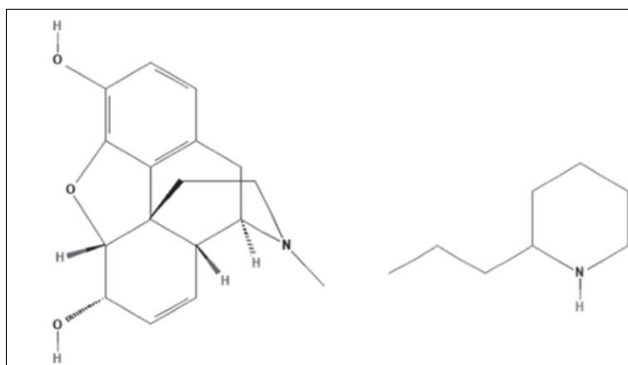


Figure 19: Structure chimique de la morphine et de la coniine (**Gutiérrez-Grijalva et al., 2020**)

- Classification

La classification la plus accessible des alcaloïdes est fondée sur la nature du système cyclique fondamental de la molécule, mais elle est purement descriptive. Les deux groupes de loin les plus importants sont représentés par les alcaloïdes isoquinoléiques (plus de 1 500) et indoliques (plus de 700) **(Poisson, 2022)**.

De plus, Selon que l'azote est intégré ou non dans l'hétérocycle et selon le précurseur des alcaloïdes, ces derniers sont classés en trois sous-groupes : Les vrais alcaloïdes, les proto-alcaloïdes, les pseudo-alcaloïdes et selon l'origine biosynthétique structurale, les alcaloïdes sont classés en plusieurs groupes. Seuls les plus importants seront cités : Alcaloïdes dérivés de l'ornithine et de la lysine, les alcaloïdes dérivés de l'acide nicotinique, les alcaloïdes dérivés de la phénylalanine et de la tyrosine, les alcaloïdes dérivés du tryptophane **(El kolli, 2016 ; El kolli, 2017)**.

- Propriétés biologiques

Si dans les plantes, les alcaloïdes en tant que composés du métabolisme secondaire jouent un rôle écologique de défense contre des herbivores, ils trouvent cependant plusieurs applications pharmaceutiques chez l'homme (McCalley, 2002).

-Psychotropes : Ils peuvent modifier le fonctionnement normal du cerveau mais la plupart de ces substances ont également un potentiel d'abus et/ou de dépendance (Ex : la cocaïne) **(Elkolli, 2016 ; El kolli, 2017)**.

- Anticancéreux : Ce sont des antimétabolites. Ainsi, les cellules restent bloquées au stade de la mitose et ne peuvent pas se diviser (Ex : le paclitaxel) (El kolli, 2016 ; El kolli, 2017).

-Antipaludéens : La quinine extraite de *Qinquina sp.* Inhibe la protéase qui dégrade les acides aminés de l'hémoglobine des Plasmodiums (Agent de la malaria).

-Antalgiques : La morphine et la codéine sont des antalgiques majeurs de référence **(El kolli, 2016 ; El kolli, 2017)**.

-Antitumoraux : vincalécoblastine, vincristine, taxol, camptothécine

-Spasmolytiques : tubocurarine et papaverine

-Vasodilatateurs : vincamine et ajmalicine

-Emétiques : émétine

-Antitussifs : codéine

-Antiarythmiques : quinidine et ajmaline

-Ils sont également des agents de traitement de la maladie d'Alzheimer : galanthamine **(McCalley, 2002)**.



Figure 20 : Belladone (*Atropa belladonna*) (Eymard, 2015)

II.7.2.15. Vitamines

Bien qu'elles soient souvent négligées, de nombreuses plantes médicinales sont particulièrement riches en vitamines (Iserin *et al.*, 2001). Étymologiquement, « amines nécessaires à la vie », les vitamines ont en fait des structures variées et ne sont pas toutes des amines (Saadi, 2011). Ce sont des substances organiques de faible poids moléculaire, sans valeur énergétique (Dorothé, 2021). Le citronnier notamment (*Citrus limon*) contient des doses élevées de vitamine C et la carotte (*Daucus carota*) est riche en bêta-carotène (pro vitamine A). Tandis que l'argousier (*Hippophaerhamnoides*) peut être considéré comme un complément vitaminique et minéral en tant que tel (Iserin *et al.*, 2001).

- Classification

Les vitamines sont classées en deux groupes selon leur solubilité : dans les solvants organiques (vitamines liposolubles) et dans l'eau (vitamines hydrosolubles) (Saadi, 2011).

- Propriétés biologiques

Les vitamines participent à la construction de l'organisme (croissance, développement du squelette...), au fonctionnement et à l'entretien du corps (transformation et utilisation des macronutriments, vision, coagulation du sang, systèmes musculaire, nerveux, immunitaire. **La vitamine C** possède des propriétés antioxydantes qui luttent contre le vieillissement des cellules (Dorothée, 2021). La vitamine E, capable de s'insérer dans les membranes de la cellule, est également antioxydante (Edoxie, 2019).



Figure 21: Eglantier (*Rosa canina*) (Monning, 2021)

II.7.2.16. Minéraux

De nombreuses plantes médicinales sont très riches en minéraux. Notamment celles issues de l'agriculture biologique, tirent les minéraux du sol et les transforment en une structure aisément assimilable par l'organisme. Dans de nombreux cas, les minéraux contenus dans une plante, que celle-ci soit utilisée sous forme de salade, comme le chou vert (*Brassicaoleracea*), ou sous forme de compléments nutritionnels, comme le fucus (*Fucus vesiculosus*), participent activement à son activité thérapeutique dans l'organisme. Le pissenlit (*Taraxacum officinale*) est un puissant diurétique, effet dû à sa concentration en potassium alors que la prêle (*Equisetum arvense*), grâce à sa forte teneur en silice, est efficace contre l'arthrite, contribuant à réparer le tissu conjonctif (Iserin *et al.*, 2001).



Figure 22 : Pissenlit (*Taraxacum officinale*) (Douville, 2002)

Chapitre III : Huiles essentielles



Les huiles essentielles (HEs) sont définies comme des métabolites secondaires volatils de plantes qui donnent à la plante une odeur, un goût distinctif ou les deux. Les HEs sont produites par plus de 17 500 espèces de plantes de nombreuses familles d'angiospermes, par exemple, Lamiaceae, Rutaceae, Myrtaceae, Zingiberaceae et Asteraceae, mais seulement environ 300 d'entre elles sont commercialisées (**Winska et al., 2019**). Ils ont, à toutes époques, occupé une place importante dans la vie quotidienne des hommes qui les utilisaient autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner. La connaissance des huiles essentielles remonte à fort longtemps puisque l'homme préhistorique pratiquait déjà, à sa manière, l'extraction des principes odorants des plantes. Il plongeait, dans un même récipient rempli d'eau, des plantes odorantes et des pierres brûlantes. La vapeur dégagée entraînait les molécules volatiles, puis le tout était recueilli à l'aide d'une peau d'animal dont l'essorage donnait quelques gouttes d'huile essentielle (**Robert, 2000**). Puis progressivement, ces huiles essentielles se font connaître pour leurs vertus thérapeutiques et deviennent alors des remèdes courants des médecines traditionnelles. De nos jours, la médecine moderne utilise les vertus thérapeutiques des huiles essentielles et de leurs constituants. En effet, de nombreux composés volatils sont aujourd'hui des ingrédients courants des préparations pharmaceutiques (**Pauli, 2001**).

Cette science regroupe toutes ces cultures et traditions, ce qui en fait sa complexité. Actuellement, les huiles essentielles connaissent un énorme succès dans le monde entier et on comprend pourquoi : Très concentrées, elles sont de mieux en mieux biochimiquement définies et donc "maîtrisables" par les professionnels. Elles montrent leur remarquable efficacité dans à peu près tous les domaines de la médecine, tant en curatif qu'en préventif (**Pieri, 2008**).

III.1. Définition

Les huiles essentielles sont des produits odorants, obtenus par distillation à la vapeur d'eau, des matières végétales d'origine botanique spécifiée, ou par expression du péricarpe des agrumes et séparées de la phase aqueuse par des procédés **physiques** (**Huet, 1991**). Sont des composés volatils et lipophiles contenus dans les plantes. Elles bénéficient actuellement d'un véritable engouement auprès du public et elles sont utilisées pour leur pouvoir pharmacologique et leurs vertus aromatiques (**Jaeg et Jean-Philippe, 2008**).

Une huile essentielle est un liquide aromatique issu de plantes. On l'extrait de certains organes ; fleur, feuille, écorce, racine, graine, etc. de plantes riches en essences odorantes d'où elles sont extraites par expression à froid ou par distillation (**Huet, 1991** ;

Danièle, 2014). Seules les plantes dites aromatique peuvent donner une huile essentielle car elles synthétisent et stockent des essences dans leurs tissus (**Goeb et al., 2014).**

Selon la pharmacopée française 1965 ; Les HEs sont des produits de compositions généralement assez complexe, renfermant les principes volatils issues des organismes vivants tels que le métabolisme secondaire des végétaux et plus au moins modifiés aux cours de la préparation (**Sahraoui, 2014. 2015).** Ce sont des substances caractérisées par un ensemble d'activités biologiques prouvées par la communauté scientifique, parmi lesquelles on peut citer l'activité antimicrobienne (Burt, 2004). Antioxydante (**Amorati et al., 2013).** Anti-inflammatoire (**Miguel et al., 2005).** Analgésique (**Bakkali et al., 2008).** Et immunostimulante (**Alexander, 2001).**

Se soigner avec les huiles essentielles s'appelle « l'aromathérapie » ; c'est une forme de phytothérapie, mais qui n'a rien à voir avec les tisanes ou les gélules de plantes. L'aromathérapie est beaucoup plus puissante, car une huile essentielle est beaucoup plus concentrée en composés actifs qu'une tasse de tisane, et ce ne sont d'ailleurs pas les mêmes (**Danièle, 2014).**

III.2. Histoire et origine

Les produits aromatiques font partie de la médecine et de la pharmacie depuis l'antiquité et via le monde arabe ont été introduits en Europe. Les HEs sont décrits dans les pharmacopées occidentales depuis un siècle environ (**Angenot, 2014).**

-60 000 ans avant notre ère... L'homme de Neandertal consomme les plantes aromatiques par pur instinct (**Pieri, 2008).**

-5000 ans avant notre ère ... En Asie, un alambic datant de, indique que la Chine et l'Inde maîtrisaient déjà quelque peu les procédés d'extraction (**Danièle, 2014).**

-4000 ans avant notre ère... Les Égyptiens employaient les huiles essentielles pour embaumer leurs morts (**Danièle, 2014).**

-3000 ans avant notre ère... L'Ayurveda indienne consacre une large place aux plantes aromatiques (**Pieri, 2008).**

-En Chine, vers 3500 ans avant l'ère chrétienne, les bois aromatiques étaient utilisés comme encens. Les ouvrages médicaux chinois les plus anciens traitent de l'utilisation des plantes aromatiques (**Baudoux, 2010).**

-2700 ans avant notre ère... L'Egypte acquiert une maîtrise sans précédent dans la fabrication de produits aromatiques, dérivés des plantes aromatiques, très utilisés dans les techniques d'embaumement (**Pieri, 2008).**

Les Hébreux hériteront de ces pratiques pour les appliquer dans l'hygiène corporelle qui tient une grande place dans leur culture **(Pieri, 2008)**.

A partir de 1200 ans avant notre ère... Les Grecs puis les Romains, grands navigateurs et commerçants, accordent une grande place dans leur mythologie respective aux plantes aromatiques. Les philosophes font référence dans nombreux de leurs écrits aux plantes aromatiques allant jusqu'à donner une dimension très mystique à leurs propriétés. Sur les autres continents que sont les Amériques et l'Afrique, les médecines traditionnelles témoignent d'une très ancienne utilisation des plantes aromatiques **(Pieri, 2008)**.

En Europe, après environ 1000 ans de Moyen âge, caractérisés par un apparent déclin du savoir, cette longue période d'obscurantisme laissera petit à petit place à la renaissance et au renouveau de tous les savoirs insufflés par les Arabes. Les croisades relanceront les échanges entre l'Europe et le Moyen-Orient. Ce n'est que vers l'an 1000-1200 que l'extraction des parties les plus subtiles (les quintessences volatiles) est maîtrisée avec la mise au point du serpent de l'alambic (par le médecin arabe Avicenne autour de l'an 1000), qui permet à l'art de la distillation de prendre une dimension presque spirituelle. L'huile essentielle, symbole de la purification, est née... La découverte des huiles essentielles connues aujourd'hui est due au raffinement des pratiques des premiers maîtres distillateurs-alchimistes de cette époque **(Pieri, 2008)**.

La période qui suivra verra l'apogée des échanges intercontinentaux avec les grandes découvertes et la suprématie des grandes flottes des nations européennes. Un réel bon en avant est franchi pendant cette ère (environ 800 ans), nombre d'hommes de science et explorateurs vont s'employer à répertorier toutes les pharmacopées de par les continents, mesurant et consignait ainsi l'étendue de l'importance des plantes aromatiques **(Pieri, 2008)**.

Le milieu du XIX^e siècle, et sa révolution industrielle, transformera l'extraction artisanale des huiles essentielles en une exploitation industrielle de la distillation à la vapeur d'eau. Les premières analyses chimiques et la production des huiles synthétiques font leur apparition **(Sallé, 2004)**. Le Codex de 1837 contient la description de 44 huiles essentielles. Les eaux florales ont été commercialisées, comme par exemple l'Eau de mélisse des Carmes, composée vers 1600. Le vinaigre aromatique est resté inscrit au Codex pharmaceutique jusqu'au début du vingtième siècle **(Baudoux, 2010)**.

Aux alentours de 1918, le pharmacien chimiste français René-Maurice Gattefossé, se brûle la main dans l'explosion de son laboratoire, il a alors le réflexe "intuitif" de plonger sa main dans un récipient contenant de l'Huile essentielle de lavande vraie. Les

effets qui s'en suivirent furent remarquables : soulagement immédiat et vitesse de cicatrisation déconcertante. Gattefossé se consacre alors à l'étude médicale des Huiles essentielles. En 1937, il publie ses découvertes dans son livre intitulé « Aromathérapie » encore source d'inspiration de nombre médecins de renom tel que le Dr. Jean Valnet **(Pieri, 2008)**, Chirurgien, qui en 1964, à la suite d'un manque de médicaments usuels, le Dr. Valnet chirurgien Français, vérifie leur efficacité sur le terrain et diffuse le livre « Aromathérapie » **(Sallé, 2004)**. Qui vulgarisera l'Aromathérapie pour la rendre abordable à un plus large public. Les travaux de Gattefossé seront prolongés par ceux de Sévelinge, pharmacien lyonnais, dans le domaine vétérinaire. Gattefossé vient de faire naître une nouvelle science, branche de la Phytothérapie, l'Aromathérapie **(Pieri, 2008)**.

En 1975, Pierre Franchomme apporte une notion fondamentale, le chémotypeaujourd'hui nommé chimiotype, et montre son importance pour réduire les échecs thérapeutiques, les effets secondaires ou les risques de toxicité **(Baudoux, 2008)**. Depuis, l'Aromathérapie a développé des références de qualité en fixant des critères qualitatifs, qui lui ont permis de devenir une médecine naturelle, complémentaire, réelle alternative à certaines branches de médecines lourdes dites "tout chimique" de l'allopathie moderne **(Pieri, 2008)**.

III.3. Rôle des huiles essentielles dans les plantes

Les plantes survivent grâce à leurs huiles essentielles **(Danièle, 2014)**. Ces métabolites secondaires jouent un rôle fondamental de protection et de défense antimicrobien des plantes **(Tajkarimi et al., 2010)**. Étant donné qu'elles ne peuvent se déplacer pour se mettre à l'abri, il leur fallait inventer un système de protection extrêmement efficace, anti- biotique, antisolare, etc. **(Danièle, 2014)**. Ils participent dans les interactions entre la plante et son environnement, aussi bien dans le domaine des interactions végétales (inhibiteurs de la germination), que dans celui des interactions végétal-animal **(Pichersky et Gershenzon, 2002)** : protection contre les prédateurs, insectes, champignons et attraction des pollinisateurs **(Unsicker et al., 2009)**. Les huiles essentielles leur servent à séduire les insectes pollinisateurs, à se protéger des brûlures solaires, des prédateurs et des maladies enfin à guérir les blessures et attaques diverses...) **(Danièle, 2014)**.

L'activité d'une huile essentielle dépend de sa composition, c'est d'ailleurs ce qui la distingue d'un traitement « classique », lequel se résume souvent à une molécule pour traiter une pathologie. Les molécules aromatiques agissent à différents niveaux et de manières directes ou indirectes. Le composé principal de l'huile essentielle agit sur un

symptôme, mais les éléments secondaires interviennent en synergie ou simplement sur l'état de santé général du corps **(Boisseau, 2018)**.

III.4. Principes actifs des huiles essentielles

Il y a plus de 200 substances actives différentes dans chaque huile essentielle ! Des alcools, des éthers, des terpènes, des acétates, des cétones, des phénols... C'est l'ensemble qui lui confère ses propriétés, et non pas seulement tel principe actif. C'est aussi parce que les principes dits « actifs » sont entourés d'autres substances que notre organisme tolère. Tandis que dans les médicaments classiques, c'est justement leur « pureté » chimique qui est aussi responsable de leurs effets secondaires **(Danièle, 2014)**.

III.5. Partie de la plante contenant les huiles essentielles

Lorsqu'on extrait une huile essentielle, on emploie rarement la plante entière. Seule une partie (ou deux) fournit l'huile recherchée. Par exemple, l'huile essentielle d'écorce de cannelle peut provenir de l'écorce ou de la feuille et les huiles essentielles obtenues alors n'auront pas les mêmes propriétés **(Danièle, 2014)**.

Les HE sont stockés dans tous les organes végétaux : Les fleurs (lavande...), feuilles (eucalyptus, laurier...), fruits (anis, orange...), graines (muscades...), écorce (cannelle...), rhizomes (gingembre, curcuma...), racines (vétiver...), bois (camphrier...) **(Sahraoui, 2015)**.

III.6. Conservation des huiles essentielles

La durée de conservation des HEs varie entre 12 à 18 mois selon l'huile essentielle. Leur conditionnement doit se faire dans des flacons propres et secs, fait en aluminium, acier inoxydable ou en verre teinté, presque entièrement remplis ou sous atmosphère d'azote, fermé de façon étanche et stocké à l'abri de la chaleur et de la lumière **(Sahraoui, 2014 ; Sahraoui, 2015 ; Garcia, 2020)**.

III.7. Contrôle la qualité

L'une des analyses importantes pour vérifier la qualité d'une huile essentielle est l'analyse chromatographique. C'est une analyse qui permet de connaître avec précision la composition de l'huile essentielle : quelles molécules, et en quelle quantité. Cette analyse et son interprétation doivent être le cœur de toute démarche qualité en aromathérapie. Vient ensuite le contrôle des caractères organoleptiques. Chaque huile essentielle a une couleur, une odeur et un aspect unique, identifiable parmi les autres huiles essentielles, même celles provenant de la même famille de plantes. Parfois, ce contrôle permet de détecter des qualités défaillantes que la chromatographie n'aurait pas vues. Et enfin, l'analyse de certaines données physiques comme la densité, l'indice de réfraction et le pouvoir rotatoire,

qui permettent à nouveau d'évincer certains lots. Bien sûr, le plan de contrôle établi ne doit pas se réduire à ces analyses, mais en termes d'analyses systématiques, lot par lot, nous avons ici une base suffisante (**Charie, 2019**).

III.8. Critères de qualité

Les substances chimiques de synthèse sont des substances mortes dont les déchets non éliminés et stockés dans certains organes perturbent et dévitalisent l'homme. A l'inverse, les huiles essentielles sont des produits naturels qui développent une revitalisation intense de l'organisme. Pourtant, l'obtention d'une huile essentielle de qualité thérapeutique se révèle être un processus particulièrement (**Zhiri et Baudoux, 2005**).

Les HE de qualité médicale doivent répondre à certains critères objectivables sur lesquels il convient de s'appuyer pour garantir la rigueur scientifique les rendant susceptibles d'être référencées à l'hôpital et utilisées comme compléments thérapeutiques. Trois paramètres principaux conditionnent la qualité médicale d'une huile essentielle :

- Qualité de la plante par elle-même,
- Qualité du matériel permettant son extraction (distillation),
- Qualité des processus de distillation (**Desmares et al., 2008**)

III.9. Précautions d'emploi des huiles essentielles

Chaque huile essentielle possède ses propres critères d'utilisations, notamment quant à la voie d'absorption à privilégier. Il est donc déconseillé d'utiliser des huiles essentielles sans avis médical (**Englebin, 2011**).

Les huiles essentielles doivent être prises à bon escient et à doses adaptées afin d'éviter de dommageables effets secondaires (**Davis, 2006**).

-Ne jamais injecter d'huiles essentielles par voie intraveineuse ou intramusculaire (**Englebin, 2011**).

-Les personnes présentant un terrain allergique doivent systématiquement procéder à un test allergique de tolérance : en mettant par exemple deux gouttes d'huile essentielle dans le pli du coude et en observant toute réaction cutanée (**Baudoux, 2007**).

-Certaines huiles essentielles pures sont dermocaustiques (agressives pour la peau), 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 faut appliquer une fenêtre thérapeutique lors d'une utilisation prolongée d'huile essentielle.

-Il faut se laver les mains après toute application cutanée.

Jamais d'huiles essentielles pures dans les oreilles, le nez et les zones génito-anales et Attention aux paupières, contours des yeux, visage en général, dessus du crâne, aisselles, plis des aînés **(Englebin, 2011)**. 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 **(Davis, 2006)**.

En cas de contact ou d'ingestion accidentel, il ne faut pas utiliser de l'eau mais diluer avec une huile végétale de qualité. En effet, les huiles essentielles ne sont pas solubles dans l'eau. Il faut s'adresser au centre antipoison pour de plus amples renseignements en cas de doute **(Baudoux, 2007)**.

- Certaines huiles essentielles possèdent des furocoumarines, elles sont photosensibilisantes, ne les utilisez pas avant une exposition solaire. Il s'agit notamment des essences de zestes d'agrumes (citron, mandarine, orange, ...) **(Englebin, 2011)**.

-Il est interdit de faire des aérosols d'huiles essentielles aux patients allergiques et asthmatiques sans contrôle médical, ainsi que chez les personnes ayant des antécédents épileptiques ou convulsifs **(Baudoux, 2007)**.

-Il faut éviter d'utiliser l'huile essentielle de *Mentha piperata* 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 **(Baudoux, 2007)**.

-Il faut éviter de laisser les flacons à la portée des enfants **(Baudoux, 2007)**.

-Respecter les dates de péremption **(Englebin, 2011)**.

-N'utilisez jamais une huile essentielle «au hasard », au petit bonheur la chance, surtout si vous ne trouvez aucune (ou peu de) documentation à son sujet **(Festy, 2014)**.

-Par précaution et sans avis médical, il est contre-indiqué d'utiliser des huiles essentielles pour les enfants et les femmes enceintes ou en période d'allaitement (Les huiles essentielles sont interdites pendant les trois premiers mois de la grossesse sauf avis médical) **(Englebin, 2011)**.

-Les patients sous traitement. Par exemple, l'huile essentielle d'ail stimule la thyroïde (donc est contre-indiquée aux hyperthyroïdiens) tandis que celle de fenouil freine son activité (déconseillée aux hypothyroïdiens) **(Davis, 2006)**. Par ailleurs, les huiles essentielles peuvent éventuellement interagir avec un médicament, que ce dernier soit sur prescription ou non. Mieux vaut poser la question à un spécialiste en aromathérapie si vous avez un doute **(Festy, 2014)**.

III.10. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe et soumise à de très nombreuses variables. Connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielle est fondamental, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle (**Françoise et Annelise, 2013**). Au total, plus de 3 000 constituants ont été isolés à partir des huiles essentielles. L'activité thérapeutique d'une huile essentielle étant liée à sa structure biochimique, seules les principales familles biochimiques seront présentées (**Laguerre, 2015**).

Le principal groupe est composé de terpènes et les terpénoïdes, majoritairement des monoterpènes et des sesquiterpènes (**Rubertoet Baratta, 2000**). Les autres groupes comprennent les composés aromatiques (phénoliques) et dans une moindre mesure des composés aliphatiques (alcane et alcènes) qui sont généralement en trace. Tous les composés sont caractérisés par un faible poids moléculaire (**Bakkali et al., 2008**).

III.10.1. Groupe des terpènes et Terpénoïdes (C_5H_8)_n

C'est le groupe le plus important, près de 3 000 terpènes ont été décrits dans la littérature. Il comprend des monoterpènes (dix atomes de carbone dans la molécule), des sesquiterpènes (15 atomes de carbone), des diterpènes (20 atomes de carbone). Les terpènes sont des molécules organiques constituées par un multiple de cinq atomes de carbone de formule générale $(C_5H_8)_n$. La molécule de base est l'isoprène (**Bouyahya et al., 2018**).

→ Monoterpènes à C_{10} : ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. Ils constituent + 90% des HEs, Plusieurs variations structurales existent telle que : alcools, aldéhydes, cétones, phénols... (**Sahraoui, 2015**).

-Squelettes de base

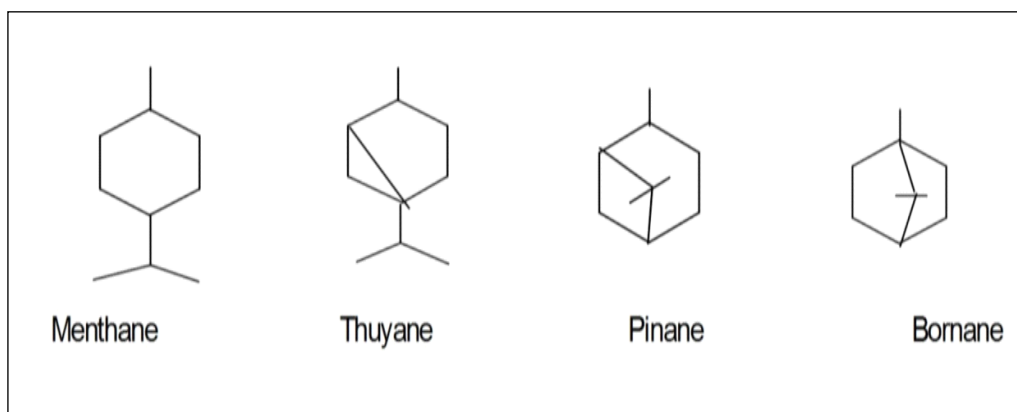


Figure 23 : Squelettes de base des monoterpènes

→ Sesquiterpènes à C₁₅ : Les plus répandus sont les carbures, les alcools et les cétones.

(Sahraoui, 2015).

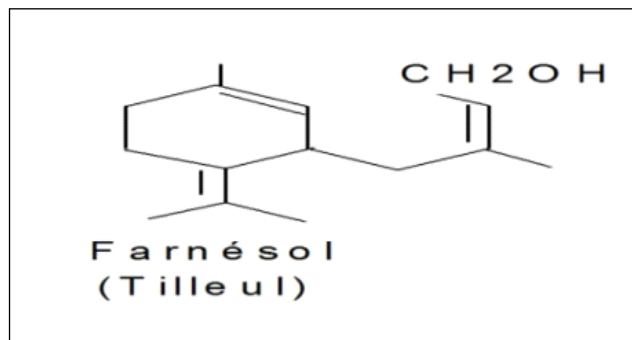


Figure 24 : Sesquiterpènes

III.10.2. Composés aromatiques dérivés du phénylpropane (C₆-C₃)

Ce groupe est issu des dérivés du phénylpropane (C₆H₅-CH₂-CH₂-CH₃) est moins fréquents. La biosynthèse concerne le précurseur de cette série qui est l'acide shikimique (ou acide trihydroxy-3, 4, 5-cyclohexane-1-carboxylique) qui conduira aux dérivés de l'acide cinnamique C₆H₅-CH=CH-COOH. Ce deuxième groupe est constitué par : des aldéhydes, acides, phénols, etc. (Bouyahya *et al.*, 2018).



Figure 25 : Composés aromatiques dérivés du phénylpropane



Figure 26 : Composés aromatiques dérivés du phénylpropane

NB : La plupart des constituants sont d'origine terpénique ; seul un petit nombre des HEs sont constituées majoritairement de composés aromatiques (HE de cannelle et de girofle). Parmi les constituants très nombreux des huiles essentielles l'un domine généralement : l'HE de badiane et d'anis renferment 95% d'anéthole (**Sahraoui, 2014. 2015**).

III.10.3. Composés d'origine diverse

En générale, ils sont de faibles poids moléculaire, entraînables lors de l'hydrodistillation, sont des hydrocarbures aliphatiques à chaîne linéaire ou ramifiée porteurs de différentes fonctions par exemple : l'heptane et la paraffine dans l'essence de camomille (**Bouyahya et al., 2018**).

Tableau 4 : Les composés constitutifs des huiles essentielles regroupés en familles biochimiques (**Lobstein, 2018**)

Familles biochimiques	Molécules aromatiques	Plantes productrices
Mono-Terpènes (Hydrocarbures)	α et β - pinènes	Pins (<i>Pinus sp.</i>), Sapins (<i>Abies sp.</i>), Genévrier (<i>Juniperus communis</i>)...
	Limonène	Ecorces d'agrumes (<i>Citrus sp.</i>)
Alcools	Linalol	Lavandes (<i>Lavandula sp.</i>)
	Menthol	Menthe poivrée (<i>Mentha piperita</i>)
	Géraniol	Palmarosa (<i>Cymbopogon martinii</i>)
	Terpinéol	Tea tree (<i>Melaleuca alternifolia</i>)
Oxydes	1,8-cinéole	Eucalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i> , <i>E. radiata</i>), Ravintsara (<i>Cinnamomum camphora</i> à cinéole), Niaouli (<i>Melaleuca quinquenervia</i>), Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>).
Phénols	Thymol et Carvacrol	Thyms (<i>Thymus sp.</i>), Sarriette (<i>Satureja sp.</i>), Serpolet (<i>Thymus serpyllium</i>), Origans selon les chemotypes (<i>Origanum sp.</i>)
Esters	Acétate de Linalyle	Lavandes (<i>Lavandula sp.</i>)
	Acétate de bornyle	Romarin acétate de bornyle, verbenone ABV (<i>Rosmarinus officinalis</i> sb verbenone)

Aldéhydes aliphatiques	Citrals	Citronnelle (Lemon-grass)
Aldéhydes aromatiques	Cinnamaldéhyde	Cannelles (<i>Cinnamomum</i> sp.) op écorce
	Cuminaldéhyde	Cumin (<i>Cuminumcyminum</i>)
Cétones	Camphre	Camphrier du japon (<i>Cinnamomumcamphora</i> à camphre),
	Fenchone	Romarin (<i>Rosmarinusofficinalis</i>), Lavande aspic (<i>Lavandulalatifolia</i>), Lavande stoechade (<i>Lavandulastoechas</i>)
	Menthone	Menthe poivrée (<i>Menthapiperita</i>)
	α et β -Thuyones	Sauge officinale (<i>Salvia officinalis</i>), Absinthe (<i>Artemisia absinthium</i>), Thuya (<i>Thuya Occidentalis</i>).

III.11. Extraction des huiles essentielles

L'extraction d'une l'huile essentielle (HE) est nécessairement une opération complexe et délicate. Elle a pour but, en effet, de capter et recueillir les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité. Pour mesurer la difficulté de l'entreprise, il suffit de garder présente à l'esprit la rapidité avec laquelle se dégage, puis disparaît ou se dénature, le parfum d'une fleur, même la plus odorante, lorsqu'on en a froissé les pétales. Une fois la cuticule cireuse des poches épidermiques brisée, l'essence s'en échappe et plusieurs molécules odorantes se dispersent dans l'air ambiant (**Boukhatem et al., 2019**).

Les HEs sont obtenus par différents procédés : par distillation à la vapeur d'eau dans un alambic pour des plantes aromatiques et médicinales, par expression à froid pour les essences d'agrumes et par enfleurage pour les parties fragiles de la plante telles que les fleurs. Mais il existe aussi d'autres procédés. Ce sont les procédés qui donnent les extraits les plus naturels propres à la consommation (**Aboughe Angone et al., 2014**).

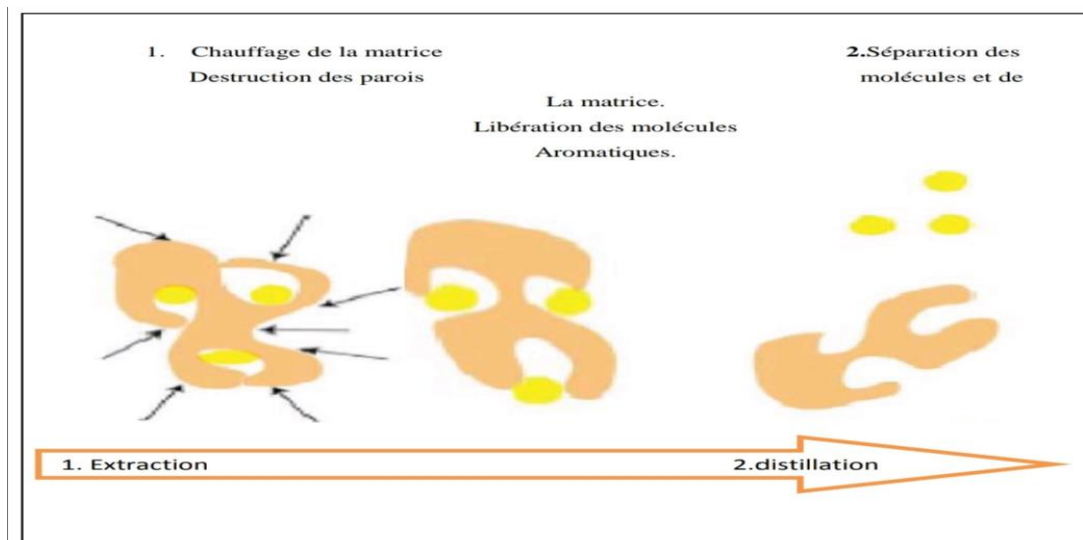


Figure 27 : Etapes de l'obtention d'une huile essentielles (Ouis, 2015)

III.11.1. Expression à froid

La première d'entre elles, la plus simple, est l'expression à froid, qui ne concernera que les écorces fraîches de fruits, très riches en essence, tels que les fruits des plantes de la famille des rutaceae (Pieri, 2008).

La technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique. Elle consiste à rompre ou dilacérer les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit, l'épicarpe, pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification (Belsito, 2007).

Les essences de Citrus ont longtemps été extraites manuellement, la mécanisation et l'industrialisation de la technique d'expression à froid ne s'étant effectuées qu'au début du XXe siècle, afin de diminuer les coûts de production et d'améliorer les rendements pour faire face à l'augmentation de la demande (Ferhat, 2016).

Les systèmes récents, comme la « Food Machinery Corporation-in-line » (FMC), permettent d'extraire le jus de fruit et l'essence de manière quasi-simultanée sans contact des deux. C'est pourquoi l'expression à froid est la méthode de choix pour extraire ces essences, d'autant que la distillation n'est plus une technique très appropriée. En effet, la distillation produit des huiles aromatiques de moindre qualité principalement due à une présence importante d'aldéhydes, composés sensibles à l'oxydation et à la chaleur (Boukhatem, 2019).



Figure 28 : Expression à froid (Bousbia, 2011)

III.11.2. Distillation par vapeur d'eau

La deuxième méthode très classique est la distillation par la vapeur d'eau, c'est le procédé qui donne les meilleures garanties pour la production de la meilleure huile de qualité. C'est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des HE (Boukhatem *et al.*, 2019).

De l'eau, de la chaleur, un alambic de qualité, de la patience et du savoir-faire... la distillation est un principe simple mais tout à fait fascinant et son résultat si merveilleux (Baudoux *et al.*, 2012).

Le procédé consiste à forcer la traversée par un courant de vapeur d'eau chaude, une cuve remplie de plantes aromatiques. La vapeur fait alors éclater les cellules dites à essence. Les molécules aromatiques sont récupérées par la vapeur qui se charge progressivement de ces molécules dites volatiles. A la sortie de la cuve, la vapeur d'eau, combinée aux molécules d'essence est condensée par refroidissement, cette opération aura pour effet de séparer les particules d'huile essentielle grasse de leur transporteur qui est l'eau, les deux n'étant pas miscibles (Pieri, 2008).

Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est placé dans l'alambic sur une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau. Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée mais pas avec l'eau bouillante (Nixon et McCaw, 2001). La vapeur générée traverse le végétal et arrache par les micros-gouttelettes d'huile essentielle. Cette vapeur d'eau chargée est refroidie dans un serpentin par un circuit d'eau froide, retourne donc à l'état liquide pour se séparer dans l'essencier ou vase florentin. L'HE étant hydrophobe et souvent moins dense que l'eau, surnage dans la majorité des cas à sa surface et est recueillie après décantation, grâce à un vase florentin ou

essencier (**Lemesle, 2012**). La distillation de chaque espèce végétale est mystérieuse et de nombreux paramètres nuancent la qualité de l'huile essentielle et de l'eau florale obtenue, les caractéristiques de la plante interviennent bien sûr grandement, mais la beauté d'un végétal aromatique ne pourra s'exprimer sans la maîtrise de l'extraction. Le distillateur, par le choix de son matériel et des paramètres de distillation peut révéler pour une même plante de grands crus ou au contraire des qualités bien inférieures (**Baudoux et al., 2012**).

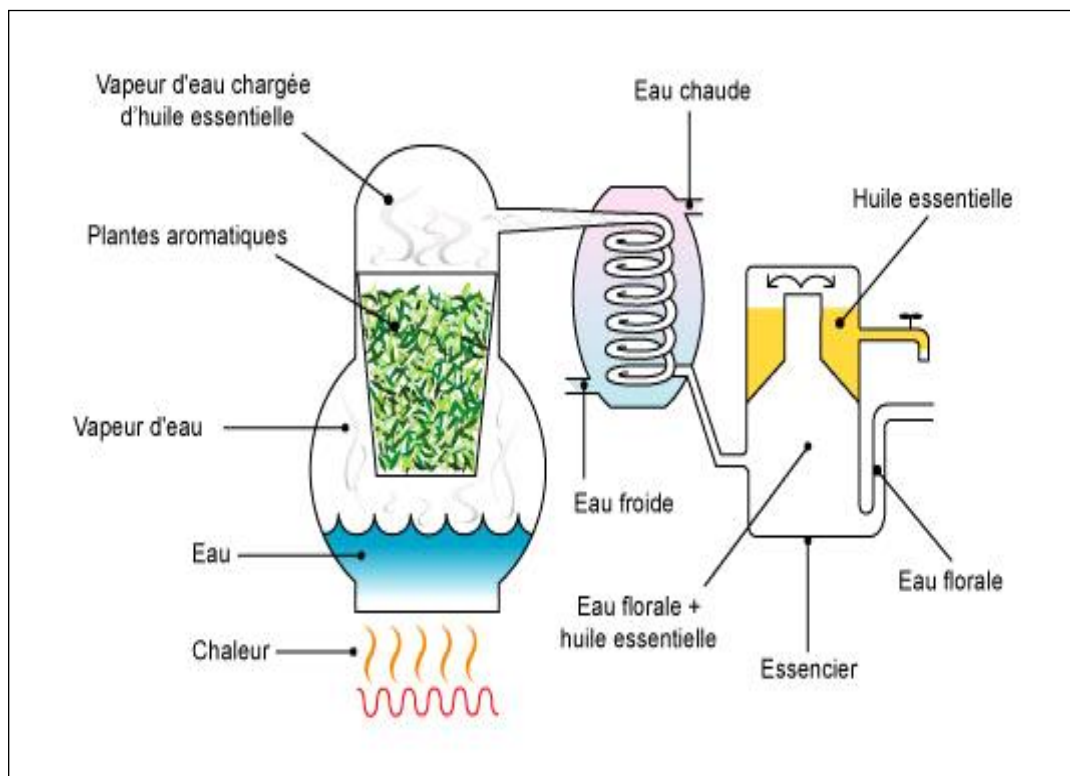


Figure 29 : Distillation par entraînement à la vapeur (Boutamani, 2013)

III.11.3. Hydro distillation

Elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau et l'ensemble est porté à ébullition, la vapeur d'eau en s'échappant emporte avec elle l'essence recherchée. Le mélange vapeur essence est ensuite récupéré par condensation (**Kone, 2001**). Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans cohobage des eaux aromatiques obtenues lors de la décantation. Ce procédé présente des inconvénients dus principalement à l'action de la vapeur d'eau ou de l'eau à l'ébullition ; Certains organes végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et par hydro distillation (**Boukhatem et al., 2019**). Cependant, le contact direct des constituants de l'HE avec l'eau occasionne des réactions chimiques conduisant à des changements dans la composition finale de l'extrait. Les conditions opératoires et, notamment, la durée de distillation exerce une influence considérable sur le rendement et la composition de l'HE (**Raaman, 2006**).

Un inconvénient malgré tout, le poids de plante mis en œuvre est trois fois moindre que celui dans la méthode classique, car il faut éviter que la plante ne se tasse pour que l'écoulement se fasse correctement. Ainsi une grande perte de temps est constatée lors de la mise en œuvre de la masse totale de plante à distiller. Le bilan de cette méthode reste donc relativement mitigé (**Pieri, 2008**).

III.11.4. Distillation à haute pression et haute température

Cette méthode utilisée en industrie n'est pas recommandable car la température dégagée dégrade certaines molécules aromatiques alors que la haute pression transforme souvent certains composés pour les rendre insolubles et donc indésirables. A notre avis cette méthode devrait être abandonnée (**Pieri, 2008**).

III.11.5. Extraction par micro-ondes

Au début des années 1990 est apparue une toute nouvelle technique appelée hydrodistillation par micro-ondes sous vide (**Mengal et al., 1993**). L'extraction par micro-ondes consiste à chauffer l'extractant (eau ou solvant organique) mis en contact avec la plante sous l'énergie de micro-ondes ce qui permet un chauffage homogène. Ce nouveau procédé d'extraction permet des gains de temps et d'énergie considérables (**Pourmortazavi et Hajimirsadeghi, 2007**).

L'avantage de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et incrémenter le rendement. Toutefois, aucun développement industriel n'a été réalisé à ce jour. La distillation assistée par micro-ondes fait aujourd'hui l'objet de beaucoup d'études et ne cesse d'être améliorée parce qu'elle présente beaucoup d'avantages : technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées (**Boukhatem et al., 2019**).

III.11.6. Extraction par solvants organiques

Cette méthode en trois étapes a été utilisée pour la première fois sur des fleurs par le chimiste et pharmacien français Pierre Jean Robiquet en 1835 et elle est rapidement devenue une méthode populaire. L'avantage était que l'extraction pouvait se faire à température ambiante. Cependant, il s'agit d'un processus compliqué nécessitant un appareil coûteux (**Buckle et al., 2003**).

La méthode consiste à faire macérer les fleurs dans un solvant volatil hydrocarboné apolaire (le pentane, l'hexane, etc.). Le solvant est ensuite évaporé pour donner une pâte appelée concrète qui renferme des composés aromatiques, des cires et des composés huileux de la plante (**Wilson, 2010**). Le solvant choisi, en plus d'être autorisé, devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène.

Sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait (**Boukhatem et al., 2019**).

Cette technique est utilisée avec les plantes dont l'extraction d'huiles essentielles grâce à l'hydrodistillation est inefficace : c'est le cas du jasmin, de certaines roses, du narcisse, du néroli du mimosa (**Jammaledine, 2010**).

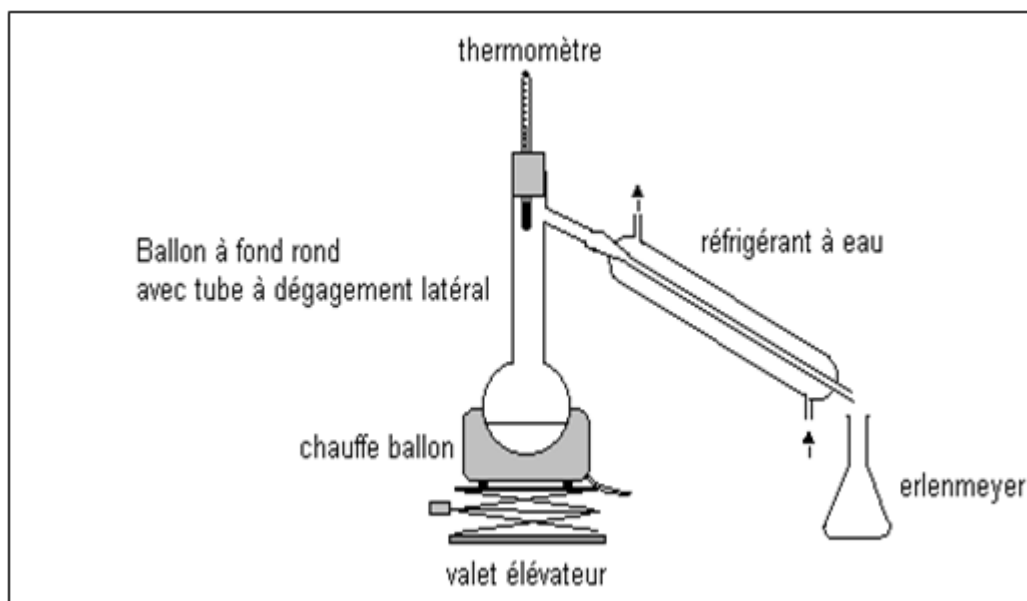


Figure 30 : Extraction par solvant

III.11.7. Extraction par le CO₂ supercritique

Le principe général de la méthode est le suivant. Le CO₂ porté aux conditions de température et de pression souhaitées, chemine au travers de la matière première végétale dont elle tire et volatilise les molécules aromatiques. Le mélange passe ensuite dans un séparateur, où le CO₂ est détendu et se vaporise. Il est soit éliminé, soit recyclé. L'extract se condense et est récupéré (**Fernandez et Chemat, 2012**).

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé : le CO₂ supercritique. Au-delà du point critique ($P = 73,8$ bars et $T = 31,1$ °C), le CO₂ possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, qui plus est, facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression. Cette technique présente énormément d'avantages. Tout d'abord, le CO₂ supercritique est un solvant idéal puisqu'il est naturel, inerte chimiquement, ininflammable, non toxique, sélectif, aisément disponible et peu coûteux (Pellerin, 1991). 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 (**Wenqiang et al., 2007**).

Tableau 5 : Quelques plantes d'où sont tirées les huiles essentielles (Danièle, 2014)

Huile essentielle de...	Extraite de...
Ail	Gousse broyée
Oignon	Bulbe
Clou de girofle	Bouton séché
Pin, sapin, épinette noire	Aiguille
Cannelle, bouleau	Écorce, feuille
Bois de Hô, cade, cèdre, genévrier, Santal	Bois
Angélique, livèche, vétiver	Racine
Myrrhe, encens, térébenthine	Gomme = oléorésine
Vanille	Gousse
Gingembre, nard	Rhizome
Bergamote, bigarade, citron, mandarine, orange, pamplemousse	Feuille et zeste
Aneth, cardamome, carotte, carvi, anis, coriandre, cumin	Graine
Genièvre	Baie, rameau
Muscade, poivre, cubèbe	Fruit (épice)
Cajeput, petit grain, romarin, fenouil	Tige et feuille
Cyprès	Branche et feuille
Eucalyptus, laurier noble, lemon-grass, mélisse, niaouli, gaulthérie, géranium, verveine	Feuille
Citronnelle, céleri, palmarosa	Plante entière non fleurie
Armoise, estragon, hysope, menthe, origan, sarriette, thym, marjolaine, sauge, achillée millefeuille, basilic, hélichryse italienne, lavandes, patchouli	Plante fleurie
Rose de Damas, camomille	Fleur

III.12. Biosynthèse des HEs

Selon Bruneton (1999) seuls les terpènes les plus volatils dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée (monoterpènes et sesquiterpènes) et leurs dérivés oxygénés sont rencontrés dans la composition des HE (Kerbouche, 2010).

III.12.1. Biosynthèse des monoterpènes

Le géranyldiphosphate « GDP » est considéré comme le substrat naturel pour la synthèse des monoterpènes, et suite à des étapes d'isomérisation et de cyclisation, il se transforme en LDP (diphosphate linalylique). Le LDP s'ionise et se cyclise donnant une forme qui correspond au cation α -terpinyl. De cet intermédiaire universel, la réaction peut prendre l'un des plusieurs itinéraires. Alternativement, le cation α -terpinyl peut subir davantage de cyclisation, pour fournir l' α - ou β -pinène. Ce cation peut aussi produire l' α -terpinéol, lequel après hétérocyclisation donne le 1,8-cineole. Quelques synthèses de monoterpènes produisent les produits acycliques tels que le myrcène et le linalool.

La Fig 31, explique et illustre essentiellement tous les types squelettiques des monoterpènes, et leurs stéréoisomères et dérivés (Kerbouche, 2010).

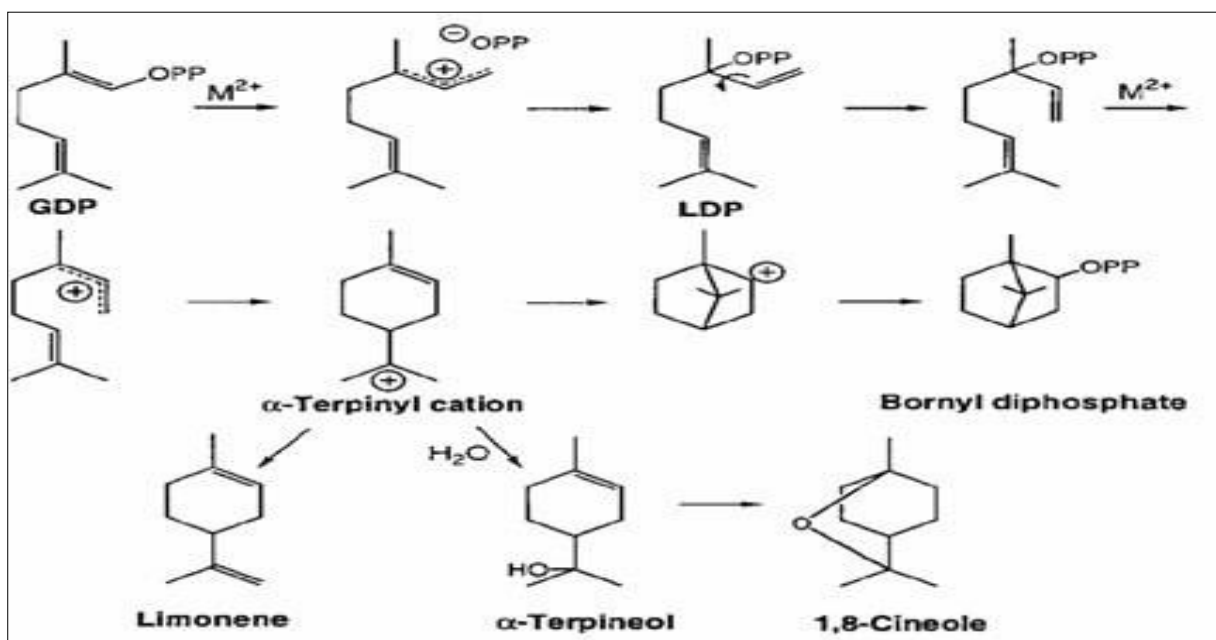


Figure 31: Biosynthèse des monoterpènes représentatifs à partir du GDP
(Kerbouche, 2010)

III.12.2. Biosynthèse des sesquiterpènes

Tous les sesquiterpènes sont dérivés du farnésyldiphosphate « FDP », et la diversité structurale de cette classe est plus grande que celle des monoterpènes, le nombre des monoterpènes avoisine les 1000 alors que les sesquiterpènes sont plus de 7000. De même que les monoterpènes, la formation des composés cyclohexanoïd, tels que α -bisabolène, exige l'isomérisation préliminaire du trans-farnesyl qui est analogue à LDP et représente le précurseur des sesquiterpènes, suivie d'une cyclisation ionisation- dépendante. La plus grande taille de la chaîne du farnesyl permet également après cyclisation la formation de composés tel que le germacrène C et γ -humulène. Des migrations méthyliques, et des

réarrangements de Wagner-Meerwein, permet la génération d'une large gamme de structures, y compris le δ -cadinène, l'épi-aristolochène, le γ -selinène, le vetispiradiène et le longifolène.

Les sesquiterpènes acycliques, tels que le β -farnésène, sont également dérivés de FDP. Les mécanismes de réaction des synthèses plastidiales des monoterpènes et les synthèses cytosoliques des sesquiterpènes ont des propriétés similaires (**Kerbouche, 2010**).

III.13. Toxicité des huiles essentielle

Généralement, les huiles et les substances aromatiques utilisées sous contrôle médical et aux doses physiologiques ne présentent aucune toxicité. Les problèmes toxiques peuvent cependant apparaître lors de confusion, de volonté suicidaire ou d'automédication irraisonnée. Cependant, certaines molécules aromatiques sont potentiellement très toxiques et font l'objet d'interdiction ou de restriction que ce soit en pharmacie, en parfumerie, en arômes alimentaires, en nutraceutique (**Bouyahya et al., 2016**).

Les HE sont des molécules actives. Elles peuvent avoir de graves effets secondaires. Il est important de respecter la posologie et la durée de la prise (**Eisenhut, 2007**).

Les huiles essentielles riches en phénols, aldéhydes aromatiques et terpéniques sont irritantes pour la peau et les muqueuses (**Skaria et al., 2007**).

La photosensibilisation se caractérise par une augmentation de la sensibilité cutanée aux rayonnements solaires, notamment aux rayons ultraviolets, provoquant des réactions érythémateuses susceptibles de favoriser la carcinogenèse. Toutes les essences des zestes de Citrus (Citron, Orange, Mandarine, Lime, Cédrat, Pamplemousse, Combawa) ainsi qu'*Ammivisnaga* (Khella) et *Angelica archangelica* (Angélique) peuvent présenter un risque de photosensibilisation après application et exposition solaire (**Marinier, 2009**).

Les lactones sesquiterpéniques, l'aldéhyde cinnamique, les phénylpropanoïdes et les hydroxydes sont les principales molécules responsables de phénomènes allergiques dont le risque varie évidemment avec le terrain du patient (**Baudoux, 2000**).

Les phénols à haute dose et sur une durée prolongée peuvent altérer les hépatocytes. Le plus toxique étant le carvacrol. Les pyranno-coumarines (*Ammi visnaga*) sont aussi hépatotoxiques. Les doses fortes doivent être utilisées au maximum dix jours (**Franchomme et al., 2007**).

L'absorption orale prolongée d'HE riches en monoterpènes (pinène, camphène) est susceptible d'enflammer et d'abîmer les néphrons. Ces HE surtout ceux des *Pinus* sp (toutes les espèces de Pin), des *Abies* sp (toutes les espèces de Sapin) **(Pacchioni, 2014)**.

Les huiles essentielles d'Absinthe, l'Armoise, le Cèdre, l'Hysop, la Sauge officinale, le Thuya, la Menthe poivrée... sont contre-indiquées en cas d'antécédents d'épilepsie, chez les personnes âgées avec troubles nerveux et chez les enfants de moins de 7 ans. La neurotoxicité s'explique par la forte affinité des cétones pour les lipides, il y aurait passage de la barrière hémato-encéphalique, destruction des gaines de myéline et perturbations électriques des neurones avec excitation puis dépression **(Pierron, 2014)**.

III.14. Principales voies d'utilisation des huiles essentielles

Les modes d'utilisation des huiles sont très divers. N'oubliez pas qu'une goutte d'huile essentielle, il faut plusieurs kilos de plante, elles nous offrent leur pouvoir donc prenons-en conscience et respectons leur don en ne les utilisant pas en excès **(Garcia, 2020)**.

Chaque huile essentielle peut avoir un ou plusieurs modes d'utilisation plus adaptés selon sa composition et ses propriétés mais également selon nos besoins **(Garcia, 2020)**.

III.14.1. Diffusion atmosphérique

C'est le mode le plus facile et le plus sûr à utiliser. Les huiles essentielles entreront en contact avec vos cellules nasales et passeront via vos poumons pour entrer dans votre organisme **(Garcia, 2020)**.

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 **(Mayer, 2012)**.

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 **(Mayer, 2012)**.

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 **(Mayer, 2012)**.

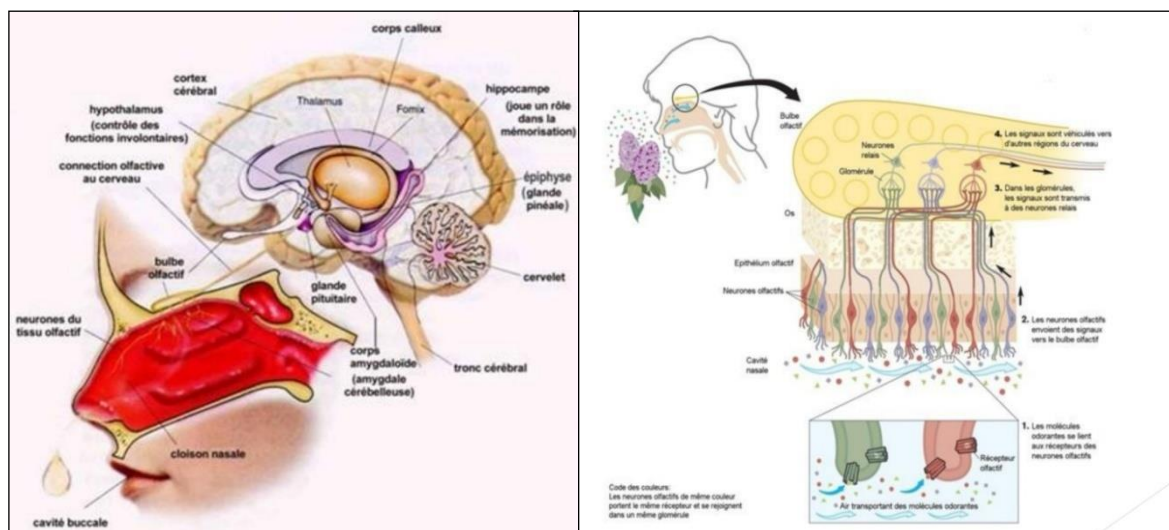


Figure 32 : Utilisation des huiles essentielles en Diffusion atmosphérique (Habets, 2016)

III.14.2. Voie interne

La voie interne peut être utilisée avec beaucoup de précaution (Mayer, 2012).

III.14.2.1. Voie orale

La voie orale permet d'agir vite et fort. Cependant elle nécessite les conseils d'un professionnel de santé. Ne prenez jamais d'HE par voie orale sans avoir des indications précises (Garcia, 2020). L'ingestion ne doit jamais se faire pure (Mayer, 2012). Elle nécessite 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 (Garcia, 2020). 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 (Mayer, 2012) et vérifier si l'huile essentielle est adaptée à l'âge (Goeb et Pesoni, 2014).

III.14.2.2. 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.

III.14.2.3. Voie gynécologique

Elle permet une action rapide localement avec l'emploi d'ovules vaginaux fabriqués sur le même modèle que les suppositoires en aromathérapie (Goebet Pesoni, 2014).

III.14.3. Voie externe

La voie cutanée à travers la peau (Habets, 2016), l'application cutanée permet aux huiles d'être absorbées par la peau et d'entrer dans la circulation sanguine

progressivement, votre peau adsorbera le nécessaire (**Garcia, 2020**). Et 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 (**Mayer, 2012**) entre 1% à 20% suivant l'HE choisie et l'action désirée (**Garcia, 2020**).

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 (**Garcia, 2020**).

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 (**Mayer, 2012**).

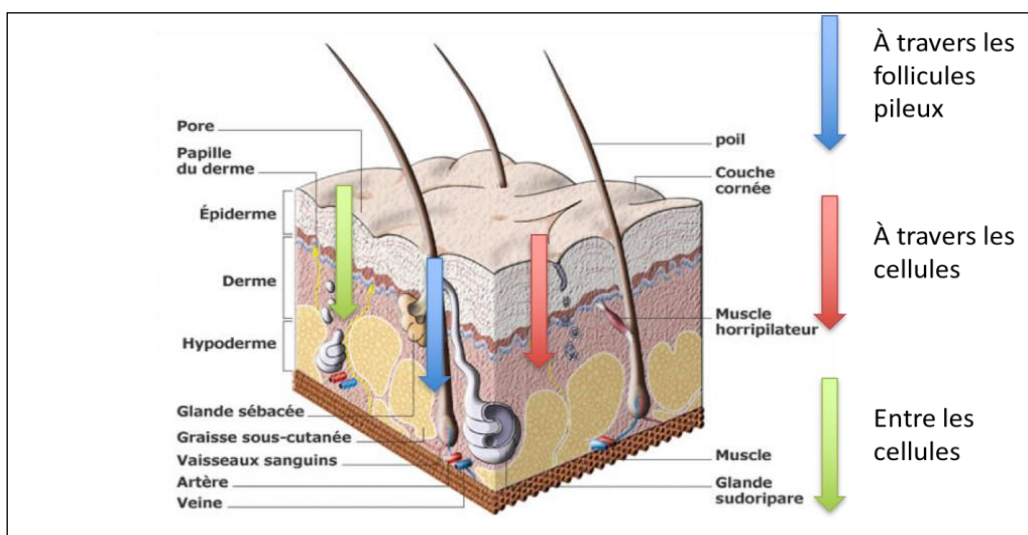


Figure 33: passage des composés actifs à travers la peau (**Arnaud, 2018**)

III.15. Caractérisation des huiles essentielles

III.15.1. Caractérisation physique

Plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau (**Desmares et al., 2008**). Et non miscibles, elles sont solubles dans l'alcool, les graisses, les huiles grasses. Volatiles, c'est ce qui explique leurs propriétés olfactives à température ambiante elles sont liquides, rarement visqueuses ou cristallisées, et diversement colorées.

Une huile essentielle ne contient ni alcool, ni lipide, ni protide, ni glucide, ni vitamine, ni sels minéraux (**Boisseau, 2018**).

III.15.2. Propriétés chimiques des huiles essentielles

Leur densité est généralement < 1 sauf exception (HE de saffron, de girofle, ou de cannelle) - Indice de réfraction souvent élevé et sont douées de pouvoir rotatoire.

Elles sont altérables, sensibles à l'oxydation. Elles ont tendance à se polymériser en donnant des produits résineux (**Sahraoui, 2014. 2015**).

Elles sont composées de molécules à squelette carboné, le nombre d'atomes de carbone étant compris entre 5 et 22 (le plus souvent 10 ou 15). Les HE sont des mélanges complexes de constituants variés en concentration variable dans des limites définies. Ces constituants appartiennent principalement mais pas exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les terpénoïdes et les substances biosynthétisées à partir de l'acide shikimique (donnant naissance aux dérivés du phénylpropane) (**Desmares et al., 2008**).

III.15.3. Caractérisation chromatographique

III.15.3.1. Chromatographie en phase gazeuse (CPG)

L'analyse des HE, l'identification des constituants, la recherche d'éventuelles falsification peuvent se faire à l'aide de techniques telles que la chromatographie en phase gazeuse sur phases stationnaires polaires, apolaires ou chirales, couplée avec une détection par spectrométrie de masse ou IRTF (Infrarouge à transformée de Fourier) (**Desmares et al., 2008**).

Analyses chromatographiques : chromatographie sur couche mince, chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP) dans le cas des furocoumarines dans les HE de Citrus, chromatographie en phase gazeuse (Pharmacopée, ISO (Organisation internationale de normalisation), AFNOR (Agence Française de normalisation) : c'est la méthode de choix qui permet de réaliser le profil chromatographique de l'huile essentielle 16O (**Desmares et al., 2008**).

III.16. Efficacité des huiles essentielles

Les produits à base de plantes tels que les HE et autres extraits sont utilisés depuis des siècles en raison de leurs propriétés bénéfiques. Actuellement, leur utilisation est largement diffusée dans une variété d'industries et des nouvelles applications émergentes continuellement. Pour ces raisons, ils sont produits industriellement en grande quantité et par conséquent ils ont le potentiel d'atteindre l'environnement (**Ferraz et al., 2022**).

- L'HE de thym possède un fort pouvoir antioxydant capable de ralentir le vieillissement. Le thym fait partie des éléments obtenant le meilleur score Orac (Oxygen radical

absorbance capacity, test mesurant la capacité antioxydant réelle d'une substance, développé par l'Université de Tuft, USA) **(Danièle, 2014)**.

- Les HE ont un potentiel considérable en tant qu'agent préventif et thérapeutique contre diverses maladies bucco-dentaires et, en particulier, les maladies dentaires. Le potentiel plus large des HE en tant qu'agent antimicrobien et anti-inflammatoire est principalement responsable de leur utilisation dans les maladies dentaires **(Singh et al., 2022)**.

- Une étude menée à l'hôpital a démontré que les HE de lavande, marjolaine, géranium, mandarine et cardamome étaient aussi efficaces pour faire dormir les patients insomniaques que les médicaments sédatifs classiques.

En Irlande, une étude menée dans un service hospitalier de neurologie (long séjour), a montré que les patients atténuaient leur anxiété et leur détresse psychologique grâce aux HE de lavande, arbre à thé, romarin (étude en double-aveugle contre placebo) **(Danièle, 2014)**.

- La contamination des aliments par la détérioration et les micro-organismes pathogènes est un défi majeur pour la santé publique, la sécurité alimentaire et la durabilité. En réponse, il y a eu un intérêt croissant pour l'exploration d'agents antimicrobiens alternatifs tels que les HE. Bien que les HE puissent être de puissants antimicrobiens, elles sont chimiquement et biologiquement labiles et ont des arômes puissants qui limitent leur application en tant qu'additifs antimicrobiens alimentaires **(Mukurumbira et al., 2022)**.

- Au Royaume-Uni, à l'Université de Manchester, des études ont plusieurs fois montré que les huiles essentielles étaient capables de désinfecter totalement une pièce (sans qu'il reste un seul germe vivant !), y compris les microbes les plus inquiétants : les bactéries SARM, multirésistantes aux antibiotiques (*Staphylococcus aureus* : résistant à la méticilline, *Pseudomonas aeruginosa* et autres entérocoques, tel le célèbre *Clostridium difficile*, qui porte bien son nom ou encore *Escherichia coli*...).

Les chercheurs suggèrent que les huiles essentielles les plus désinfectantes pourraient être utilisées par le personnel hospitalier (dans des shampoings, savons, gels-douches, produits désinfectants...) afin d'enrayer les « épidémies » dues à ces super-germes mortels **(Danièle, 2014)**.

III.17. Secteurs d'application des HE

Les huiles essentielles constituent une matière première destinée à divers secteurs d'activités. Leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années. En effet, la demande industrielle de ces composés à forte valeur ajoutée est bien réelle, et ce grâce à la multiplicité de leurs usages dans de nombreux secteurs industriels et

l'engouement des consommateurs pour ces produits de qualité (**Bessah et Benyoussef, 2005**).

III.17.1. En l'industrie des cosmétiques

Partout dans le monde les huiles essentielles sont utilisées pour leur parfum. Comportait principalement des huiles essentielles d'agrumes (fleur d'oranger, cédrat, bergamote) et d'aromates (romarin, thym) complétées par des extraits de fleurs (huiles essentielles de lavande et de rose double, eau de mélisse et extrait de jasmin) (**Fernandez et Chemat, 2012**).

L'industrie des cosmétiques, savonneries et parfums constitue le plus gros consommateur d'huiles essentielles. Il représente 60 % de la demande totale en substances naturelles, selon le National Research Développement Corporation (NRDC). Ce secteur se caractérise par une très grande variété de produits, de quantité relativement faible et de prix souvent élevé. Les huiles essentielles sont utilisées comme matière première de base dans la fabrication des parfums et d'autres produits cosmétiques (**Bessah et Benyoussef, 2005**).

III.17.2. En l'industrie alimentaire

Les premières utilisations des plantes aromatiques par l'homme se sont faites pour enrichir la cuisine. Les Egyptiens diffusaient des odeurs par le chauffage de mélanges contenant des huiles essentielles dans le but d'augmenter l'appétit des personnes malades (**Baser et Buchbauer, 2009**).

Les huiles essentielles sont finalement devenues des arômes naturels et des rehausseurs de goût dans de nombreux domaines de l'agroalimentaire : liqueurs, boissons, confiseries, plats cuisinés (**Garneau, 2005**). S'il n'existe pas réellement de règle, on peut dire que les huiles essentielles plébiscitées pour des préparations salées sont issues d'épices et d'aromates alors que les huiles essentielles d'agrumes seront préférées pour des parfums plus sucrés (**Fernandez et Chemat, 2012**).

III.17.3. En agriculture

L'utilisation des huiles essentielles dans le domaine de l'agriculture est encore débutante mais est appelée à se développer. En effet, le contexte réglementaire actuel incite fortement à développer des produits phytosanitaires d'origine naturelle comme alternative aux moyens de lutte chimique. Les huiles essentielles sont actuellement testées sur différentes cibles : les insectes, les champignons, les bactéries, les adventices et également pour la conservation des semences (**Furet et Bellenot, 2013**).

Des produits à base d'huiles essentielles sont déjà commercialisés dans certains pays d'Europe. L'huile essentielle de clou de girofle (*Syzygium aromaticum* L.) est par

exemple proposée pour lutter contre des maladies de conservation des pommes et des poires. La menthe verte (*Mentha spicata* L.) est utilisée pour inhiber la germination des pommes de terre. L'orange douce (*Citrus sinensis* L.) est proposée contre de nombreuses maladies et insectes (mildiou, oïdium, rouille blanche, cicadelles, aleurodes...) (Chavassieux, 2014).

III.17.4. En pharmacie

Depuis des milliers d'années, l'Homme utilise les huiles essentielles et plus généralement les plantes aromatiques pour se soigner. Aujourd'hui, les médecines dites naturelles rencontrent un succès grandissant auprès du public (Garneau, 2005).

L'intérêt accru de la population pour les produits de santé naturels a contribué au développement de l'industrie des huiles essentielles. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 80 % de la population mondiale a recours aux médecines traditionnelles pour satisfaire des besoins en soins de santé primaire. Cet intérêt est essentiellement dû au caractère peu onéreux et plus accessible de la médecine traditionnelle par rapport à la médecine conventionnelle importée, plus coûteuse et difficilement accessible (Bessah et Benyoussef, 2005).

L'industrie pharmaceutique emploie également les huiles essentielles sous un nombre grandissant de formes (complexes à vaporiser, pastilles, gélules, dentifrices, etc...). Ces préparations contenant des huiles essentielles répondent à la réglementation des médicaments à base de plante. De plus en plus, ces produits sont enregistrés sous le statut de complément alimentaire, réglementairement moins contraignant. Mais les huiles essentielles peuvent également être de simples excipients dans d'autres médicaments et servir par exemple d'arôme pour masquer le goût d'un principe actif, comme agent de pénétration percutanée (Kaloustian et Hadji-Minaglou, 2012).

Notons également que la médecine vétérinaire semble également s'intéresser de près aux huiles essentielles (Burt, 2004). Une nouvelle fois ce sont leurs propriétés antifongiques et antibactériennes qui sont exploitées, notamment depuis que l'utilisation des antibiotiques a été limitée dans les élevages par l'union européenne en 2006. Ainsi on utilise aujourd'hui les huiles essentielles comme répulsifs ou insecticides, comme conservateur, dans l'alimentation animale ou tout simplement pour soigner les animaux de différentes affections (Baser et Buchbauer, 2009).

Les huiles essentielles représentent un outil thérapeutique très efficace qui permet d'élargir le champ des traitements médicaux conventionnels. Les huiles essentielles

peuvent être utilisées directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de principes actifs (Bessah et Benyoussef, 2005).

L'utilisation des huiles essentielles dans différentes pathologies (digestive, infectieuse, etc.) fait appel à leurs propriétés : anti-infectieuse, antalgique, anti-inflammatoire, sédative, antimicrobien, antispasmodique et antioxydante (**Bessah et Benyoussef, 2005**).

Tableau 6: exemples de la diversité d'application des huiles essentielles (**Grysole, 2005**)

Huiles essentielles	parfumerie		Alimentation	Médecine
	Cosmétiques	Technique		
basilic	parfum		Arome pour sauces et condiments	Antispasmodique régulateur de système
citronnelle		Arome pour savon, désinfectant, éloigne les insectes	Arome pour boisson et sucreries	
eucalyptus			Arome pour boissons, sucreries, crèmes glacées	Anti-inflammatoire
géranium	parfum		Arome pour sucreries, chewing-gum	Antispasmodique, relaxant
lemongrass				Vasodilatateur, sédatif
Mentha poivrée		Saveur pour dentifrice	Saveur pour liqueurs, glaces, chewing-gum, chocolat	Antalgique, anesthésique, tonique, stimulant du système nerveux
Menthe verte			Saveur pour boissons, sucreries, crèmes glacées	Saveur pour les sirops par exemple

III.18. Avantages de l'utilisation des huiles essentielles

Comme l'indiquent « aroma » et « thérapie » les notions de fragrance et de soins sont associées, les HE constituant la base de l'aromathérapie. Il ne faut pas confondre l'aromathérapie qui utilise les HE et la phytothérapie qui fait usage de l'ensemble des éléments d'une plante (**Natarom, 2016**).

Les HE sont les composés volatils ayant le parfum huileux et sont obtenus à partir des différentes parties de la plante (**Irshad et al., 2020**).

Bienfaits thérapeutiques des HE L'alimentation avec des herbes aromatiques, des épices et certains compléments alimentaires peuvent approvisionner l'organisme aux HE. Il existe de nombreuses sources alimentaires spécifiques d'HE, telles que zeste d'orange et d'agrumes, aneth, cerise, menthe verte, carvi, noir poivre et citronnelle. Ainsi, l'exposition humaine aux huiles essentielles par l'alimentation ou l'environnement est répandue (**Bouayed et Bohn, 2012**).

Les champs d'application de l'aromathérapie sont vastes, mais les usages les plus connus sont les suivants :

- Les HE sont utilisés en aromathérapie et agissent comme antioxydant, antimicrobien, antifongique, analgésique, anxiolytique, dépressif (**Irshad et al., 2020**).
- Dans le domaine de la cosmétique et des industries (Arômes alimentaires, savons, lotions, shampoings et détergents à lessive) (**Ramsey et al., 2020**).
- Le bien-être (bains aux HE, Le massage à l'huile de lavande est un moyen efficace d'aider la peau, la circulation sanguine, la circulation lymphatique et de détendre les muscles fatigués (**El Naqili, 2020**).
- Une action bienfaisante : L'aromathérapie est utilisée entre autres, pour apaiser et pour contrer l'anxiété. Dans certains hôpitaux, des infirmières formées à l'aromathérapie font bénéficier leurs patients des bienfaits des HE qui détendent les malades par leur action anti-nausée ou antidouleur (**Natarom, 2016**).
- L'action des HE commence par pénétrer dans le corps humain via trois possibilités différentes par voie d'absorption directe par inhalation, ingestion ou diffusion à travers la peau tissu (**Bouayed et Bohn, 2012**).

III.19. Inconvénients de l'utilisation des huiles essentielles

En cas de mésusage, les HE peuvent s'avérer très dangereuses. Le document de l'Ecole des hautes études en santé publique décrit plusieurs cas graves : la découverte (en anglais) d'une croissance de la poitrine chez des jeunes garçons exposés aux huiles essentielles de lavande et d'arbre à thé, des effets convulsifs sur les jeunes enfants en

contact avec des HE de camphre et d'eucalyptus, ou encore une diminution des fonctions pulmonaires chez des personnes asthmatiques (**Adaoust, 2018**).

- Les HE dangers pour les femmes enceintes elles sont pénètrent dans le sang de différentes manières et agissent au niveau de tout l'organisme. Elles atteignent par conséquent le bébé en passant la barrière du placenta. Toutes les HE qui contiennent des cétones sont interdits chez la femme enceinte. Et pour cause, ces substances sont potentiellement neurotoxiques et peuvent provoquer un avortement spontané (**Degryse et al., 2008**).

- HE sont aussi dangers chez le nouveau-né à cause de son immaturité physiologique, le nouveau-né est plus sensible aux substances auxquelles il est exposé (**Cohen, 2013**).

Chapitre IV : Effets thérapeutiques des huiles essentielles



IV.1. Fonctionnement de l'aromathérapie

Les experts s'accordent sur le fait que l'efficacité des huiles essentielles vient de 3 aspects, c'est ce que l'on nomme la ternaire aromatique (**Charie, 2019**).

IV.1.1. Activité biochimique

Une huile essentielle est composée d'un nombre variable de molécules chimiques (selon la plante), qui lui confèrent ses principes actifs. Ses molécules agissent sur des récepteurs biochimiques de l'organisme et entraînent une action thérapeutique. Elles sont suffisamment fines pour passer la barrière cutanée et d'agir en quelques minutes sur plusieurs sphères : physique, psychique, émotionnelle et également vibratoire (**Naturopathe, 2021**).

Une activité biochimique : c'est l'activité la plus étudiée et la mieux connue : certaines molécules composant les huiles essentielles agissent sur des récepteurs biochimiques de l'organisme, entraînant une action thérapeutique (**Charie, 2019**).

De par leur essence raffinée et très subtile, les huiles essentielles nous délivrent des messages de différentes manières : moléculaire ou biochimique, énergétique et informationnelle. Une autre dimension pourrait être rajoutée, l'aspect vibratoire de l'huile essentielle (la fréquence vibratoire) (**Naturopathe, 2021**).

L'aromathérapie nous donne plus d'une dizaine de familles biochimiques : monoterpénols, aldéhydes, oxydes, éthers, esters, phénols, etc. Qui ont des propriétés anti-infectieuses, anti-inflammatoires, antispasmodiques, calmantes, etc. Ces données sont utilisées aussi par la pharmacologie. Chaque famille moléculaire à une ou plusieurs actions bien définies. Chaque huile essentielle est différente car appartenant à une ou plusieurs familles chimiques la définissant et lui donnant son identité propre (**Naturopathe, 2021**).

IV.1.2. Activité informationnelle

Le parfum des huiles essentielles est transmis au cerveau par voie olfactive, produisant des réactions sur le plan émotionnel. Les molécules olfactives peuvent créer une réaction en chaîne et avoir des répercussions bien-sûr sur le plan émotionnel mais aussi physiologique (**Naturopathe, 2021**). Le parfum des HEs (leur arôme) est transmis au cerveau sous forme d'influx nerveux. Certains arômes peuvent entraîner des réactions psychologiques, voire physiologiques importantes (**Charie, 2019**).

IV.1.3. Activité énergétique

Les huiles essentielles ont un potentiel électronique. Mais qu'elles ont un excès ou un déficit d'électrons et ont donc la capacité d'en échanger avec le milieu dans lequel elles sont et ainsi agir sur l'organisme (**Charie, 2019**).

On dit qu'elles sont positivantes lorsqu'elles captent des électrons et négativantes lorsqu'elles en donnent. Il existe un référentiel bio-électrique des familles biochimiques ainsi que pour chaque huile essentielle. Cette notion permet de comprendre pourquoi le fonctionnement en synergie (mélange de plusieurs huiles essentielles) est plus efficace que si on utilise qu'une seule huile essentielle. Leurs multiples molécules travaillent ensemble et se renforcent les unes les autres (**Naturopathe, 2021**).

Ces 3 activités agissent en synergie et c'est ce qui donne toute la spécificité de l'aromathérapie (**Charie, 2019**).

IV.2. Propriétés thérapeutiques des huiles essentielles

Une huile essentielle peut avoir différentes propriétés en fonction de l'organe du végétal, dont l'essence est extraite : fleur, feuille, racine, graine, écorce, etc. Les principales propriétés des huiles essentielles utilisées en aromathérapie sont (**Silvestre., 2020**) :

IV.2.1. Propriétés Anti-infectieuses

Selon la définition de Larousse : « Pénétration et développement dans un être vivant, de micro-organismes qui peuvent provoquer des lésions en se multipliant, et éventuellement en sécrétant des toxines ou en se propageant par voie sanguine (**Danièle et al., 2021**).

Grâce à leurs nombreuses molécules actives, presque toutes les HEs s'avèrent être anti-infectieuses à des degrés différents. Leurs vertus antibactériennes, antivirales, antifongique sont largement décrites et publiées (**Buckle, 2015**). Les HEs reconnues comme les plus anti-infectieuses sont celles contenant : des molécules phénoliques (carvacrol, thymol, eugénol...), de l'aldéhyde cinnamique, des alcools terpénique (géraniol, thujanol, linalol, terpinéol, menthol...), certains aldéhydes aliphatiques (nèral, gèranial, citronellal...), certaines cétones actives en cas d'états infectieux muco-purulents (verbénone, cryptone sur les virus nus, menthone...) (**Szczepanski et al., 2014**).

IV.2.1.1. Propriétés antimicrobiennes

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour la recherche et le développement de nouveaux antimicrobiens agents de diverses sources pour lutter contre la résistance microbienne. Par conséquent, une plus grande attention a été accordée au dépistage de l'activité antimicrobienne et à ses méthodes d'évaluation (**Chauhan et al., 2017**).

Le carvacrol est le plus actif 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* (Fabian et al., 2006). Aussi, cette activité peut être attribuée en grande partie aux principaux groupes des composés qui s'y trouvent : monoterpènes, sesquiterpènes et composés non terpènes comme les phénylpropanoïdes (Tableau 7). Lorsqu'ils sont présents en proportions importantes, les composés soufrés tels que ceux trouvés dans *Allium spp.* Sont souvent les principaux composés antimicrobiens (Thormar, 2011).

Tableau 7: Exemples d'huiles essentielles ayant des propriétés antibactériennes
(Bouyahya et al., 2017)

Huile essentielle	Famille	Composants majoritaires
<i>Artemisia herba-alba</i>	Lamiaceae	Eucalyptol Chrysanthénone Camphore
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae	Eucalyptol α-pinène Camphore
<i>Mentha viridis</i>	Lamiaceae	Limonène
<i>Ocimum basilicum</i>		Eucalyptol Méthyl trans-cinnamate
<i>Lavandula officinalis</i>	Lamiaceae	Acétate de linalyle Linalol
<i>Mentha piperita</i>	Lamiaceae	Acétate de linalyle
<i>Origanum compactum</i>	Lamiaceae	Linalol Acétate de linalyle γ-terpinène p-cymène en carvacrol thymol
<i>Mentha suaveolens</i>	Lamiaceae	Piperitenone oxide (-)-Isopulégol Limonène
<i>Origanum elongatum</i>	Lamiaceae	p-cymène γ-terpinène Thymol Carvacrol
<i>Thymus capitatus</i>	Lamiaceae	Carvacrol

<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	Eucalyptol Camphre
<i>Artemisia annua</i>	Asteraceae	Camphre
<i>Cymbopogon citratus</i>	Poaceae	Géranial Neral
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Lamiaceae	Terpinène-4-ol
<i>Lavandula multifida</i>	Lamiaceae	Carvacrol B-bisabolène Linalol
<i>Thymus maroccanus</i>	Lamiaceae	Carvacrol p-cymène
<i>Jacaranda acutifolia</i>	Bignoniaceae	Acide n-dodécanoïque Acide n-tétradécanoïque Acide n-hexadécanoïque n-nonacosane
<i>Artemisia herba-alba</i>	Asteraceae	1,8-cinéole Cis-limonène Cis-chrysanthénol a-terpinénol
<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae	Eugénol Acétate d'eugényle
<i>Ocimum suave</i>	Lamiaceae	ND
<i>Cedrus atlantica</i>	Pinaceae	Pinène
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiaceae	1,8-cinéole Sabinène
<i>Mentha suaveolens</i>	Lamiaceae	Pulégone Piperitenone oxide (PEO) Piperitone oxide (PO)
<i>Pluricaria odora</i>	Asteraceae	1,8-cinéole Sabinène
<i>Cladanthus mixtus</i>	Asteraceae	Alcool de santoline a-pinène
<i>Anvillea radiata</i>		Camphénilone
<i>Tetralina articulata</i>	Asteraceae	a-hydroxyphénolide parthenolid-9-one
	Cupressaceae	Cerdène Thymol

IV.2.1.2. Propriétés antibactériennes

En 1987, Deans et Ritchie ont étudié l'effet de 50 huiles essentielles sur 25 genres de bactéries, grâce à la méthode des puits. Ils ont abouti au fait que parmi les 9 huiles essentielles manifestant les propriétés inhibitrices les plus importantes sur plus de 20

genres de bactéries, on retrouve notamment l'HE du laurier, de la cannelle, du clou de girofle et du thym (**Kerbouche, 2010**).

Il existe une relation linéaire claire entre la concentration des huiles essentielles sélectionnées et l'activité antibactérienne. Au fur et à mesure que la concentration d'huiles essentielles augmentait, le diamètre (mm) de la zone d'inhibition augmentait également. L'huile essentielle de *Ocimum tenuiflorum* a montré une forte inhibition contre toutes les bactéries Gram-positives et Gram-négatives testées à partir de 25% (v/v) de concentration (**Chand, 2017**).

Les deux principaux groupes de bactéries, Gram-positives et Gram-négatives, ont démontré une sensibilité *in vitro* à l'huile essentielle et ses composantes. Les méthodes utilisées sont généralement la méthode de diffusion sur disque ou méthodes de dilution en gélose ou en bouillon (Bakkali *et al.*, 2008). La plupart des huiles essentielles possèdent au moins un certain degré d'activité antibactérienne. Les huiles de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) sont des exemples d'huiles essentielles qui ont une activité contre un large éventail de bactéries Gram-positives et Gram-négatives (à l'exclusion *Pseudomonas aeruginosa*) avec des CMI (concentration minimale inhibitrice inférieures à 1 % ou environ 10 mg/mL (**Chauhan et al., 2017**). Ce niveau d'activité, bien qu'il soit potentiellement bénéfique, est d'environ 1 000 fois moins efficace que les antibiotiques conventionnels, pour lesquels les CMI sont exprimées en quantité de g/mL (Thormar, 2011).

Les mécanismes d'action antibactérienne des huiles essentielles restent moins clairs, et leur complexité vient de la composition chimique des HEs qui présente une diversité de molécules pouvant agir chacune sur une cible différente. Par ailleurs, divers mécanismes antibactériens des HEs ont été décrits. Elles peuvent affecter des niveaux morphologiques jusqu'à des niveaux de régulation en passant par des cibles structurales. Certaines études suggèrent qu'une HE peut simplement agir sur l'enveloppe externe de la cellule et le cytoplasme, vu son caractère hydrophobe spécifique, ce qui va induire une perturbation des structures bactériennes entraînant une augmentation de la perméabilité due à une incapacité à séparer les HEs de la membrane bactérienne. Les principales cibles d'action des HEs et de leurs composés sont indiquées d'une manière générale sur la **Figure 2**. Elles peuvent agir sur la membrane cellulaire perturbant ainsi le maintien du statut énergétique de la cellule, le processus de transduction d'énergie couplé à la membrane et le transport de soluté, et la régulation métabolique. Parfois, les HEs modifient l'expression des opérons en inhibant les médiateurs des auto-inducteurs. Ces mécanismes peuvent être

appliqués en même temps, générant ainsi une action amplificatrice (**Bouyahya et al., 2017**).

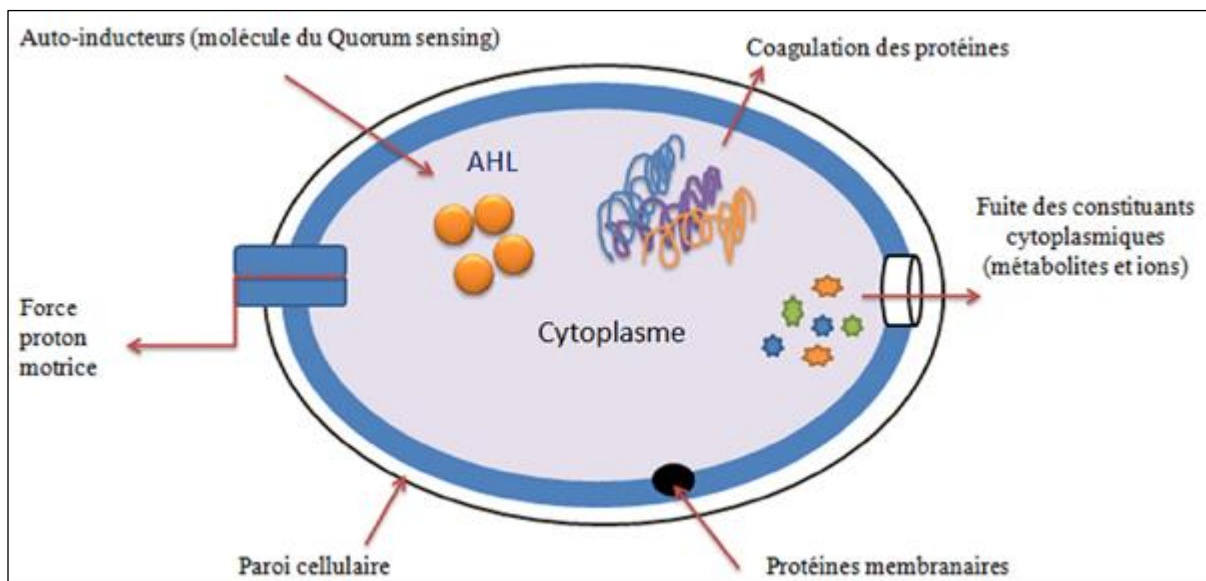


Figure 34: Mécanismes d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne AHL : N-acylhomosérine lactone (**Bouyahya et al., 2017**)

IV.2.1.3. Propriétés 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 (**Willem, 2002**). Leur pouvoir purifiant et assainissant permet de les utiliser par voie orale, par voie cutanée ou encore en inhalation et par simple diffusion (**Cardenas, 2016**).

De nombreuses données sur les propriétés antivirales des huiles essentielles, en ce qui concerne la gamme des huiles et des virus testés et la caractérisation des mécanismes d'action. Plus récemment, de nombreuses publications ont décrit l'activité *in vitro* d'une large gamme d'huiles essentielles. La majorité des études *in vitro* ont été réalisées en utilisant le virus de la grippe ou herpès simplex, virus enveloppés 1 ou 2 (HSV-1 ou -2) (**Thormar, 2011**).

IV.2.1.4. Propriétés 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 (**Willem, 2002**).

L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles de *Thymus capitatus* et *Thymus bleicherianus* a permis d'identifier respectivement, 14 et 26 constituants. L'huile de *T. capitatus* du Maroc est dominée par le carvacrol (70,92 %) alors que l'essence de *T. bleicherianus* est plus riche en α -terpinène (42,2 %) et en thymol (23,9 %). Les huiles essentielles des deux espèces ont montré, *in vitro*, une forte activité antifongique contre tous les champignons de pourriture du bois d'œuvre testés. Ce grand pouvoir bioactif observé chez les deux huiles est attribué principalement à leurs teneurs élevées en phénols terpéniques (carvacrol et thymol) (El Ajjouri, 2008).

IV.2.1.5. Propriétés Antiseptiques

Les huiles essentielles antiseptiques sont très appréciées pour leur effet purifiant et désinfectant. Les bactéries ne résistent pas à leurs vertus 100 % naturelles et leur large spectre de propriétés antiseptiques permet de lutter contre tous les types d'infections bactériennes. La plupart des huiles essentielles sont antiseptiques, mais certaines sont plus riches en principes actifs purifiants (Cardenas, 2016). Elles possèdent des fonctions aldéhydes ou des terpènes comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata* (Willem, 2002). Ce pouvoir antiseptique s'exerce de façon variable à l'encontre de bactéries pathogènes ou non, y compris des souches antibiorésistantes et contre les champignons (Angenot, 2014).

IV.2.1.6. Propriétés anti-protozoaires

Comme pour les études portant sur les propriétés antivirales des huiles essentielles et de leurs composants, les données sur l'activité des huiles essentielles contre les parasites tels que les protozoaires sont de plus en plus nombreuses et largement disponibles au cours de la dernière décennie. Les protozoaires sont des micro-organismes eucaryotes unicellulaires et de nombreuses huiles ont maintenant été évaluées comme agents antiprotozoaires (Thormar, 2011).

IV.2.2. Propriétés anti-inflammatoires

Les huiles essentielles sont très efficaces pour soulager et calmer les douleurs liées aux inflammations (Françoise, 2017). Douleurs musculaires ou articulaires, l'arthrite, l'arthrose ou encore les rhumatismes (Riotte, 2006). Leurs propriétés anti-inflammatoires en font des solutions de choix pour lutter contre ces maux qui gênent le quotidien (Françoise, 2017).

L'inflammation est un réflexe de défense naturel de l'organisme à la suite d'une agression, d'une infection, d'une allergie ou d'un traumatisme. Les maladies auto-immunes ou auto-inflammatoires peuvent également lancer ce processus. Ce mécanisme

biologique consiste donc à évacuer rapidement les cellules mortes ou les toxines **(Silvestre, 2020)**.

Les constituants des huiles essentielles tels que les monoterpènes hydrocarbonés, les sesquiterpènes hydrocarbonés et les alcools sesquiterpéniques ont montré une activité inhibitrice de la 5-lipoxygénase qui est une enzyme responsable de la production de leucotriènes suspectés de jouer un rôle important dans la maladie d'Alzheimer **(Chao et al., 2005)** et les composants de certaines huiles essentielles produisent de l'acide salicylique. C'est le cas de l'huile de gaulthérie, qui est fortement concentrée en salicylate de méthyle. Ce salicylate se transforme en acide salicylique (C'est l'une des molécules anti-inflammatoires les plus connues) lorsqu'il entre en contact avec la peau (Cardenas, 2017), ainsi celles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme l'huile essentielle de Gingembre **(Willem, 2002)**.

Un effet anti-inflammatoire a été décrit pour les huiles essentielles de *Protium strumosum*, *Protium lewellyni*, *Protium grandifolium* **(Siani et al., 1999)**. Plus récemment, des études ont montré que les huiles essentielles de *Chromoleanaodorata* et de *Mikaniacordata*, donnaient des tests d'inhibition positifs sur la lipoxygénase L-1 de soja, modèle de la lipoxygénase humaine (5-LO) impliquée dans les processus de l'inflammation **(Bedi et al., 2004)**. Dans une autre étude, il a été montré que celles de *Chromoleanaodorata* présentaient des actions positives sur la fonction de cyclooxygénase de la Prostaglandine H-synthétase **(Bedi et al., 2010)**. Enfin, les huiles essentielles de *Cymbopogongiganteus*, *Ocimumgratissimum*, *Eucalyptus citriodora* ont des activités inhibitrices sur la cyclooxygénase **(Bedi et al., 2003)**.

Une action anti-inflammatoire permet de soulager une inflammation ; c'est un processus complexe induit par une infection ou un traumatisme au niveau de l'organisme (musculaire, articulaire, circulatoire, etc.) **(Charie, 2019)**.

– Premièrement, c'est en modulant la réponse immunitaire que les huiles essentielles anti-inflammatoires vont agir. Indirectement, en activant le système immunitaire, les huiles essentielles vont favoriser par exemple l'élimination du foyer infectieux et donc réduire l'inflammation **(Charie, 2019)**.

– Deuxièmement, c'est en générant un réchauffement local que l'on appelle aussi hyperémie, que les huiles essentielles vont pouvoir réduire l'inflammation. En effet, le réchauffement va causer une accélération du flux sanguin et donc l'arrivée massive de globules blancs au niveau de l'inflammation. Le système immunitaire sera ensuite, mis en jeu **(Charie, 2019)**.

IV.2.3. Propriétés antalgiques

Le terme antalgique désigne un agent ayant pour rôle d'atténuer une douleur, voire même de l'inhiber. Certaines huiles essentielles possèdent cette capacité en raison de leurs compositions **(Silvestre, 2020)**. Leur action peut permettre de contrôler ou de diminuer la douleur, ou encore d'agir sur ses causes, par exemple en luttant contre l'inflammation. Le mode d'application a évidemment son importance : les bains aux huiles essentielles contribuent à dénouer les tensions, tandis que les massages activent les processus de guérison en stimulant la circulation sanguine. Les principes actifs peuvent aussi être absorbés par voie olfactive **(Cardenas, 2017)**. Parce que, la plupart des huiles essentielles contiennent les molécules comme le linalol, le camphre ou le menthol. Ces dernières agissent en calmant la douleur peu intense **(Silvestre, 2020)**.

Certaines huiles essentielles, comme la cannelle, le girofle ou la menthe poivrée, diminuent la perception de la douleur, de par leur action anesthésiante. Ce sont les aldéhydes, les sesquiterpènes, les esters terpéniques et les terpènes contenus dans les huiles essentielles qui contribuent à leur action antalgique **(Cardenas, 2017)**.

Différents mécanismes d'action existent, la douleur peut être inhibée soit par une sensation de froid (exemple pour la Menthe poivrée va stimuler des récepteurs au froid et avoir un effet vasoconstricteur), de chaud (va provoquer une vasodilatation et une légère anesthésie locale) ou en inhibant la transmission d'un stimulus douloureux **(Charie, 2019)**.

On peut classer les molécules ayant une action antalgique en fonction de la cible sur laquelle elles vont agir **(Fig. 35)** :

- Des molécules anti-inflammatoires : en s'opposant à la production des messagers chimiques de l'inflammation, ces molécules s'opposent à la naissance du message douloureux.
- Des molécules inhibitrices du nocicepteur : ces molécules agissent en bloquant la détection des médiateurs de la douleur par le neurone.
- Des molécules qui miment l'action de la morphine : En agissant sur les récepteurs aux enképhalines, ces molécules vont présenter un puissant effet antalgique.
- Des molécules inhibitrices des synapses cérébrales : Ces molécules agissent au dernier niveau de la voie de la douleur **(Arnaud, 2020)**.

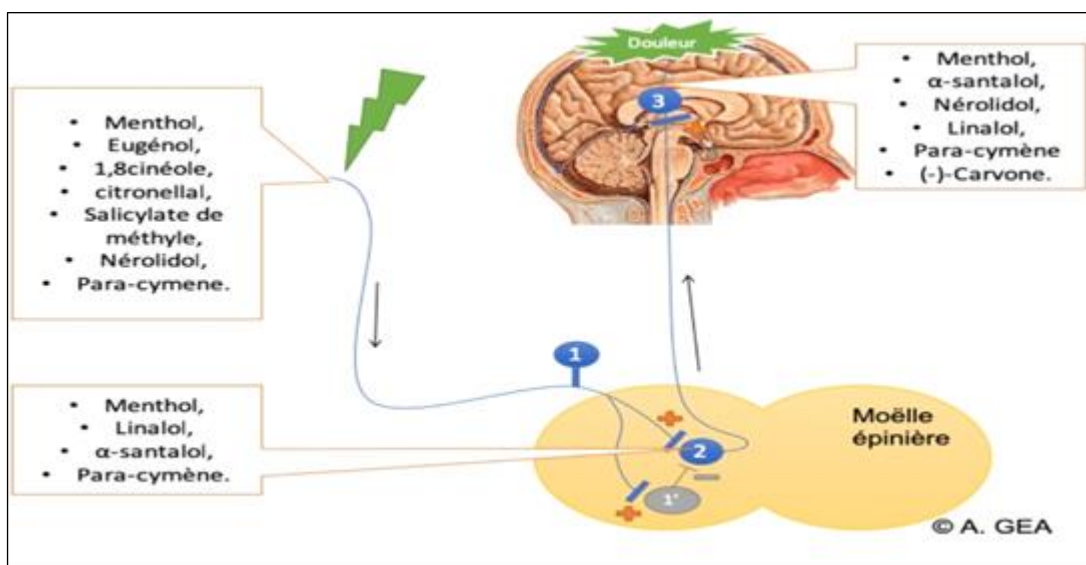


Figure 35: Sites d'action des différentes molécules ayant une action antalgique (Arnaud, 2020)

IV.2.4. Propriétés anticancéreuses

La complexité même des processus impliqués dans la cancérogenèse non seulement confond leur élucidation et entrave les tentatives de trouver des interventions préventives ou thérapeutiques efficaces, mais fournit également une myriade de cibles potentielles pour la chimioprévention ou la chimiothérapie (Thormar, 2011).

L'enzyme 3-hydroxy-3-méthylglutaryl-coenzyme A réductase est une enzyme clé dans le métabolisme du cholestérol. Elle catalyse la formation de mévalonate, un précurseur du cholestérol nécessaire pour la prolifération cellulaire. Il est bien connu que l'épuisement des mévalonates produit un arrêt dans la phase G1 du cycle cellulaire. L'inhibition de la synthèse de mévalonate peut donc être une stratégie utile pour réduire la croissance des cellules malignes. Certains terpénoïdes particuliers possèdent cette propriété. En effet, le farnésol semble agir de cette manière dans le cancer du foie chez le rat. C'est également le cas de la β -ionone qui réduit la synthèse du cholestérol (Bouyahya *et al.*, 2016).

Les propriétés antitumorales des HEs, connues depuis l'Antiquité dans des études empiriques, plusieurs molécules présentes dans les HEs sont douées de propriétés antitumorales, et particulièrement les phénols (tels que le carvacrol, le thymol et l'eugénol), les alcools (tels que le linalool) et les aldéhydes (tels que le cinnamaldéhyde). Ce sont généralement les HEs riches en de telles molécules qui présentent la plus grande efficacité cytotoxique contre des lignées cellulaires cancéreuses humaines (Bouyahya *et al.*, 2018).

Il existe plusieurs cibles moléculaires sur lesquelles agissent les huiles essentielles pour inhiber et/ou arrêter la prolifération des cellules tumorales. Elles peuvent induire l'apoptose activant les protéines proapoptotiques directement ou via les voies de signalisation, arrêter le cycle cellulaire directement ou via l'inhibition de l'activité des protéines-kinases, et elles peuvent modifier le potentiel membranaire des cellules cancéreuses (**Fig. 36**). Étant donné que les HEs sont riches en plusieurs composés, on peut avoir l'effet de plusieurs mécanismes générant ainsi une action amplificatrice (**Bouyahya et al., 2016**).

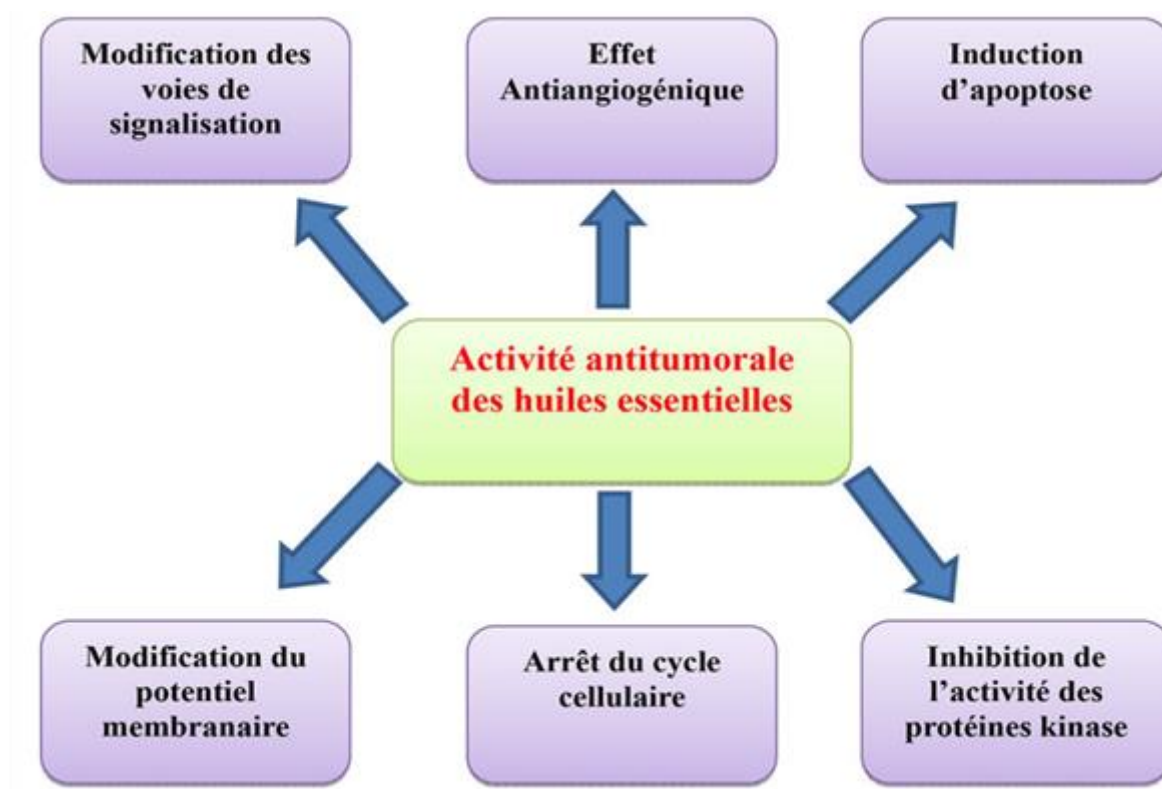


Figure 36: Mécanismes d'action antitumorale des HEs (**Bouyahya et al., 2016**)

IV.2.5. Propriétés antioxydantes

Le pouvoir antioxydant des HEs est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (**Richard, 1992**). Lorsque l'on parle d'activité antioxydante, on distingue deux sortes de propriétés selon le niveau de leur action : une activité primaire et une activité préventive (indirecte). Les composés qui ont une activité primaire sont interrompus dans la chaîne auto-catalytique de l'oxydation (**Multon, 2002**). En revanche, les composés qui ont une activité préventive sont capables de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la réduction d'oxygène (**Madhavi et al., 1996**).

Des études de l'équipe constituant le Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) de l'INRS-IAF, ont montré que l'incorporation des huiles essentielles directement dans les aliments (viandes hachées, légumes hachés, purées de fruit, yaourts, etc.) où l'application par vaporisation en surface de l'aliment (pièce de viande, charcuterie, poulet, fruits et légumes entiers, etc.) contribuent à préserver l'aliment des phénomènes d'oxydation **(Caillet et Lacroix, 2007)**.

IV.2.6. Propriétés antispasmodiques

Une action spasmolytique est utile contre les contractions involontaires des muscles lisses, c'est-à-dire les muscles qu'on ne peut contrôler... En empêchant ces contractions, l'action permettra de détendre les muscles **(Charie, 2019)**. 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 **(Florence, 2012)**.

Les antispasmodiques neurotropes ont pour particularité d'agir sur les neurotransmetteurs, ces substances qui permettent de faire passer des messages à travers le système nerveux. Les antispasmodiques vont en effet permettre de stopper l'action de l'acétylcholine, cette molécule qui normalement se fixe sur des récepteurs du muscle lisse et entraîne la contraction musculaire. De cette manière, les muscles ne seront plus dépendants de l'acétylcholine ce qui provoquera un relâchement de ceux-ci. Les antispasmodiques musculotropes vont agir directement sur les muscles. En se fixant aux membranes des cellules musculaires, les molécules antispasmodiques vont ainsi perturber les échanges des ions calcium, ce qui empêchera la contraction musculaire et donc détendra le muscle **(Charie, 2019)**.

Les plantes à menthol, alcools monocycliques, sont riches en acétate de menthyle, néo-menthol, menthol, pulgone et quelques sesquiterpènes. Plusieurs auteurs et concernés avaient souligné l'effet de la menthe contre la fatigue. Cette dernière comme les micromères jouissent d'une réputation antispasmodique **(Hilan et al., 2006)**.

Des plantes comme les *Origanummarjorana* L., *Origanumsyriacum* L. (colline), *Origanumsyriacum* L. (Sour), et *Origanumsyriacum* L. (Bekaa) sont considérées des plantes à Thymol et phénols. On en fait une large utilisation dans le traitement symptomatique de troubles digestifs et antispasmodiques **(Hilan et al., 2006)**.

IV.2.7. Propriétés digestives

Le système digestif permet de digérer, d'assimiler et d'éliminer. Son bon fonctionnement est indispensable à une bonne santé. Ses dysfonctionnements peuvent entraîner de l'inconfort, des troubles du transit, des maux de tête, des ballonnements... Les

huiles essentielles peuvent aider à améliorer le fonctionnement du système digestif **(Cardenas, 2018)**.

Une action digestive peut être de différentes sortes. Elle peut être gastro-intestinale et agir au niveau de l'estomac et des intestins pour activer ou non la digestion. L'activité antibactérienne peut également être mise en jeu au niveau digestif, pour éviter les fermentations bactériennes et donc les ballonnements par exemple **(Charie, 2019)**. Certaines HEs, comme le cumin ou encore le fenouil, attisent l'appétit et améliorent la digestion. D'autres comme la menthe ou le carvi stimulent les voies biliaires du fait de leurs actions cholagogues et cholérétiques. **(Franchomme et Pénnoël, 2001)**. Ces HEs soulageront parfaitement les troubles dyspeptiques. Les HEs riches en phtalides interviennent dans le cycle de détoxification hépato-rénal. De plus, les HEs de romarin à verbénone NatureSunaroms (ABV) et de carotte sont de véritables hépato-protecteurs **(Sommerard, 2012)**.

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 **(Willem, 2002)**.

Pour favoriser le fonctionnement du système digestif, il existe des huiles essentielles digestives, carminatives, stomachiques, cholagogues ou encore cholérétiques **(Cardenas, 2018)**.

-Les cinq principales huiles essentielles digestives

- L'huile essentielle d'aneth est un excellent stimulant hépatique et rénal ;
- L'huile essentielle de citron est un dépuratif qui agit sur le sang, les reins, le foie, le pancréas et la vésicule biliaire ;
- L'huile essentielle de mandarine favorise le transit intestinal ;
- L'huile essentielle de cumin facilite la digestion et favorise la sécrétion gastrique ;
- L'huile essentielle de menthe poivrée agit sur les maux de ventre, les nausées et les ballonnements **(Cardenas, 2018)**.

IV.2.8. Propriétés sur le système nerveux central (relaxantes, sédatives hypnotiques, anxiolytiques)

Les HEs contenant des esters ont une action influant sur le système sympathique et parasympathique **(Faucon, 2015)**. Il en est ainsi de l'HE de lavande vraie contenant une forte proportion d'acétate de linalyle mais aussi de linalol dont les effets anxiolytiques ont été cliniquement validés **(Kasper, 2010)**.

Aujourd'hui scientifiquement bien étudiée, l'HE de lavande vraie est reconnue pour ses effets s'apparentant à ceux des benzodiazépines (dans le langage courant ou certaines publications, on parle d'effet benzodiazépine-like) ; son utilisation est mise à profit avec des résultats probants, notamment par diffusion atmosphérique, dans de nombreux établissements de soins **(Buckle, 2015)**.

Les méthyl-éthers, aux propriétés très proches de celles des esters, agissent sur le système nerveux avec des effets tant calmants pour les sujets hypertoniques que toniques pour les personnes asthéniques. Les HEs riches en aldéhydes terpéniques (HE de Verveine citronnée et HE de Mélisse) sont sédatives et calmantes du système nerveux central par une action au niveau des neuromédiateurs mais également parce qu'ils sont donneurs d'électrons **(Kaloustian, 2012)**.

Les coumarines sont sédatives (anticonvulsivantes et hypnotiques) ; elles diminuent l'excitabilité réflexe au niveau central, d'où leur utilité pour traiter l'anxiété, le stress et la dépression, ainsi que les dystonies neuro-végétatives et les asthénies (HE de lavande vraie et HEs de Citrus (Bergamote et Mandarine) **(Saiyudthong, 2011)**.

Parmi ces HEs, nombreuses d'entre elles disposent de fragrances fédératrices et agréables. Leurs odeurs sont capables d'entraîner un message chimique transmis au niveau du bulbe olfactif puis directement au système limbique qui va s'activer **(Franchomme et Pénoel, 2001)**. Le système limbique étant le lieu de naissance des émotions, d'activation de la mémoire et des comportements instinctifs, l'olfaction représente un outil thérapeutique capable d'influencer un comportement. Il convient de ne jamais négliger l'olfaction, par exemple lorsqu'il s'agit de calmer ou de relaxer un patient ou sa famille, pour contribuer à optimiser la gestion du stress chez le personnel soignant, source d'épuisement professionnel **(Coutanceau et Bennegadi, 2016)**.

IV.2.8.1. Huiles essentielles relaxantes

Les effets des HEs employées contre la tension nerveuse sont optimisés lorsque celles-ci sont prises dans une ambiance propice. Lumières tamisées, musiques douces et chaleur constituent un cadre bénéfique dans lequel s'expriment au mieux les vertus des huiles essentielles relaxantes. Celles-ci se prennent essentiellement par voie olfactive lorsque la tension est surtout psychique et nerveuse (les propriétés de l'encens sont universellement connues). Mais les troubles de l'esprit se communiquant au corps et vice versa, un massage délicat à l'huile essentielle, toujours diluée dans une huile végétale, fait souvent figure de complément efficace **(Cardenas, 2016)**.

-Les cinq principales huiles essentielles relaxantes

Les huiles essentielles relaxantes parmi les plus utilisées sont :

- L'huile essentielle de ciste
- L'huile essentielle d'encens
- L'huile essentielle d'eucalyptus citronné
- L'huile essentielle de sarriette
- L'huile essentielle de térébenthine (**Cardenas, 2016**).

IV.2.8.2. Huiles essentielles anxiolytiques

Les troubles anxieux sont des maux fréquents et assez mal soignés. L'inconfort psychologique qui les caractérise a des traductions somatiques parfois impressionnantes, comme des convulsions ou des syncopes. Les HEs anxiolytiques agissent donc sur deux niveaux : psychique et physique (**Cardenas, 2016**).

-Les cinq principales huiles essentielles anxiolytiques

- L'huile essentielle de benjoin
- L'huile essentielle d'épinette noire
- L'huile essentielle de giroflier
- L'huile essentielle de néroli
- L'huile essentielle de pin sylvestre (**Cardenas, 2016**).

IV.2.9. Propriété mycolytique et expectrante

Certaines HEs contenant des oxydes (1,8 cinéole) sont stimulantes des glandes exocrines, expectorantes. Le 1,8 cinéole, anciennement appelé « Eucalyptol », est un composé naturel organique et incolore (**Laguerre, 2015**). L'eucalyptol a également des propriétés antivirales, antifongiques, insecticides et antidouleur (**Lobstein et al., 2018**).

Les huiles mucolytiques décomposent les muqueuses, permettant l'élimination du casier et renforcent les effets bactériens des HEs des médicaments. Elles peuvent également décomposer le pus et favoriser la cicatrisation (**Valnet, 2015**).

Les expectorants sont destinés à augmenter le volume d'eau ou de sécrétion des voies respiratoires afin d'augmenter le taux d'efficacité, exemple : Robitussin ou Mucinex (**Rubin, 2007**).

IV.2.10. Propriété vasculotrope

- Hyperémiantes : (Gaulthérie)
- Phlébotonique et lymphotonique (Cyprès toujours vert, Lentisque pistachier, etc.)
- Anticoagulante et fibrinolytique (Amnivisnaga, Angélique, Lavande vraie, etc.)
- Antihématomes (Hélichrise italienne.)
- Hémostatique (Ciste, Géranium rosat) (**Silvant, 2015**).

Tableau 8 : Indications et précautions d'emploi de quelques HE en fonction de leur composition (Muther, 2015)

Famille biochimique	Huile(s) essentielle(s)	Propriétés et indications	Précautions d'emploi
Acides (acide salicylique, acide cinnamique)	Clou de girofle, camomille noble, laurier noble, rose de Damas	Anti-inflammatoire, hypotenseur, hépatostimulant, antalgique	Non toxique aux doses physiologiques
Alcools (linalol, menthol, bornéol, géraniol, etc.).	Thym à linalol, thym à thujanol, bois de rose, arbre à thé, lavandes.	Anti-infectieux, antidouleur, neuromodulateur, antispasmodique.	Très bonne tolérance cutanée et respiratoire.
Aldéhydes aromatiques (aldéhyde cinnamique).	Cannelles (de Ceylan, de Chine, du Vietnam).	Anti-infectieux, antibactérien, antiviral, antifongique.	Interdit chez l'enfant de moins de 7 ans. Ne pas appliquer sur la peau et les muqueuses.
Aldéhydes terpéniques (citral, géraniol, benzaldéhyde...).	Verveine citronnée, mélisse officinale, eucalyptus citronné, citronnelles.	Anti-inflammatoire, anti-infectieux, sédatif nerveux, hypotenseur.	Ne pas appliquer pure sur la peau et les muqueuses.
Cétones (camphre, menthone, thuyone, carvone, etc.).	Menthe poivrée, romarin à verbénone, thuya, eucalyptus.	Décongestionnant bronchique, anti-inflammatoire, anticellulite, antivirale	Interdit aux bébés : neurotoxique et stupéfiant. Interdit en cas d'épilepsie
Coumarines (Angélicine, citronène, furocoumarine, etc.).	Lavande vraie, estragon, agrumes Khella.	Sédatif/hypnotique, anticonvulsivant, hypotenseur.	Ne pas s'exposer au soleil après application. Application de préférence le soir.
Esters (acétate de	Lavande officinale, ylang-ylang,	Anti-inflammatoire, antalgique,	Non toxique aux doses

géranyle, acétate de linalyle, etc.).	camomille, romaine.	antispasmodique, hypotenseur.	physiologiques. Toutes les voies d'administration sont possibles.
Ethers : phénol méthyl-éthers.	Estragon, basilic exotique.	Antispasmodique puissant, antalgique, antiallergique.	Pas d'application sur une zone étendue de la peau sans l'avoir diluée. Neurotoxique à fortes doses.

Conclusion

Conclusion

Malgré leur composition riche et complexe, l'utilisation des huiles essentielles reste large et limitée aux domaines de la cosmétique et de la parfumerie. Il est utile de développer une meilleure compréhension de leur chimie et des propriétés biologiques de ces extraits et de leurs composants individuels pour des applications nouvelles et précieuses dans la santé humaine, l'agriculture et l'environnement. Les huiles essentielles pourraient être exploitées comme alternatives ou compléments efficaces aux composés synthétiques de l'industrie chimique, sans induire les mêmes effets secondaires.

Par conséquent, l'importance économique des huiles essentielles est incontestable. Il apparaît donc impératif de préserver notre flore naturelle et diversifiée et soutenir sa protection afin de conserver cette source inépuisable de molécules destinées à cibles multiples.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abebe, W. (2001). Herbal medication : potential for adverse interaction with analgesic drugs. *J Clin pharm ther*, 27 : 391-401.
- Abed El Aziz, M.M. ; Ashour, A.S. et GomhaMelad A.S. (2019). A review on saponins from medicinal plants : chemistry, isolation, and determination. *Journal of Nanomedicine Research*, 7(4) : 282-288.
- Abecasis, J. (1981). La fabrication du médicament homéopathique. *Homéopathie, Paris*.
- Aboughe Angone, S ; Aworet Samseny, C. et Eyele Mve Mba. (2014). Quelques propriétés des huiles essentielles des plantes médicinales du Gabon. *Phytothérapie*, Pp : 2-3.
- Adaoust, C. (2018). L'utilisation des huiles essentielles à but thérapeutique n'est pas sans risque.
- Akroun, S et Tellab, L. (2020). Extraction, purification et caractérisation des polysaccharides végétaux. *Université Mouloud Mammeri*.
- Allaire, J. (2011). Définition d'une drogue. *Commission scolaire du Pays-des-Bleuets*, 1 P.
- Ali-Dellile, L. (2013). Les plantes médicinales d'Algérie. *Berti Edition Alger*, Pp: 6-11.
- Amarni, A et Ben Aouali, A. (2017). Artemisia herba-alba (Evaluation des antioxydants chez deux plantes médicinales Allium sativum et Artemisia harba-alba et leur influence sur la pyrale des dattes). *Ectomyeloid ceratoniae Zeller 1839, Agronomie*.
- Amic, D. ; Davidovic-Amic, D. ; Beslo, D. ; Rastija, V. ; Lucic, B. et Trinajstic, N. (2007). SAR et SQAR de l'activité antioxydante des flavonoïdes. *Chimie médicinale actuelle*, 14 (7) : 827-845.
- Arnal-Schnebelen, B. (2004). La place de la phytothérapie dans l'arsenal des traitements mis en œuvre par les médecins généralistes. *Paris : Pierre Fabre*.
- Arnaud. (2020). Comment les huiles essentielles agissent-elles sur la douleur. *Laboratoire Dumani*.
- Aubé, P. (2018). 20 Plantes médicinales pour se soigner tous les jours. *Alain le Pape, Leduc .s éditions 29 boulevard Raspail 75007 Paris-France*, Pp : 13-20.
- Austarheim, I ; Christensen, B. E. ; Hengnaa, I. K. ; Petersen, B. O. ; Duusc, J. O. ; Bye, R. ; Michaelsena, T. E. ; Dialloe, D. ; Inngjerdings, M. et Paulsen, S. B. (2012). Chemical and biological characterization of pectin-like polysaccharides from the bark of the Malian medicinal tree Cola cordifolia. *Carbohydrates Polymères*, 89 : 259– 268.
- Awika, J. M. et Rooney, L. W. (2004). Sorghumphytochemicals and their impact on humanhealth. *Phytochemistry*, Pp : 1199-1221.
- Bakkali, F. ; Averbeck, S. ; Averbeck, D. et Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils--a review. *Food Chem. Toxicol. Int. J. Publ. Br. Ind. Biol. Res. Assoc.* 46 : 446–475.

- Baser, K.H.C et Buchbauer, G. (2009).** Handbook of essential oils : science, technology and applications. *CRC Press. 1ère éd*, 991 P.
- Baudoux, D. (2000).** L'aromathérapie : Se soigner par les huiles essentielles. 1e éd. Biarritz : *Atlantica*, 223 P.
- Baudoux, D. (2007).** Le formulaire d'aromathérapie pratique pour le prescripteur et le conseil pharmaceutique. *Edition Inspir.*²
- Baudoux, D. (2008).** L'aromathérapie: Se soigner par les huiles essentielles. Amyris. Bruxelles.
- Baudoux, D et Zhiri, A. (2009).** Huiles essentielles chemotypées et leurs synergies. *Edition Inspir.*
- Baudoux, D. (2010).** Pour une cosmétique intelligente huiles essentielles et végétales: les huiles essentielles sur la peau, au travers de la peau, au-delà de la peau. *Editions Amyris, Bruxelles.*
- Baudoux, D. ; Breda M. et Zhiri A. (2012),** Aromathérapie scientifique : Huiles essentielles chémotypées. 1e éd. Belgique : *J.O.M*, 98 P.
- Bedi, G. ; Tonzibo, Z.F. ; Chalchat, J.C. et N'Guessan, Y.T. (2003).** Composition chimique des huiles essentielles de *Chromolaena odorata* L. King Robinson (Asteraceae) Abidjan Côte d'Ivoire. *Journal de la Société Ouest Africaine de Chimie*, Pp : 29-37.
- Bedi, G. ; Tonzibo, Z.F. ; Chopard, C. et N'Guessan, Y.T. (2004).** Etude des effets antidouleur des huiles essentielles de *Chromolaena odorata* et de *Mikania cordata*, par action sur la Lipoxigenase L-1 de soja. *Physical Chemical News*.
- Bedi, G. ; Tonzibo, Z.F. ; Oussou, K.R. ; Chopard, C. ; Mahy, J.P. et N'Guessan, Y.T. (2010).** Effect of essential oil of *Chromolaena odorata* (Asteracea) from Ivory coast, on cyclooxygenase function of prostaglandine-H synthase activity. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, Pp : 535-538.
- Belsito, E.L. ; Carbone, C. ; Di Gioia, M.L. ; Leggio, A. ; Liguori, A. ; Perri, F. et Viscomi, M.C. (2007).** Comparison of the volatile constituents in cold-pressed bergamot oil and a volatile oil isolated by vacuum distillation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (19) : 7847-7851.
- Benhammou, N. (2011).** Activité Antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix - plantes médicinales de l'Ouest et du Sud Ouest Algérien. *Aboubakr Belkaïd-Tlemcen Algérie*, 108 P.
- Ben Moussa, M.T. (2014).** Phytothérapie. *Laboratoires de pharmacognosie (3ème année)*, Pp : 5-6.
- Benoît, J. (1993).** Synthèse de glucosinolates artificiels d'intérêt biologique. *Orléans*.
- Bessah, R et Benyoussef, E. (2005).** La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. *Revue des Energies Renouvelables*, 18 (3) : 513-515.
- Bessah, R et Benyoussef, E. (2015).** La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. *Centre de développement des Energies Renouvelables, CDER 16340, Alger, Alegria*, 513 P.

- Beyrouthy, M. (2016).** L'armoise herbe blanche, une plante aux multiples vertus. *L'Orient -le Jour*.
- Bézanger-Beauquesne, L. ; Pinkas, M. et Torck, M. (1986).** Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée. *Ed. Maloine éditeur*.
- Bjarnholt, N. et Moller, B.L. (2008).** Hydroxynitrileglycosides. *Phytochemistry*, Pp : 1947-1961.
- Blain, JC et Grisvard, M. (1973).** Plantes vénéneuses. Paris : la maison Rustique.
- Boisseau, C. (2016).** L'AROMATHÉRAPIE SCIENTIFIQUE ET MEDICALEC. Boisseau – Cadre de Santé – CHU de Poitiers « Médecine aromatique ». *Cadre de Santé – CHU de Poitiers*, Pp : 10-11.
- Boisseau, C. (2018).** L'aromathérapie scientifique et médicale (médecine aromatique). *Cadre de santé – CHU de Poitiers*, 13 P.
- Bolarinwa, I.F. ; Oke, M.O. ; Olaniyan, S.A. et Ajala, A.S. (2016).** A Review of Cyanogenic Glycosides in EdiblePlants. *Overview, Toxicology*, 2 P.
- Bossokpi, I.P.L. (2002).** Etude des activités biologiques de *Fagaraxanthoxyloides* LAM (rutaceae). *Thèse de pharmacie, Bamako*, Pp : 25-30.
- Botineau, M. (2011).** Guide des plantes médicinales. Paris : Belin, 239 P.
- Boual, Z. ; Kemassi, A. ; Michaud P. et Ould el Hadj M. D. (2013).** Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles *Malva Parviflora* L. activité pébiotique. *La bane Science Journal*, 14 (2) : 41-49.
- Boual, Z. ; Chouana, T. ; Kemassi, A. ; Hamid Oudjana, A. ; Daddi Bouhoun, M. ; Michaud, P. et Ould El Hadj, M.D. (2015).** Étude physicochimique et biologique des polysaccharides hydrosolubles de *Plantago notata* Lagasca (*Plantaginaceae*). *Phytothérapie*.
- Bouseta, A et Collin, S. (1995).** Optimized Likens-Nickerson Methodology for Quantifying HoneyFlavors. *J. Agric. Food Chem*.
- Bousbia, N. (2011).** Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. *Ecole nationale supérieure agronomique*.
- Boutamani, M. (2013).** Etude de la variation du rendement et de la composition chimique du *Curcuma longa* et *Myristica fragrans* en fonction du temps et de la technique utilisée. *Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger*.
- Bouter, O. ; Hamidatou, H. ; Medellel, L. et Oucif Lebihi, S. (2015).** Contribution à l'étude de l'effet des plantes médicinales sur la santé humaine : Mémoire de licence Académique. *Université Echid Hamma Lahkdar d'Oued*, 63 P.
- Bouyahya, A. ; Abrini, J. ; Bakri, Y. et Dakka, N. (2016).** Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action. *Phytothérapie*, 10 P.
- Bouyahya A. ; Bakri Y. ; Et-Touys A. ; Talbaoui A. ; Khouchlaa A. ; Charfi S. ; Abrini J. et Dakka, N. (2017).** Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. *Phytothérapie*, Pp: 1-11.
- Bouyahya, A. ; Abrini, J. ; Bakri, Y. et Dakka, N. (2018).** Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action. *Phytothérapie* 16 (5) : 254-267.

- Bouzidi, N. (2016).** Etude des activités biologique de l'huile essentielle de l'armoise blanche''*Artemisia herba alba* Asso''. *Université Mustapha Stambouli Mascara*.
- Broze, P. ; Zorani, I. ; Yu, A. Bieberstein, N. ; Bradfield, N. ; Tonov, S. ; Rakoskerti. ; Lunardi, S. ; Salcher, D. ; Tanir, K. ; Knape. ; Neustockimages. ; Lenoble,P. et Le Moal, O. (2000).** PRÉCIS DE PHYTOTHÉRAPIE Le meilleur de la nature au service de votre santé +100 de plantes. *Alpen*, Pp : 4-9.
- Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 2^{ème} édition, *Lavoisier techniques & Documentation, Paris*.
- Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosine, Phytochimie, Plantes médicinales* (5 e édition), Pp : 721-741.
- Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie - Phytochimie - Plantes médicinales. 4 ème édition. *Paris : édition Lavoisier*, 1269 P.
- Bruneton, J. (2020).** Digitales particulièrement : *Digitalis purpurea* L. (Plantaginaceae). *Actualisation bibliographique commentée*.
- Buckle, J. ; Kim, M. J. et Han, S.H. (2003).** Clinical aromatherapy. *Churchill Livingstone*.
- Buckle, J. (2015).** Clinical Aromatherapy. Essential oils in Healthcare. Chap. 7 *Infection. 3 e Ed Elsevier Inc*, Pp : 130-167.
- Burt, S. (2004).** Essential oils : their antibacterial properties and potential applications in food - a review. *International journal of food microbiology*, 94 : 223-253.
- Caillet, S et Lacroix, M. (2007).** Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. *INRS-Institut Armand-Frappier, (RESALA)*, Pp : 1- 8.
- Cardenas, J. (2016).** Les huiles essentielles antiseptiques et antivirales. *La rédaction de Doctissimo*.
- Cardenas, J. (2017).** Les huiles essentielles antalgiques, anti-inflammatoires. *La rédaction de Doctissimo*.
- Cardenas, J. (2018).** Propriétés des huiles essentielles. *Aromathérapie*.
- Carson, C.F. ; Riley, T.V. (2003).** Thérapies non antibiotiques pour les maladies. *Commun dis Renseignement*, 27 : 143–146.
- Cavalier, C., Dupriez C. ; Huret, J. M. ; Louisar, L. ; Nebon, D. Et Mence, L. (2015).** La phytothérapie ou « l'art de soigner par les plantes... ». *La Phytothérapie parmi les autres moyens thérapeutiques. Unité d'enseignement 2.11 semestre 5 « pharmacologie et thérapeutiques »*, 12 P.
- Chabosseau, S et Derbré, S. (2016).** Cancer du sein : recommandations sur l'usage de la phytothérapie. *Actualités Pharmaceutiques*, Pp : 45-49.
- Channaoui, S et Elaraki. (1997).** Actes du Congrès international organisé par l'institut agronomique et vétérinaire Hassan-II, Rabat, Maroc : plantes aromatiques et médicinales et leurs huiles essen_tielles. *In : Benjilali B, Ettalbi M, Alaoui IM, Zrira S (eds) Actes éditions*, Pp : 247–50.
- Chao, L.K. ; Hua, K.F. ; Hsu, H.Y. ; Cheng, S.S. ; Liu, J.Y. et Chang, S.T. (2005).** Study on the anti-inflammatory activity of essential oil from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. *Journal off Agricultural and food Chemistry*.

- Charchari, S. ; Dahoun, A. ; Bachi, F et Benslimani, A. (1996).** In vitro antimicrobial of essential oils of *Artemisia herba-alba* and *Artemisia judacia* from Algeria. *Rivista-Italiana-EPPOS*, Pp : 3-6.
- Charie, T. (2019).** Se soigner par les huiles essentielles, pourquoi et comment ça marche ? *Editions du Rocher, compagnie des sens*.
- Charie, T. (2019).** Se soigner par les huiles essentielles. Pourquoi et ça marche ? *Editions du Rocher*.
- Charpentier, B. ; Hamon-Lorléac'h, F. ; Harlay, A. ; Huard, A. ; Ridoux, L. et Chansellé, S. (2008).** Guide du préparateur en pharmacie, 3ème édition. *Ed. Masson*.
- Chast, F. (2013).** Le pharmacien et les plantes. *Les cahiers de l'Ordre national des pharmaciens*, Pp : 12-15.
- Chavassieux, D. (2014).** Les huiles essentielles en protection des cultures ? Analyse et Enquêtes. *Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB)*.
- Chebbac, K. ; Ghneim, H.K. ; El Moussaoui, A. ; Bourhia, M. ; El Barnossi, A. ; Benziane Ouaritini, Z. ; Salamatullah, A. M. ; Alzahrani, A. ; Aboul-Soud, M. A. M. ; Giesy, J.P. et Raja Guemmouh, R. (2022).** Antioxidant and Antimicrobial Activities of Chemically-Characterized Essential Oil from *Artemisia aragonensis* Lam. Against Drug-Resistant Microbes. *Molecules*, 27 (1136) : 2-15.
- Chiffolleau, P. (2014).** Les champignons de la famille des Agaricacées : sources d'innovation thérapeutique. *Thèse de doctorat en pharmacie université de nant faculté de pharmacie*. 91 : 34-39.
- Chouhan, S. ; Sharma, K. et Guleria, S. (2017).** Antimicrobial Activity of Some Essential Oils—Present Status and Future Perspectives. *Natural Product Laboratory, Division of Biochemistry, Faculty of Basic Sciences. Edition : Eleni Skaltsa*, Pp : 2-3.
- Christophe, B. (2012).** Sirop à base de plantes : comment le faire chez soi ? *Althea provence*.
- Christophe, A. (2014).** Limites et risques de la phytothérapie, AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE. *Risques liés à l'utilisation du Millepertuis*, Pp : 52-53.
- Cristophe, J. ; Canard, J-M. ; Costil, V. ; Dalbiès, P. ; Grunderg, B. et Lapuelle, J. (2015).** Phytothérapie – principes généraux. *Thérapies complémentaires*, 29 P.
- Christophi, A. (2020).** *Artemisia* : 12 bienfaits de cette plante pour la santé.
- Claudine, M. (2017).** La gemmothérapie. *Le journal Terre de vie*, 15 : 23-27.
- Clément, R-P. (2005).** Aux racines de la phytothérapie entre tradition et modernité. *Phytothérapie*, Pp : 171-175.
- Cohen, D. (2013).** Les huiles essentielles à l'officine : dangers pour la femme enceinte et le nouveau-né. *Sciences pharmaceutiques*, 62 P.
- Coutanceau, R et Bennegadi, R. (2016).** Stress, burnout, harcèlement moral : De la souffrance au travail au management qualitatif. *Dunod*, 288 P.
- Cowan, M.M. (1999).** Plante Products as Antimicrobial Agents. *Clin. MicrobiolRe*, Pp : 564-582.
- Dangles, O. (1994).** Flavonoïdes et anthocyanes. *Laboratoire de chimie des polyphénols Université Louis Pasteur*, 1611 P.

- Danièle, F. (2014).** Huiles essentielles, le guide visuel. *Quotidien Malin éditions*, Pp : 9-12.
- Dasinieres, L. (2021).** Phytothérapie : comment se soigner avec les plantes. *Le Journal des Femmes Santé*.
- Davis, P. (2006).** L'aromathérapie de A à Z. *Edition Vigot*.
- Degryse, A-C. ; Delpla, I. et Voinier, M-A. (2008).** Risque et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier Santé Environnement*, Pp : 7-8.
- Delimi, A. ; Taibi, F. ; Fissah, A. ; GHerib, S. ; Bouhkari, M. et Cheffrou, A. (2013).** Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemisia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). *Afrique Science*, 84 P.
- Demarque, D. (1981).** Historique de l'homéopathie. *Homéopathie*, Paris.
- Demonceau, A. ; Frély, R. et Tardif, A. (2019).** A propos de l'homéopathie. *Le guide de l'homéopathie familiale*, 23 P.
- Desmares, C. ; Laurent, A. et Delorme, C. (2008).** Recommandation relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. *AFSSAPS (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé)*, Pp : 9-13.
- Dhifi, W. ; Bellili, S. ; Jazi, S. ; Bahloul, N. et Mnif, W. (2016).** Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review. *Medicines*, 3 (25) : 2-16.
- Diaz-Munoz, G. ; Miranda, I. L. ; Sartori, S.K. ; de Rezende D.C. et Diaz, M. A.N. (2018).** Anthraquinones: An Overview. *Studies in Natural Products Chemistry*, 58 : 1-25.
- Diederich, M. (2016).** Les glycosides cardiaques : médicaments anticancéreux prometteurs. -*Dans Hegel*.
- Djilani, A. et Dicko, A. (2012).** The Therapeutic Benefits of Essential Oils. *Nutrition, Well-Being and Health*, Pp : 155-178.
- Dorothé, D. (2021).** Vitamines : définition, liste, bienfaits, carences. *Journal des femmes santé*.
- Douville Y. (2002).** Prévention des mauvaises herbes en grandes cultures. *TECHNAFLORA*, Québec, 24 P.
- Dunn, C.E. ; Brooks, R.R. ; Edmondson, J. ; Leblanc, M. et Reeves, R.D. (1996).** Biogeochemical studies of metal-tolerant plants from southern Morocco. *Journal of Geochemical Exploration*, Pp : 13-22.
- Durrity, B. (1994).** Intoxication rapportée à la phytothérapie chinoise dans les pays occidentaux: analyse des causes.
- Ebel, J et Crisebach, H. (1988).** Stratégies de défense du soja contre le champignon phytophthora megasperma f. Sp. *Glycinea* : une analyse moléculaire. *Tendances des sciences biochimiques*, 13 (1) : 23-27.
- Edoxie, A. (2019).** Les vitamines. *Actualité santé*.
- Eisenhut, M. (2007).** The toxicity of essential oils, article in presse. *International Journal of Infectious Diseases*. 11 (4) : 365.
- El amri, J. ; Elbadaoui, K. ; Zair, T. ; bouharb, H. ; chakir, S. et Alaoui, T. L. (2014).** Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium*

capitatum L et l'extrait de Silène vulgaris sur différentes souches testées. *Journal of Applied Biosciences*, 82: 7481-7492.

-El Ajjouri, M. ; Satrani, B. ; Ghanmi, M. ; Aafi, A.R. ; Farah, A.L. ; Rahouti, M. ; Amarti, F. et Aberchane, M. (2008) . Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. *BASE ; Biotechnologie Agronomie, Société Environnement*, Pp : 349-350.

-Elkolli, M. (2016/2017). Structure et activités des substances naturelles : Principes et applications. *Ecologie microbienne*, Pp : 12-23.

-El Naqili, E. (2020). *Huiles essentielles pour la beauté et le soin*, 23 P.

-Elqaj, M. ; Ahami, A. et Belghyti, D. (2007). La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. *Journée, scientifique (ressources naturelles et antibiotique). Maroc*.

-EMA (Agence européenne du médicament). (2015). Échinacée pourpre. Médicament à base de plantes: résumé à l'intention du public.

-EMA. (2014). European Union herbal monograph on *Serenoa repens*.

-EMA. (2015). European Union herbal monograph on *Ginkgo biloba*.

-EMA. (2009). Community herbal monograph on *hypericum perforatum*.

-EMA. (2016). European Union herbal monograph on *Glycine max*.

-EMA. (2012). Community herbal monograph on *Zingiber officinale*.

-Eymard, J. (2015). *Atropa belladonna* drogue et remède. *Sainte santé~Traitements~phytothérapie~Plantes psychotropes*.

-Englebin, M. (2011). Essences et Huiles Essentielles : Précautions d'emplois et Conseils d'utilisations. *Centre de Formation en Aromathérapie*, Pp : 2-3.

-Fabian, D.; Sabol, M.; Domaracké, K. et Bujnéková, D. (2006). Essential oils – their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and effect on intestinal cell viability. *Toxicol. in vitro*, Pp : 1435-1445.

-Farnsworth, N. R. ; Akerele, O. ; Bingel, A. S. ; Soejarto, D. D. et Guo, Z. (1986). Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. *Bulletin de l'organisation mondiale de la santé*, Pp : 159-164.

-Faucon, M. (2015). *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale. Ed. Sang de la terre*, Pp : 1-896.

-Fauconnier, M. L. (2019). Les huiles essentielles : enjeux et perspectives. *Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques*, Pp : 41-43.

-Ferhat, M. A. ; Boukhatem, M. N. ; Hazzit, M et Chemat, F. (2016). Rapid extraction of volatile compound from Citrus fruits using a microwave dry distillation. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 8 (3) : 753-781.

-Fernandez, X et Chemat, F. (2012). La chimie des huiles essentielles. *Editions Vuibert*, 288 P.

-Festy, D et Dufour, A. (2021). *Ma bible des huiles essentielles anti-infectieuses. Editions Leduc*, 23 P.

-Firn, R.D. (2004). Natural products- A simple model to explain chemical diversity. *Natural Prod. Rep*, 20: 382-391.

- Fouillaud, M. ; Caro, Y. ; Venkatachalam, M. ; Grondin, I. et Dufossé. (2018). Anthraquinones. Composés phénoliques dans les aliments Caractérisation et analyse, CRC Press, Pp : 130-170.
- Fox, M. ; Krueger, E. ; Putterman, L. et Schroeder, R. (2012). The Effect of Peppermint on Memory Performance. *Physiology* 435 P.
- Franchomme, P. ; Jollois, R. et Penoel, D. (2001). L'aromathérapie exactement : Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. *Editions Jollois*.
- Francis, J. (2001). Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. *Ed Robert Laffont*.
- Françoise, C.M. et Annelise, L. (2013). Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités pharmaceutiques*, Pp : 22-25.
- Françoise, C-M. (2017). Le guide terre vivante des huiles essentielles, Les meilleurs huiles essentielles anti-inflammatoires. *Rédaction : Sandrine Mille Aromatologue 2020*.
- Frogerais, A. (2018). Histoire de la production industrielle. *Les tisanes pharmaceutiques*, 3 P.
- Furet, A et Bellenot, D. (2013). Les huiles essentielles dans la protection des cultures: une voie en cours d'exploration. Institut technique interprofessionnel des plantes médicinales. *Aromatiques et industrielles (ITEIPMAI)*.
- Garcia, M. (2020). Le guide pour débuter avec les huiles essentielles. *La vie est belle au naturel*, 21 P.
- Garneau F, X. (2005). Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation – Manuel pratique. *Corporation Laseve, Université du Québec à Chicoutimi*, 185 P.
- Ganjewala, D. ; Kuma, S. ; Asha, D.S. et Ambika, K. (2010). Advances in cyanogenic glycosides biosynthesis and analyses in plants: areview. *Acta Biol Szeged*, Pp : 1–14.
- Gast, M. (1989). Armoise. *Encyclopédie berbère*, Pp : 905-908.
- Gayet, C. (2013). Guide de poche de phytothérapie. Acné, Migraine, Ballonnements... soignez-vous ; avec les plantes. *Quotidien Malin*, Pp : 26-27.
- Georges, S-O. (1979). « Les huiles principales - généralités et définitions », dans Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. *Éd. Maloine*, Pp : 141-142.
- Ghanmi, M. ; Satrani, B. ; Aafi, A. ; Isamili, M.R. ; Houti, H. ; El Monfalouti, H. ; Benchakroun, K.H. ; Aberchane, M. ; Harki, L. ; Boukir, A. ; Chaouch, A. et Charrouf, Z. (2010). Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guercif (Maroc oriental). *Phytothérapie De la Recherche à la Pratique* © Springer-Verlag France, 296 P.
- Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3 (4) : 162-169.
- Chira, K. ; Suh, J.-H. ; Saucier, C. et Teissède, P.-L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 6: 75-82.
- Girard, G. (2010). Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco-dentaires d'hier à aujourd'hui. Mise au point d'un modèle préclinique de lésion

buccale de type aphte pour tester les effets thérapeutiques des huiles essentielles. *Science pharmaceutique*, Pp : 9-10.

-**Gleadow, R. M. et Møller B. L. (2014).** Cyanogenic Glycosides : Synthesis, Physiology, and Phenotypic Plasticity. *Annual Review of Plant Biology*, 65 :155-185.

-**Goeb, Ph et Pesoni, D. (2014).** Huiles essentielles, Guide d'utilisation, 170 conseils pratiques, 50 huiles essentielles, 10 huiles végétales .*Conception: Éditions Ravintsara & Compos Juliot Réalisatbn. 'Compos Juliot - MRGS tmprtmépar Rotolito Lombarda (Italie) I 4" édition*, Pp: 7-9.

-**Gomez, G. (2022).** Abecedaire de chimie organique. *Tice.ac-montpellier*.

-**Goetz, p. (2005).** Phytothérapie de l'arthrose. *Phytothérapie*3, Pp : 208-210.

-**Goudjil, M.B. (2016).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques. *Université Kasdi Merbah, Ouargla*.

-**Gruffat, X. (2020).** 12 plantes médicinales avec un effet scientifiquement prouvé (ou probable). *OMS, ANVISA (Memento Fitoterapico, 1ère édition, 2016) Creapharma.ch*.

-**Grysole, J. (2005).** Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. *Manuel pratique*, Pp : 140-162.

-**Guignard, J. L. (2000).** Biochimie vegetal. 2éme Edition: *Dunod*, 188 P.

-**Gutiérrez-Grijalva, E. P. ; LópezMartínez, L. X. ; Laura Aracely Contreras-Angulo, L. A. ; Elizalde-Romero, C. A. et Heredia, J. B. (2020).** Plant Alkaloids: Structures and Bioactive Properties. *Plant-derived Bioactives*, Pp : 86-108.

-**Habets, S. (2016).** HUILES ESSENTIELLES et AROMATHERAPIE. « *La semaine de la Femme* », Pp : 12-26.

-**Hajhashemi, V. ; Ghannadi, A. et Sharif, B. (2003).** Anti-inflammatoire et propriétés antalgiques des extraits de feuilles et de l'huile essentielle de *Lavandula Moulin angustifolia*. *J. Ethnopharmacol*, 89, Pp: 67–71.

-**Hans, W. K. (2007).** 1000 plantes aromatiques et médicinales. *Terre édition*, 6 P.

-**Haouari, M et Ferchichi, A. (2009).** Essential oil composition of *Artemisia herba-alba* from Southern Tunisia. *Molecules*.

-**Hartanti, D. et Cahyani, A.N. (2020).** Plant cyanogenic glycosides : an overview. *Framasains : JurnalFarmasi Dan IlmuKesehatan*, Pp : 1-6.

-**Hasegawa, T. ; Yamada, K. ; Kosemura, S. ; Yamamura, S. et Hasegawa, K. (2000).** Phototropic stimulation induces the conversion of glucosinolate to phototropism-regulating substances of radish hypocotyls. *Phytochemistry*. 54 : 275-279.

-**Haslam, E. (1989).** Plant polyphenols. *Vegetale tannins revisitedcambridge University Pres, Combridge*, 230 P.

-**Hennebelle, T. ; Sahpaz, S. et Bailleul, F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, Pp : 3-6.

-**Hermis, D. A. et Mattson, W. J. (1992).** "The dilemma of plants: to grow or defend". *The quarterly Review of Biology*, 67 (3) : 283-335.

-**Hilan, C. ; Sfeir, R. ; Jawish, D. et Aitour, S. (2006).** Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae. *Lebanese Science Journal*, 7 (2) : 13-22.

- Hochet, CH. (2022).** Réaliser ses teintures médicinales soi-même. *Rustica*.
- Hudaib, M.M et Aburjai, T.A. (2006).** Composition of the Essential Oil from *Artemisia herba-alba* Grown in Jordan. *J.Essent. Oil Res*, Pp : 301-304.
- **Huet, R. (1991).** Les huiles essentielles d'agrumes. *Fruits, Jul.-Aug*, 46 (4): 501.
- Hussain, S. (2011).** Patient Counseling about Herbal-Drug Interactions. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, Pp : 152-163.
- Hussain, T. ; Murtaza, G. ; Yang, H. ; S Kalhor, M. et Kalhor, D. (2020).** Exploitation des effets anti-inflammatoires des flavonoïdes dans les maladies inflammatoires chroniques. *Conception pharmaceutique actuelle*, 26 (22) : 2610-2619.
- Idris, U.E. ; Adam, S.E et Tartour, G. (1982).** The anthelmintic efficacy of *Artemisia herba-alba* against *Haemonchus contortus* infection in goats. *Natl. Inst. Anim. Health Q (Tokyo)*, Pp : 138–143.
- Institut Européen des Substances Végétales. (2015).** une médecine des substances végétales. *Phytothérapie clinique individualisée*.
- Irchad, M. ; Subhani, M A. ; Saqib, A. et Hussain, A. (2020).** Importance biologique des huiles essentielles. *Huiles Essentielles-Huiles de la Nature*, Vol 1.
- Iserin, P. ; Masson, M. ; Restellini, J. P. ; Ybert, E. ; De Laage demeux, A. ; Moulard, F. ; Zha, E. ; De la roque, R. ; De la roque, O. ; Vican, P. ; Deelesalle – Feat, T. ; Biaujeaud, M. ; Ringuet, J. ; Bloth, J. Et Botrel, A. (2001).** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2^{ème} édition de VUEF, pour la présente édition © 1997 Larousse-Bordas pour l'édition originale en langue française, Pp : 13-288.
- Iserin, P. ; Masson, M. ; Restellini, J. P. ; Ybert, E. ; De Laage demeux, A. ; Moulard, F. ; Zha, E. ; De la roque, R. ; De la roque, O. ; Vican, P. ; Deelesalle – Feat, T. ; Biaujeaud, M. ; Ringuet, J. ; Bloth, J. Et Botrel, A. (2001).** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2^{ème} édition de VUEF, pour la présente édition © 1997 Larousse-Bordas pour l'édition originale en langue française, Pp : 10-335.
- Iserin, P. (2001).** Préparation des remèdes naturels. *Larousse encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soins* (2^e éd), Pp : 292-293.
- Jamalleddine, M. (2010).** Extraction et caractérisation de la composition des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* du Moyen Atlas. *Université sidi mohammed ben abdellah. Fès*.
- Jay-Allemand, CH. ; Macheix, J-J. et Feluriet, A. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *Presss polytechniques et universitaires romandes*, 6 P.
- Jiaogulan. (2017).** La phytothérapie et ses vertus sur le corps et l'esprit. *Herbes du monde, Le bien-etre par les plantes*.
- Kadri, A. ; Ben Chobb, I. ; Zarai, Z. ; Békir, A. ; Gharsallah, N. ; Damak, M et Gdoura, R. (2011).** Chemical constituents and antioxidant activity of the essential oil from aerial parts of *Artemisia herba-alba* grown in Tunisian semi-arid region. *African Journal of Biotechnology*, Pp : 2923-2929.
- Kasper, S. (2010).** Silexan, orally administered *Lavandula* oil preparation is

- effective in the treatment of subsyndromal anxiety disorder. *Int Clin Psychopharmacol*, 25 : 277-87.
- Kaloustian, J. (2012).** La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie. *Ed Springer*, Pp : 111-115.
- Kerbouche, L. (2010).** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées, Propriétés antibactériennes des huiles essentielles. *Agronomie*.
- Khlifi, D. ; Sghaier, R.M. ; Amouri, S. ; Laouini, D. ; Hamdi, M et Bouajila, J. (2013).** Composition and anti-oxidant, anti-cancer and anti-inflammatory activities of *Artemisia herba-alba*, *Ruta chalcensis* L. and *Peganum harmala* L. *Food and Chemical Toxicology*, Pp : 202-208.
- Kligler B. et SChaudhary. (2007).** Peppermint Oil. *American Family Physician*.
- Kone, S. (2001).** Extraction des huiles essentielles par distillation. *Info Gate Eschborn Germany*, Pp : 2-6.
- Kooti, W. et Daraei, N. (2017).** A Review of the Antioxidant Activity of Celery (*Apium graveolens* L). *Journal of Evidence Based Complementry & Alternative Medcine*, 22 (4) : 1030.
- Kordali, S. ; Cakir, A et Mavi, A. (2005).** Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essen_tial oils from three Turkish *Artemisia* species. *J Agric Food Chem*, Pp : 1408–16.
- Laguerre, V. (2015).** Huiles essentielles et 1,8-cinéole. *Science pharmaceutique*, 65 P.
- Lahlou, M. (2004).** Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytother Res*, Pp : 435–48.
- Laouedj, M. (2015).** Les vertus de l'armoise blanche...(Chih) en arabe. *Armoise blanche, chih, problèmes digestifs, sédative, troubles nerveux*.
- Laure, M. (2017).** Thym: propriétés, bienfaits, utilisations. *Doctissimo: Santé et bien être avec Doctissimo*.
- Lawrence, B. M. (1995).** Armoise oil. In: *Essential oils 1982-1994 Edit., natural Flavor and Fragrancematerials "Perfumer & Flavorist", Allured Publ. Corp., carol stream, IL*, Pp : 179-180.
- Ledoux, F. et Guéniot, G. (2019).** La phytembryothérapie. *L'embryon de la gemmothérapie*.
- Lee, K.W. ; Hur, H.J. et Lee, C.Y. (2005).** Antiprolifirativeeffects of dietaryphenolic substances and hydrogenperoxide. *J.Agric. Food Chem*, Pp : 1990-1995.
- Lehman, H. (2014).** Le médicament à base de plantes en Europe: statut, enregistrement, controles.*HAL open science*, Pp : 33-42.
- Lei, T. ; Li, H. ; Zhen, F. ; Lin, J. ; Wang, S. ; Xiao, L. ; Yang, F. ; Xin, Liu. ; Zhang, J ; Huang, Z. et Weijing, L. (2014).** Polysaccharides d'Angelica sinensis atténué les blessures des cellules neuronales causées par le stress oxydatif. 9 : 260-267.

- Lemesle, S. (2012).** Huiles essentielles et eaux florales de Madagascar : Guide pratique d'une aromathérapie innovante ; 2ème Edition ; Sologne Graphic ; ISBN, 978 P.
- Limonier, A. S. (2018).** La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. *Faculté de pharmacie Aix. Marseille Université*, Pp : 43-44.
- Lobstein, A. ; Couic-Marinier, F. et Koziol, N. (2018).** Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*. *Actualités pharmaceutique*, 57 (573) : 59-61.
- Logan-Alan, C. ; Frsh N. D. et Beaulne T.M. (2002).** The Treatment of Small Intestinal Bacterial Overgrowth With Enteric-Coated Peppermint Oil: A Case Report. *Alternative Medicine Review*, 7 P.
- Lubert, S ; Jeremy, M.B. et John, L. (2003).** Tymoczko (trad. Serge Weinman), Biochimie, éditions Flammarion, collection « Médecine-Sciences » 5e éd, 257 P.
- Lawrence, B.M. (1995).** Armoise oil. In: *Essential oils 1982-1994 Edit., natural Flavor and Fragrancematerials "Perfumer & Flavorist", Allured Publ. Corp., carol stream, IL*, Pp : 179-180.
- Madhavi, D.L. ; Deshpande, S.S. et Salunkhe, D.K. (1996).** Food Antioxidants. Technological, Toxicological, and Health Perspectives. Marcel Dekker, Inc. New York, 65 P.
- Marinier, F.C. (2009).** Huiles essentielles : essentiel (Conseils pratiques en aromathérapie pour toutes la famille au quotidien, autoédition.
- Marrif, H.I. ; ALI, B. et Hassan, K.M. (1995).** Some pharmacological studies on *Artemisia herba-alba* (Asso) in rabbits and mice . *J. Ethnopharmacol*, Pp : 51-55.
- Mazari, M. (2011).** Synthèse et propriétés biologiques de nouveaux flavonoïdes à base Saccharidiques. *Université de Mascara*, 19 P.
- Masotti, V. ; Juteau, F. ; Bessière, J.M. et Viano, J. (2003).** Saisonnier et variations phénologiques de l'huile essentielle de l'endémique étroite l'espèce *Artemisia molinieri* et ses activités biologiques. *J. Agric. Aliments Chim*, 51 : 7115–7121.
- McCalley, D.V. (2002).** Analysis of the *Cinchona*alkaliodes by high-performance liquide chromatography and otherseparation techniques, Review. *Journal of chromatography*, Pp : 1-19.
- Micozzi Marc, S. (2018).** Huiles essentielles végétales et aromathérapie. *Principe fondamentaux de la médecine complémentaire, alternative et intégrative* (6° éd), 409 P.
- Miles, E. (2013).** Les huiles essentielles pour les nuls. *Editions First-Gründ ; Paris*.
- Milhomme, O. (2022).** Mes recettes bien-etre : thym (*Thymus vulgaris*). *Rustica*.
- Millogo, H. ; Guisson, I.P. ; Nacoulma, O. et Traore, A.S. (2005).** Savoir traditionnel et médicaments traditionnels améliorés. *Colloque du 9 décembre. Centre européen de santé humanitaire –Lyon*.
- Modzelewska, A. ; Sur, S. ; Kumar, S.K. et Khan, S.R. (2005).** Sesquiterpenes: Natural products that decrease cancer growth. *Current Medicinal Chemistry- Anti-Cancer Agents* 5 : 477-499
- Mohamed, A. ; Magdi, H. ; El-Sayed, A. ; Hegazy, M. ; Helaly, S.E. ; Esmail, A. et Mohamed, NS. (2010).** Chemical Constituents and Biological Activities of

- Artemisia herba-alba. *Rec. Nat.Prod*, Pp : 1-25.
- Monning, E. (2021)**. Eglantier, Rosier des chiens. *Mon jardin*.
- Morsy, N. M. (2017)**. Cardiac Glycosides in Medicinal Plants. *Aromatic and Medicinal Plants - Back to Nature*, Pp : 29-45.
- Moss M ; Hewitt S. et Moss, L. (2008)**. Modulation of cognitive performance and mood by aromas of peppermint and ylang-ylang. *Intern. J. Neuroscience*.
- Moussut, J-P. (2018)**. Comment reconnaître le bon Sureau noir ? Quelques indices infailibles pour ne pas se tromper. *La maison du Sureau*.
- Mukurumbira, AR. ; Shellie, RA. ; Keast, R. ; Palombo, EA. et Jandhav, SR.** Encapsulation des huiles essentielles et leur application dans des emballages actifs antimicrobiens. *Contrôle des aliments*.
- Multon, J.L. (2002)**. Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaire. *Paris, Lavoisier*, Pp : 207-231.
- Musselman, L.J. (2007)**. Absinthe. *Site de l'usine : Plantes bibliques. Université Old Dominion*.
- Muther, L. (2015)**. Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant. *Université d'Auvergne*, 58 P.
- Nabli, M.A. (1989)**. Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-zoologie tunisiennes. *Ed,MAB(Faculté des sciences de Tunis)*, Pp : 186-188.
- Nadi, K. (2017-2020)**. Une plante à l'honneur : L'Armoise blanche^Artemisia Herba alba^. *Copyright ABN (Algeria – Breves News)*.
- Natarom, A. (2016)**. Les bienfaits de l'aromathérapie et des huiles essentielles. *Aromathérapie, huiles essentielles, marketing olfactif*.
- Naturopathe, A. (2021)**. Pourquoi les huiles essentielles efficaces. *Phytothérapie*.
- Nicoletti, M et Piterà du climat, F. (2020)**. Méristémothérapie, introduction. *La gemmothérapie et les fondements scientifiques d'une méristémothérapie moderne*, 23 P.
- Nikolova, M. ; Gussev, C.H. et Nguyen, T. (2010)**. Evaluation of the Antioxidant action and flavonoid composition of artemisia species extracts. *Biotechnol*, Pp : 21-23.
- Ouedraogo, S. ; Yoda, J. ; Traore, T.K. ; Nitiema, M. ; Sombie, B.C. ; Diawara, H.Z. ; Yameogo, J.B.G. ; DJande, A. ; Belemnaba, L. ; Kini, F.B. ; Ouedraogo, S. et Semde, R. (2021)**. Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15 (2) : 750-772.
- Ouis, N. (2015)**. Étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre de fenouil et de persil. *Thèse de doctorat. Université Ahmed Ben Bila d'Oran Algérie*.
- Ouassou, M ; El Amrani, M. et Mukhaimar, M. (2019)**. Mécanismes de biosynthèse et de régulation des glucosinolates. *Sci. J*, 15 (3) : 313.
- Ouassou, M. (2019)**. Bases évolutives de la diversification des glucosinolates chez les plantes de l'ordre des Brassicales. *Université Paris-Saclay (ComUE)*.
- Ouzrout, R. (2008)**. Valorisation des ressources végétales. *Parcours : biologie cellulaire et physiologie des organismes*, 116 P.
- Pacchioni, I. (2014)**. Aromatherapia : Tout sur les huiles essentielles. *Paris : Aroma*

Thera, 351 P.

-**Park, D-S. et Coats, J.R. (2002).** Cyanogenic glycosides : Alternative insecticides ? *The Korean Journal of Pesticide Science*, 53 P.

-**Pascal. (2010).** Précis de phytothérapie le meilleur de la nature au service de votre santé. *Edition Alpen*.

-**Pauli, A. (2001).** Antimicrobial properties of essential oil constituents. *Int. J. Aromather.* 11 : 126-133.

-**Pauline, M. (2021).** Santé : 9 huiles essentielles pour vous aider à arrêter de fumer. *Mode~Beauté~BibaMum~Cuisine~Culture*.

-**Pellerin, P. (1991).** Supercritical fluid extraction of natural raw materials for the flavour and perfume industry. *Perfum. Flavor*, Pp : 37-39.

-**Perrin, A et Colson, M. (1985).** L'appareil sécréteur chez les menthes : modalités de stockage des essences dans les glandes à tête pluricellulaire: Les menthes en France ; aspects scientifiques, économiques et industriels. *Univ. Claude Bernard. Lyon*, Pp : 200 – 205.

-**Perry, N.S. ; Bollen, C. ; Perry, E.K. et Ballard, C. (2003).** Salvia pour la démence thérapeutique : examen de l'activité pharmacologique et de la tolérance du pilote essai clinique. *Pharmacol Biochimie, Comportement*, 75 : 651–659.

-**Pichersky, E et Gershenzon, J. (2002).** The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Biology*, Pp : 237– 243.

- **Pieri, G. (2008).** Je choisis Mon huile essentielle, Mon pharmacien m'aide. *Plante & Santé" Mensuel - Edition Santé Port Royal*, Pp: 3-7.

-**Pierron, CH. (2014).** Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France : exemples d'application en gériatrie-gérontologie et soins palliatifs. *Sciences pharmaceutiques*, 22 P.

-**Planchon, A. (2018).** Le photosystème Lin (*Linum usitatissimum*)- *Fusarium Oxysporum* : Impact du champignon et d'un agent de biocontrôle sur des réponses moléculaires de la plante et le développement de la fusariose. Amélioration des plantes. *Université de Rouen Normandie*, 4 P.

-**Poiret, D. (2014).** Bienfaits, Propriétés,...de Vigne rouge. *Mr-Plantes*.

-**Pourmortazavi, S.M et Hajimirsadeghi, S.S. (2007).** Les huiles essentielles. *Journal of chromatography*, Pp : 2-24.

-**Raad, I. ; Terreux, R. ; Richomme, P. ; Matera, E.-L. ; Dumontet, C. ; Raynaud, J. et Guileta, D. (2006).** Structure–activity relationship of natural and synthetic coumarins inhibiting the multidrug transporter P-glycoprotein. *Bioorganic&Medicinal Chemistry*, 14 : 6979-6987.

-**Raaman, N. (2006).** Phytochemical techniques. New India Publishing. *New Delhi, Inde*.

-**Rahman, I. ; Biswas, S. K. et Kirkham, P.A. (2006).** Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochem Pharmacol*, Pp : 1439-1452.

-**Raja, P. B. ; Rahim, A. A. ; Qureshi, A. K. et Awang, K. (2014).** Green synthesis of silver nanoparticles using tannins. *Materials Science-Poland*, 32 (3) : 408-413.

- Ramsey, J-T. ; Shropshir, B-C. ; Nagy, T. ; Chambers, K. ; Li, Y. et Korach, K-S. (2020). Focus : Médecine et pharmacologie végétales : Huiles essentielles et santé. *Le journal yale de biologie et de médecine*, 93 (2) : 291.
- Raynaud, S. (2022). Camommille allemande : qu'est-ce que c'est ? *Futura-Sciences*.
- Raynaud, J. (2005). Prescription et conseil en phytothérapie. *Médecines douces (homéopathie / phytothérapie / aromathérapie / mésothérapie)*, Pp : 11-14.
- Richard, F. (1992). Manuel des corps gras, Paris. Ed: Lavoisier, Tec. Doc, Pp : 1228-1242.
- Riotte, B. (2006). Huile essentielle anti-inflammatoire : ma sélection. *Huiles Essentielles santé, douleur, stress, soins cosmétiques, anti-age*.
- Rita, P et Animesh, D. K. (2011). An updated overview on peppermint (*Mentha Piperita* L.). *International Research Journal of Pharmacy*.
- Robert, G. (2000). Les Sens du Parfum. Edition Osman EroyllsMultimedia. Paris, 224 P.
- Robert, P. ; Rey-Debove, J. et Rey, A. (2010). Le nouveau Petit Robert de la langue française, dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française. *Edition Le Robert : Paris, France*.
- Roger, M. (1990). Etude et Réflexion. *Livre Revue des deux mondes*, Pp : 80-81
- Ruberto, G. ; Baratta, M.T. (2000). Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. *Food Chem*. 69 : 167–174.
- Saadi, O. (2011). Les vitamines. *Faculté de médecine*, Pp : 1-11.
- Sadgrove, N. J. ; Padilla-González, G. F. et Phumthum, M. (2022). Fundamental Chemistry of Essential Oils and Volatile Organic Compounds, Methods of Analysis and Authentication. *Plants*, 11 (789) : 1-34.
- Sahraoui. (2014/2015). Les huiles essentielles. *UN1901. Laboratoire de pharmacognosie*, Pp: 1-13.
- Salido, S. ; Valenzuela, L.R. ; Altarejos, J. ; Nogueras, M. ; Sanchez, A. et Cano, E. (2004). Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. *Biochem. Syst. Ecol*, Pp : 265-277.
- Sallé J, L. (2004). Les Huiles Essentielles Synthèse d'aromathérapie, 2ème édition revue, complétée et corrigée. Paris.
- Sanjai, S. (2005). Glycyrrhiza glabra : Médecine over the millennium. *Review article Natural Product Radiance*, 358 P.
- Sanogo, R. (2006). Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. *Développement, Environnement et Santé 10^{ème} école d'été de l'IEPF et du SIFFE du 06 au 10 juin 2006*, Pp : 27-36.
- Seigler, D.S. (1975). Isolation and characterization of naturallyoccurring cyanogeniccompounds. *Phytochemistry*, Pp : 9-29
- Sell, c. (2006). La chimie des parfums : du parfumeur au consommateur 2e édition. *La royale société de chimie. Cambridge*, 329 P.
- Shams, R. ; Oldfield, E. C. ; Copare, J et Johnson, D. A. (2015). Peppermint Oil: Clinical Uses in the Treatment of Gastrointestinal Diseases. *JSM Gastroenterol Hepatol*.

- Sherif, A. ; Hall, R.G. et El-Amamy, M. (1987). Drugs, insecticides and other agents from Artemisia. *Medical Hypotheses*.
- Siani, A.C. ; Ramos, M.F. ; Ribeiro-dos-Santos, R. ; Fernadez-Ferreira, E. ; Soares, R.O. ; Rosas, E.C. ; Susunaga, G.S. ; Guimarae, A.C. ; Zoghbi, M.G. et Henriques, M.G.C. (1999). Evaluation of anti-inflammatory-related activity of essential oils from leaves and resin of Protium. *Journal of Ethnopharmacology*, Pp : 57-69.
- Silva, J. ; Abebe, W. ; Sousa, S.M. ; Duarte, V.G. ; Machado, M.I.L. et Matos, F.J.A. (2003). Effets antalgiques et anti-inflammatoires des huiles essentielles d'*Eucalyptus*. *J. Ethnopharmacol*, 89 : 277-283.
- Silvant, C. (2015). L'aromathérapie la nature au service de l'humanité, 37 P.
- Silvestre, L. (2020). Quelles sont les huiles essentielles antalgiques et anti inflammatoire. *Pharma Shopi*.
- Singh, I. ; Kaur, P. ; Kaushal, U. ; Kaur, V. et Shechar, N. (2022). Huiles essentielles dans le traitement et la gestion des maladies dentaires. *Biointerf. Rés. Appl. Chem*, Vol 12.
- Skaria, B.P. (2007). Aromatic Plants, Ed: *New India Publishing Agency*, Pp : 37-43.
- Smith, R.L. ; Cohen, S.M. ; Doull, J. ; Feron, V.J. ; Goodman, J.I. ; Marnett, L.J. ; Portoghese, P.S. ; Waddell, W.J. ; Wagner, B.M. ; Hall, R.L. ; Higley, N.A. ; Lucas-Gavin, C. et Adams, T.B. (2005). Une procédure pour l'évaluation de la sécurité des complexes d'arômes naturels utilisés comme ingrédients dans alimentaire : huiles essentielles. *Chimie alimentaire. Toxicol*, 43 : 345–363.
- Smythies, J. R. (1998). EveryPerson's Guide to Antioxidants. *Edition British cataloging*, Pp : 89- 110.
- Stoclet, J-C et Schini-Kerth, V. (2011). Flavonoïdes alimentaires et santé humaine. *Annales pharmaceutique françaises*, 69 (2) : 78-90.
- Szczepanski, S. (2014). Essential oils show specific inhibiting effects on bacterial Biofilm formation. *Food Control*, Pp : 224-229.
- Tajkarimi, M.M. ; Ibrahim, S.A. et Cliver, D.O. (2010). Antimicrobial herb and spice compound in food. *Food Control*, Pp : 1199–1218.
- Thormar, H. (2011). Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents. *Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Iceland, Reykjavik, Iceland, John Wiley & Sons, Ltd*, Pp : 211-219.
- Tsao, R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, 2 :1231-1246.
- Unsicker, S.B. ; Kunert, G. et Gershenzon, J. (2009). Protective perfumes: the role of vegetative volatiles in plant defense against herbivores. *Current opinion in Plant Biology*, Pp : 479–485.
- Valnet, CH. (2015). Huiles essentielles aromathérapie, 133 P.
- Vandi, D. ; Nnanga, N. E. ; Lagarde, B.J. ; Loe, G.M.E. ; Ottou, P.B.M. ; Priso, R.J. ; Foze, T.N. ; Boumsong, P.C.N. ; Dibong, S.D. et Mpondo, E.M. (2016). Contribution des populations des villes de Yaoundé et Douala à la connaissance des plantes à tanins et à anthocyanes. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 4799 P.

- Vanier, P. (2022).** Herbiier médicinal-plante/Chêne. *PasseportSanté*.
- Vernin, G. ; Merad, O. ; Vernine, G.M.F. ; Zamkotsian, R.M. et Parkanyi, C. (1995).** GC-MS Analysis of *Artemisia herba-alba* Asso Essential Oil from Algeria. *Food Flavors : Generation, Analysis and Process Influence*.
- Vetter, J. (2000).** Plant cyanogenicglycosides. *Toxicon*, Pp : 11-36.
- Viala, A. et Botta, A. (2005).** Toxicologie. 2^{ème} édition. Paris : Lavoisier.
- Vincent, R. (2022).** Digitaliques. *Pharmaco médicale*.
- Wang, T.-Y. ; Li, Q. et Bi, K.-S. (2018).** Bioactive flavonoids in medicinal plants : Structure, activity and biological fate. *Asian journal of pharmaceutical sciences*, 13 : 12–23.
- Wichtl, M. et Anton, R. (2003).** Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2^{ème} édition. Paris : édition Tec and Doc, 692 P.
- Willem, J.P. (2002).** Le guide des huiles essentielles pour vaincre vos problèmes de santé. *Editions LMV*.
- Winska, K. ; Maczka, W. ; Łyczko, J. ; Grabarczyk, M. ; Czubaszek, A. et Szumny, A. (2019).** Essential Oils as Antimicrobial Agents—Myth or Real Alternative?, Review. *Academic Editor: Francesca Mancianti*, 1 P.
- Xu, R. ; Ye, H. ; Sun, Y. ; TU, Y. et Zeng, X. (2012).** Preparation, preliminary characterization, antioxidant, hepatoprotective and antitumor activities of polysaccharides from the flower of tea plant (*Camellia sinensis*). *Food and Chemical Toxicology*, 50 : 2473- 2480.
- Yamamoto, KA. ; Faccin-Galhardi, LC. ; Ray, S. ; Ray, B. ; Carvalho Linhares, RE. et Nozawa, C. (2012).** La propriété antivirale in vitro d’Azadirachtaindica polysaccharides pour le poliovirus. 142 : 86-90.
- Yashphe, J. ; Feuerstein, I. ; Barel, S. et Segal, R. (1987).** The Antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba alba* Asso. II. Examination of essential oils from various chemotypes. *Int J Crude Drug Res*.
- Zaim, A. ; El Ghadraoui, L. et Farah, A. (2012).** Effets des huiles essentielles de l’Armoise sur les criquets. *Bulletin de l’institut scientifique de Rabat, section Sciences de la vie*, Pp : 127-133.
- Zanzaka. (2020).** Le pouvoir des tisanes. *Pinterest*.
- Zhiri, A. et Baudoux, D. (2005).** Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies. *Inspir développement S.A. Rue Goethe, 1-L-1637 Luxembourg, 7 P*.

Résumé

Depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours, l'homme a connu la phytothérapie comme la première solution de traitement dans la vie quotidienne. C'est une technique de soins qui utilise les plantes pour venir à bout des causes et symptômes de diverses maladies. L'aromathérapie est une branche de la phytothérapie et elle est une médecine naturelle, très en vogue aujourd'hui. Elle pourrait être une alternative aux problèmes engendrés par les maladies iatrogènes ou les résistances aux antibiotiques. Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques.

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

Les huiles essentielles sont tirées aussi bien des plantes aromatiques que médicinales. Ces huiles possèdent plusieurs propriétés telles que : les propriétés relaxantes, tonifiantes, énergisantes, régénérantes, assainissantes, désodorisantes, anti-inflammatoires, antioxydantes, digestives (par exemple l'huile essentielle de *Mentha piperita* stimule la digestion), antifongiques (l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*) etc. Ces propriétés s'expliquent par la composition biochimique de ces huiles. Elles sont très souvent composées d'alcools, cétones, sesquiterpènes, monoterpènes, diones, aldéhydes terpéniques, esters, azulènes, et d'oxydes.

Les huiles essentielles constituent des produits à forte valeur ajoutée qui peuvent être valorisés dans différents secteurs d'activités: pharmacie, cosmétique ou agroalimentaire. Ces mélanges complexes peuvent enfermer une centaine et parfois plus de constituants. La valorisation de ces substances naturelles passe préalablement par une étape de caractérisation de leur composition chimique, permettant de les caractériser d'en contrôler la qualité et de mettre en évidence une éventuelle spécificité. Cependant, l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études

Mots-clés : Activités Biologiques, Aromathérapies, Huiles essentielles, Plantes médicinales.

ملخص

منذ العصور القديمة وحتى يومنا هذا، عرف الإنسان طب الأعشاب كأول حل علاجي في الحياة اليومية. إنها تقنية رعاية تستخدم النباتات للتغلب على أسباب وأعراض الأمراض المختلفة. العلاج بالروائح هو فرع من فروع العلاج بالنباتات وهو دواء طبيعي يحظى بشعبية كبيرة اليوم. يمكن أن يكون بديلاً عن المشاكل التي تسببها أمراض علاجية المنشأ أو مقاومة المضادات الحيوية. تمثل هذه النباتات مخزوناً هائلاً من المركبات المحتملة المنسوبة إلى المستقلبات الثانوية التي تتمتع بميزة كونها ذات تنوع كبير في التركيب الكيميائي ولديها مجموعة واسعة جداً من الأنشطة البيولوجية. تتمتع النباتات العطرية حالياً بميزة كبيرة بفضل الاكتشاف التدريجي لتطبيقات زيوتها الأساسية في الرعاية الصحية بالإضافة إلى استخداماتها في مجالات أخرى ذات أهمية اقتصادية. استخدامها البديلة تعني زيادة الطلب عليها في الأسواق العالمية.

الزيوت الأساسية مشتقة من كل من النباتات العطرية والطبية. تحتوي هذه الزيوت على عدة خصائص مثل: الاسترخاء، التنعيم، التنشيط، التجديد، التنقية، إزالة الروائح الكريهة، مضادات التهاب، مضادات الأكسدة، الهضمية (على سبيل المثال، الزيت العطري من النعناع يحفز الهضم)، مضاد للفطريات (الزيت العطري لشجرة عشب ألبا) إلخ. يتم شرح هذه الخصائص من خلال التركيب الكيميائي لهذه الزيوت. غالباً ما تتكون من الكحوليات، والكينونات، و sesquiterpenes، و monoterpènes، و diones، و terpene aldehydes، و esters، و azulenes، و الأكاسيد. الزيوت الأساسية هي منتجات ذات قيمة مضافة عالية يمكن استخدامها في قطاعات مختلفة من النشاط: الصيدلة أو مستحضرات التجميل أو الأغذية الزراعية. يمكن أن تحتوي هذه المخاليط المعقدة على مائة وأحياناً أكثر من المكونات. يبرر تمييز هذه المواد الطبيعية أولاً بمرحلة من توصيف تركيبها الكيميائية، مما يسمح بتوصيفها والتحكم في جودتها وإبراز أي خصوصية. ومع ذلك، فإن تقييم هذه الأنشطة يظل مهمة مثيرة للاهتمام للغاية يمكن أن تكون ذات فائدة للعديد من الدراسات.

الكلمات المفتاحية: الأنشطة البيولوجية، العلاج العطري، الزيوت الأساسية، النباتات الطبية.

Summary

From ancient times to the present day, man has known herbal medicine as the first treatment solution in daily life. It is a care technique that uses plants to overcome the causes and symptoms of various diseases. Aromatherapy is a branch of phytotherapy and it is a natural medicine, very popular today. It could be an alternative to the problems caused by iatrogenic diseases or resistance to antibiotics. These plants represent an immense reservoir of potential compounds attributed to secondary metabolites which have the advantage of being of a great diversity of chemical structure and they possess a very wide range of biological activities.

Currently, aromatic plants have a considerable advantage thanks to the progressive discovery of the applications of their essential oils in health care as well as their uses in other areas of economic interest. Their many uses mean that they are increasingly in demand on world markets.

Essential oils are derived from both aromatic and medicinal plants. These oils have several properties such as: relaxing, toning, energizing, regenerating, purifying, deodorizing, anti-inflammatory, antioxidant, digestive (for example the essential oil of *Mentha piperita* stimulates digestion), antifungal (the essential oil of *Artemisia herba alba*) etc. These properties are explained by the biochemical composition of these oils. They are very often composed of alcohols, ketones, sesquiterpenes, monoterpènes, diones, terpene aldehydes, esters, azulenes, and oxides.

Essential oils are products with high added value that can be used in different sectors of activity : pharmacy, cosmetics or agri-food. These complex mixtures can contain a hundred and sometimes more constituents. The valorization of these natural substances first goes through a stage of characterization of their chemical composition, allowing them to be characterized, to control their quality and to highlight any specificity. However, the evaluation of these activities remains a very interesting task which can make the interest of many studies.

Key words : Aromatherapy, Biological Activities, Essential Oils, Medicinal Plants.