



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : biologie et écologie végétal

قسم: بيولوجيا و فزيولوجيا النبات

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Biologie et physiologie de reproduction végétale

Intitulé :

**Synthèse bibliographique:
Utilisation de *Inula viscosa* en phytothérapie**

Présenté par : BENSABER Asya

BOUZGHOUL Chaima

Le 22/06/2023

Jury d'évaluation :

Président du jury: Dr. DJROUNI Aissa (MCB_UFMC 1)
Encadrant: Dr. MOUELLEF Adra (MCB_UFMC 1)
Examineur : Dr.ZOGHMAR Meriem (MCB_UFMC 1)

Année universitaire
2022- 2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions le bon Dieu qui nous a éclairé le chemin et nous a

donné la patience et le courage pour réaliser ce travail

Nous adressons nos plus vifs remerciements à notre promotrice Madame « **AdraMoullef** » qui nous a accordé l'honneur de diriger ce travail,

Je remercie aussi Monsieur « **djarouniAissa** » et madame « **Zoghmar** ». Et monsieur « **Baka** ». Nos vifs remerciements vont à nos très chers parents pour leur aide, patience, soutien moral et encouragement. Je remercie, également, toute personne qui a participé de près ou de loin mes professeurs. J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs qui m'ont enseigné tout au long de mon parcours scolaire primaire jusqu'à l'université. Et j'espère que ce travail soit la bonne expression de ma gratitude.





Dédicace

Je dédie ce travail à tous ceux qui m'ont soutenu dans ma Vie, en particulier ma force et mon soutien dans le monde, qui ont lutté pour notre bonheur et sacrifice pour moi :

Mon cher père Abdel-Haq,

à **ma chère mère**, qui a passé des nuits généreuses avec moi .

à ma grande sœur , que je considère comme une mère

Faiza,

à mes chères sœurs **Bouchratouta** et **Batoul**

à mes chers frères **Yahya** et **haroun**

à mon oncle **adel**, et ma tante **chahra** grand-père **elhadj**

et grand-mère

à mes amis qui ont passé la période universitaire Avec sa
douceur et son amertume avec moi
**roufiaYasminerimalmaneRayanchouroukSarahadjerRo
mayssaWafa**



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail avec un grand amour, une
Profonde sincérité et immense fierté :*

*A mon cher père BOUAZZA BENSABER , à ma mère HALIMA source de
tendresse,
de noblesse, de patience et d'encouragements.*

*A la personne qui m'a soutenue tout au long de ce
Mémoire : mes sœurs souad et kadidja*

*Mes frères : habib et malk et abd allah et sife
Mon fiancé Imad*

*Enfin, je voudrais dédier ce mémoire a toute personnes
Ayant Participé de près ou de loin à la Réalisation de ce
Travail*

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Sommaire.....I

Liste des tableauxIV

Liste des figuresVI

Introduction..... 1

Chapitre I : Étude ethnobotanique de plante médicinale de genre *InulaViscosa* et la phytothérapie.

I. Les plantes médicinales et la phytothérapie..... 4

I.1. Introduction..... 4

I.2. Les plantes médicinales 4

I.2.1 Définition plante médicinale..... 4

I.2.2. Origine des plantes médicinales 4

I.2.3. Les Plantes spontanées 4

I.2.4. Les Plantes cultivées..... 5

I.2.5. Les bienfaits des plantes médicinales? 5

I.2.6. Quelques espèces des plantes médicinales : 6

II. Présentation de la phytothérapie 8

II.1. Les différents types de phytothérapie..... 8

III. *InulaViscosa* 8

III.1. Présentation de *InulaViscosa* 8

III.2. Noms vernaculaires :..... 9

III.3. Description botanique: 9

III.4. Taxonomie 10

III.5. Les caractéristiques de l'inule visqueuse..... 10

III.6. Formule florale : 13

Sommaire

III.7. Compositions chimiques de <i>InulaViscosa</i> :	14
III.8. Utilisation traditionnelle	14
III.9. Répartition Géographique	15

Chapitre II : Les métabolites secondaires et les huiles essentielles

I. Métabolisme primaires et secondaire :.....	17
I.1. Métabolites primaires:	17
I.2. Métabolisme secondaire :	17
II. Les composés phénoliques :.....	17
II.1. Les flavonoïdes :	18
II.2. La quercétine:	19
II.3. Apigénine :	20
II.4. La sakuranétine :	20
II.5. Les anthocyanes :	20
II.6. Les tanins :.....	21
II.8. Terpénoïdes:	22
II.9. Les alcaloïdes :	24
II.9.1.Rôle des alcaloïdes :.....	25
III .Métabolites secondaires bioactifs isolés de genre <i>Inula</i> :.....	26
III.1.Leurs caractères physico-chimiques de la plante <i>InulaViscosa .L.</i>	26
III.2.huiles essentielles.....	27
III.3. L’histoire et origines des huiles essentielles :.....	27
III.4. La composition chimique des huiles essentielles :.....	28
III.5. Domaines d’utilisation :	28
III.6. Les activités biologiques des huiles essentielles :.....	29
III.7. Les caractères physico-chimiques des Huiles essentielles.....	30
III.8. Toxicités des huiles essentielles:	31
IV. L’activité biologique :.....	32

Sommaire

IV.1. L'anti inflammatoire :.....	32
IV.2. L'activité antibactérienne :	32
IV.3.L'activité antifongique :.....	33
IV.4. Les antioxydants	34
IV.1. Les antioxydants naturels.....	34

Chapitre III: Les différentes méthodes d'extraction et conclusion

I. Méthodes d'extraction des huiles essentielles:	37
I.1. Définition de l'extraction :.....	37
II.2. Hydrodistillation:.....	37
II.3. Entraînement à la vapeur d'eau:	38
II.4. Hydrodiffusion	39
II.5. Extraction par les solvants.....	40
II.6. Extraction par du CO2 supercritique:.....	41
II.7.Extraction assistée par micro-ondes:	41
II.8. Expression à froid.....	42
Conclusion :	44
Références bibliographiques :.....	46

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau N° 1: Quelques espèces des plantes médicinales	6
Tableau N° 2 :Classification d'inulaviscova .L (Quezel et santa, 1963).....	10
Tableau N° 3: Utilisation traditionnelle de Inula Viscosa	14
Tableau N° 4 : Principaux types de coumarines (Macheix et al., 2005).....	21
Tableau N° 5: La bioactivité de quelques composés des huiles essentielles chez certaines espèces végétales	30

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: l'inule visqueuse.....	9
Figure 2: La tige de l'inule visqueuse.....	11
Figure 3: Le Fruits l'inule visqueuse.....	12
Figure 4 : La floraison de l'inule visqueuse.....	13
Figure 5 : Structure du capitale du genre Inula.....	13
Figure 6: Carte géographique de l'Inule.....	15
Figure 7 : Structure du Phénol (Herzi, 2013).....	18
Figure 8 : structure des flavonoïdes.....	19
Figure 9 : structure de Quercétine.....	19
Figure 10 : structure des L'apigénine.....	20
Figure 11 : Structure d'anthocyane.....	21
Figure 12: Structure de Isoprene.....	22
Figure 13 : Structure de quelques monoterpènes.....	23
Figure 14 : Structures de quelques alcaloïdes.....	25
Figure 15 : Dispositif d'hydrodistillation, le Clevenger (Lamamra,2007).....	38
Figure 16: Dispositif de l'extraction par entrainement à la vapeur d'eau (El Haib , 2001).....	39
Figure 17 : Schéma type d'une installation d'hydrodiffusion.....	39
Figure 18 : Extraction assistée par micro-ondes.....	42

ملخص:

هذه الدراسة تلخص العمل النظري الذي قمنا به عن التداوي بالاعشاب بصفة عامة وتخصصنا في البحث حول نبات الطيبون *inula viscosa*.

فهي تعتبر من النباتات الاكثر شيوعا في البحر الابيض المتوسط و بنسبة لتركيبها الكيميائي فهي غنية بالتربينويدات و الفينولية والزيوت الأساسية و كذلك حمض الانترانيليك وتطرقنا إلى مختلف الطرق المستخدمة في استخلاص المستقلبات الثانوية المكونة للنبتة.

إن نبات الطيبون يستعمل في الطب التقليدي لتاثيراتها العلاجية المختلفة: مضاد للبكتيريا و الفطريات و مضاد للأكسدة والالتهاب و كذلك مضاد للسرطان.

Résumé :

Cette étude résume les travaux théoriques que nous avons effectués sur la phytothérapie en général et notre spécialisation dans la recherche sur l'inula viscosa végétale

Il est considéré comme l'une des plantes les plus communes dans la mer Méditerranée et pour sa composition chimique, il est riche en terpénoïdes, flavonoïdes, huiles et essentielles, ainsi que l'acide interanilique et nous avons abordé les différentes méthodes utilisées dans l'extraction des métabolites secondaires qui composent la plante.

La plante inula viscosa est utilisée en médecine traditionnelle pour ses divers effets thérapeutiques :Antibactérien, antifongique, antioxydant, anti-inflammatoire, ainsi qu'anticancéreux

Abstract:

This study summarizes the theoretical work we have done on herbal medicine in general and our specialization in research on the plant inula viscosa

It is considered one of the most common plants in the Mediterranean Sea and for its chemical composition it is rich in terpenoids, flavonoïdes and essential oils, as well as inthranilique acid and we touched on the various methods used in the extraction of secondary metabolites that make up the plant

The inula viscosa plant is used in traditional medicine for its various therapeutic effects :

Antibacterial, antifungal, antioxidant, anti-inflammatory, as well as anti-cancer

Mots clés : inlula viscosa, metabolites secondaire,huiles essentielles ,mèthode d'extraction.

Introduction

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses, elles sont utilisées pour prévenir, soigner ou soulager divers maux (Farnsworth et al., 1986). Elles ont été employées pendant des siècles comme remèdes pour les maladies humaines parce qu'elles contiennent des composants de valeur thérapeutique.

Récemment, l'acceptation de la médecine traditionnelle comme forme alternative de santé et le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques disponibles a mené des auteurs à étudier l'activité antimicrobienne des plantes médicinales et en raison d'une conscience croissante des effets secondaires négatifs infligés par les drogues modernes, beaucoup cherchent les remèdes naturels sans effets secondaires et bien sûr coût élevé de médecine conventionnelle (Hamilton.M, Shah.S, 2004).

A rappeler que l'O.M.S (Organisation Mondiale de la Santé) considère la phytothérapie comme médecine alternative (Sebai et Boudalim, 2012). Le bassin méditerranéen présente une très grande diversité en espèces végétales et un grand intérêt pour toute étude scientifique qu'elle soit biologique ou écologique, vu sa grande richesse et à l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléogéographiques, géologiques et écologiques.

Le bassin méditerranéen présente une très grande diversité en espèces végétales et un grand intérêt pour toute étude scientifique qu'elle soit biologique ou écologique, vu sa grande richesse et l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléogéographiques, géologiques et écologiques.

L'Algérie par sa position biogéographique offre une très grande diversité écologique et floristique qui reste très peu explorée, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, dont 15% sont endémiques (Louni, 1994).

Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, nous nous sommes intéressés à une espèce de la famille des Astéracées. La plante sur laquelle a porté notre choix est une espèce aromatique : *Inula viscosa*. C'est une plante très répandue dans le nord de l'Algérie et dans tout le pourtour méditerranéen elle est très appréciée par les populations dans les soins traditionnels. Métabolites Les huiles essentielles constituent l'une des classes de métabolisme secondaire, et forment un très vaste ensemble de substances. Elles présentent des propriétés biologiques, thérapeutiques et odoriférantes. Pour cette raison, les huiles essentielles capturent l'intérêt de plusieurs recherches. (Benayache S., Benayache F., Dendouchi H., Jay M. 1991)

Introduction

Les métabolites secondaires sont considérés comme des sources potentielles de nouveaux médicaments, des antibiotiques naturels (Bouzouita et *al.*, 2008).

Les huiles essentielles sont des liquides concentrés en composés aromatiques (odorants), volatils. Leur utilisation est connue depuis l'antiquité par les anciennes civilisations pour soigner les pathologies courantes.

Aujourd'hui, les huiles essentielles représentent l'un des principes actifs les plus importants en raison de leurs multiples et diverses applications grasses à potentiel thérapeutique et de leurs constituants.

Quel que soit le domaine d'utilisation des huiles essentielles (agroalimentaire, parfumerie, cosmétique, et industrie pharmaceutique), une parfaite connaissance de leurs propriétés est nécessaire pour en contrôler la qualité et y déceler une éventuelle spécificité en vue de leur valorisation. Donc seulement une connaissance détaillée de leurs caractéristiques et leurs constituants mènera à une utilisation appropriée.

Dans le premier chapitre Nous avons traité des généralités sur les plantesmédicinales et la phytothérapie et l'étude botanique de plante *Inula viscosa* (L.) (définition, nomenclature, description botanique, taxonomie, les caractéristiques, composition chimique, utilisations traditionnelles, répartition géographique).

En second chapitre est de citer les différents métabolites secondaires produits par la plante *InulaViscosa* .L les compositions photochimiques (les flavonoïdes – Terpènes – Alcaloïdes – composésphénoliques et les huiles essentielles, les activités biologiques).

Dans le troisième chapitre on va citer les différentes méthodes d'extractiondes huiles essentielles (Hydrodistillation Entraînement à la vapeur d'eau,Hydrodiffusion, Extraction par les solvants,Extraction par du CO2 supercritique, extraction assistée par micro-ondes, Extractionassistée par micro-ondes - Expression à froid).

Et enfin nous avons fait une conclusion.

Chapitre I

**Étude ethnobotanique de
plante médicinale de genre
Inula Viscosa et la
phytothérapie.**

I. Les plantes médicinales et la phytothérapie

I.1. Introduction

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert pour nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. L'utilisation des plantes médicinales comme source de remède pour se soigner ou prévenir des maladies est originaire des millénaires jusqu'à la récente civilisation chinoise, indienne et du Proche-Orient. (Benkiki, 2006).

Ces dernières années, la phytothérapie ou soins par les plantes est en train de créer un engouement certain pour les chercheurs. L'Antique «matière médicale» ou pharmacognosie d'aujourd'hui présente un intérêt énorme dans les pharmacopées modernes et la médecine. Les recettes connues par les herboristes et les expériences des guérisseurs constituent déjà, un grand réservoir de connaissances (Bensegueni, 2001).

I.2. Les plantes médicinales

I.2.1 Définition plante médicinale

Une plante peut être qualifiée de médicinale lorsqu'elle contient, au niveau de ses organes, un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques.

Ce sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles.

Le groupe consultatif de l'OMS qui a formulé cette définition affirme également qu'une telle description permet de distinguer les plantes médicinales dont les propriétés thérapeutiques et les composants ont été établis scientifiquement des plantes considérées comme médicinales. (**livre des plantes médicinales et médecin traditionnel**)

I.2.2. Origine des plantes médicinales

Elle porte sur deux origines à la fois. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", puis en second les plantes cultivées (Chabrier, 2010).

I.2.3. Les Plantes spontanées

Beaucoup de plantes à l'état sauvage.

Les plantes spontanées représentent encore aujourd'hui un pourcentage notable du marché, Leur répartition dépend du sol et surtout du biotope (humidité, vent, température et l'intensité de la lumière... etc).

Dans certains cas, certaines plantes se développent dans des conditions éloignées de leur habitat naturel (naturel ou introduite). Dans ce cas leur degré de développement est modifié, ainsi que leur teneur en principes actifs (Chabrier, 2010).

I.2.4. Les Plantes cultivées

Pour l'approvisionnement de marché des plantes médicinales et la protection de la biodiversité floristique, le reboisement des plantes médicinales est indispensable:

- ✓ Disponibilité des plantes sans besoin d'aller dans la forêt pour détruire les espèces sauvages.
- ✓ Apports substantiels de revenus pour les paysans qui les cultivent.
- ✓ Disponibilité prévisible des plantes médicinales au moment voulu et en quantité voulue.
- ✓ Disponibilité et protection des plantes actuellement rares ou en voie de disparition dans la nature.
- ✓ Contrôle plus facile de la qualité, de la sécurité et de la pureté des plantes.

(Bouacherine et Benrabia, 2017).

I.2.5. Les bienfaits des plantes médicinales?

Les vertus des plantes médicinales pourront aussi bien agir sur les articulations, que la circulation, la respiration ou encore les menstruations. Elles pourront aussi vous être recommandées pour aider à retrouver le sommeil, faciliter la digestion, surmonter le stress ou même apporter du tonus sexuel.

I.2.6. Quelques espèces des plantes médicinales :

Tableau N° 1: Quelques espèces des plantes médicinales

NOMS FRANÇAIS	NOMS SCIENTIFIQUES ET SYNONYMES	FAMILLE	PARTIES UTILISÉES DE LA PLANTE	PARTIES TOXIQUES DE LA PLANTE
Abelmoschus manihot	<i>Abelmoschus manihot</i> (L.) Medik.	Malvaceae	fleur ^b	
Absinthe (grande)	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Asteraceae	feuille ^a , sommité fleurie ^a	tous organes
Absinthe (petite) Voir Armoise pontique				
Absinthe maritime	<i>Artemisia maritima</i> L.	Asteraceae	feuille ^a , sommité fleurie ^a	tous organes
Acacia à gomme	<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd. et autres espèces d'acacias d'origine africaine	Fabaceae	exsudation gommeuse = gomme arabique ^a	
Acalypha arvensis Armoise tipompon	<i>Acalypha aristata</i> Kunth	Euphorbiaceae	feuille ^{*,a}	
Acanthopanax	<i>Eleutherococcus gracilistylus</i> (W.W.Sm) Hoo et Tseng var. <i>nodiflorus</i> (Dunn) Hoo et Tseng. (= <i>Acanthopanax gracilistylus</i> W.W.Sm.)		écorce de racine ^b	
Ache des marais	<i>Apium graveolens</i> L.	Apiaceae	souche radicante ^a	
Achillée millefeuille Millefeuille	<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae	sommité fleurie ^a	
Achyranthes bidentata	<i>Achyranthes bidentata</i> Blume	Amaranthaceae	racine ^b	
Acore vrai	<i>Acorus calamus</i> L var. <i>americanus</i>	Acoraceae	rhizome ^{a, b}	
Actée à grappes Cimifuga	<i>Cimicifuga racemosa</i> (L.) Nutt.	Ranunculaceae	partie souterraine ^a	
Adonis	<i>Adonis vernalis</i> L.	Ranunculaceae	partie aérienne ^a	
Agar-agar	<i>Gelidium sp.</i> , <i>Euchema sp.</i> , <i>Gracilaria sp.</i>	Rhodophyceae	mucilage = gélose ^a	
Ageratum conyzoides Herbe à femme	<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	Asteraceae	feuille ^{*,a}	
Agripaume	<i>Leonurus cardiaca</i> L.	Lamiaceae	sommité fleurie ^a	
Aigremoine	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Rosaceae	sommité fleurie ^a	

NOMS FRANÇAIS	NOMS SCIENTIFIQUES ET SYNONYMES	FAMILLE	PARTIES UTILISÉES DE LA PLANTE	PARTIES TOXIQUES DE LA PLANTE
Cyathula officinalis	<i>Cyathula officinalis</i> K.C. Kuan.	Amaranthaceae	racine ^b	
Cyprès	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cupressaceae	cône dit « noix de cyprès » ^a	
Dartrier	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fabaceae	feuille ^a	
Datura Stramoine	<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	feuille ^a	tous organes
Dent de lion Voir Pissenlit				
Dictame de Crête	<i>Origanum dictamnus</i> L.	Lamiaceae	partie aérienne fleurie ^a	
Digitale pourprée	<i>Digitalis purpurea</i> L.	Scrophulariaceae	feuille ^a	tous organes
Dioscorea nipponica	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	Dioscoreaceae	rhizome ^b	
Dioscorea oppositifolia Ignose de Chine	<i>Dioscorea oppositifolia</i> L. (= <i>Dioscorea opposita</i> Thunb)	Dioscoreaceae	rhizome ^b	
Dodonaea viscosa Bois de reinette des hauts	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae	feuille ^a	
Doréma	<i>Dorema ammoniacum</i> D. Don	Apiaceae	gomme ammoniacque ^a	
Douce-amère	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Solanaceae	tige ^a	tous organes
Droséra	<i>Drosera rotundifolia</i> L., <i>D. intermedia</i> Hayne, <i>D. longifolia</i> L., (= <i>D. anglica</i> Huds.)	Droseraceae	plante entière ^a	
Drynaria	<i>Drynaria fortunei</i> (Kunze) J. Sm.	Polypodiaceae	rhizome ^b	
Echinacée à feuilles étroites	<i>Echinacea angustifolia</i> DC.	Asteraceae	partie souterraine ^a	
Echinacée pâle	<i>Echinacea pallida</i> Nutt.	Asteraceae	partie souterraine ^a	
Echinacée pourpre	<i>Echinacea purpurea</i> Moench	Asteraceae	partie aérienne fleurie ^a , partie	

II. Présentation de la phytothérapie

La phytothérapie c'est le traitement par les plantes, fait partie des médecines parallèles, ou médecines douces. Dans la plupart des pays, notamment en Occident, seuls les médecins ont le droit de pratiquer la phytothérapie sous forme de consultation, et seuls les pharmaciens et les herboristes sont habilités à donner des conseils au moment de l'achat.

Cet article est extrait de l'ouvrage « Larousse Médical ».

II.1. Les différents types de phytothérapie

On peut distinguer différents types de thérapies par les plantes :

- **La Phytothérapie** l'utilisation des différentes parties des plantes (racine, feuilles, fleurs ou la plante entière) sous différents formes galéniques.
La gemmothérapie l'utilisation des bourgeons de la plante.
- **L'aromathérapie** l'utilisation des huiles essentielles obtenues grâce à divers procédés d'extraction (Vernex - Lozet, 2011).
- **Phytothérapie pharmaceutique**: utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules ... etc. (Strang, 2006).

III. *Inula viscosa* (L.)

III.1. Présentation de *Inula viscosa*

Inula viscosa (L.) (synonyme de *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter) est une plante médicinale très utilisée dans la médecine populaire pour soigner différentes pathologies. Elle appartient à la famille des Asteraceae et est largement répandue dans le monde. Ce sont des plantes à fleurs généralement jaunes, exceptionnellement violacées. Ces fleurs sont en fait un capitule formé de nombreux fleurons entourés d'un involucre de bractées. Le fruit est surmonté d'une aigrette de soies disposées sur un seul rang, il est étranglé puis élargi au sommet. Les feuilles sont alternes chez les plantes du genre *Dittrichia*. (Levrault, 2007). Les études effectuées sur cette plante ont montré qu'elle est riche en métabolites secondaires tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les composés terpénoïdes. Ces composés sont doués de propriétés antibactériennes, antitumorales, antifongiques, anti-inflammatoires et autres. Le criblage bio guidé des extraits d'*Inula viscosa* (L.) a permis d'identifier et d'isoler des molécules bioactives telles que

l'inuviscolide, la tomentosine et la fokiénole qui pourraient avoir des applications thérapeutiques diverses.



Figure (1) l' *Inula viscosa* (L.)

III.2. Noms vernaculaires

- **Français** : *Inula viscosa* (L.)
- **Anglais** : Stichkyfleabane (Halimi .A ,1997).
- **Berbère** : Amagramane (Baba Aissa, 2000)
- **Nom scientifique** : *Dittrichiaviscosa* (L) Greut ,*Inulaviscosa* Ait (Bartels, 1997)
- **Nom commun** : Inule visqueuse (Bonnier, 1990)
- **Nom arabe**: El tibek, el tyoun

III.3. Description botanique:

Inula viscosa (L.) est une plante annuelle, herbacée, visqueuse et glanduleuse (Bakkara et al., 2008). Elle est ligneuse à sa base (forte racine pivotante lignifiée pouvant atteindre 30 cm de long) (Quezel et Santa, 1963 in Chaou, 2017). Elle peut atteindre de 50 cm à 1m de hauteur et présente des capitules à fleurs jaunes très nombreux au sommet de la tige (Benhammou et AtikBekkara, 2005).

Les feuilles sessiles sont ondulées, dentées, aiguës (Benseguenitounsi, 2001), crénelées, embrassantes (formant deux petites oreillettes à sa base) (Bssaibis et al., 2009), rudes recouvertes sur les deux faces de glandes visqueuses (Benseguenitounsi, 2001), glanduleuses (Bssaibis et al., 2009) qui dégagent pendant la phase végétative une

odeur forte et âcre (Benseguenitounsi, 2001; Bakkara et al., 2008; Haoui et al., 2015), agréable selon certains, désagréable pour d'autres (Bssaibis et al., 2009).

La floraison commence à partir du mois de septembre. Les inflorescences sont de longues grappes (Benseguenitounsi, 2001; Rameau et al., 2008), pyramidales (Bssaibis et al., 2009). Les fleurs périphériques sont liguliformes, celles du centre sont tubulaires. Elles sont rayonnantes de couleur jaune et à forte odeur. Les fruits sont des akènes velus à aigrettes grisâtres (Benseguenitounsi, 2001).

III.4. Taxonomie

Tableau N° 2 : Classification de *Inula viscosa* (L.) (Quezel et Santa, 1963)

Règne	Végétale
Sous règne	Trachéobionta (plantes vasculaire)
Sous embranchement	Angiosperme
Classe	Magnolipsida (Dicotylédones)
Sous classe	Astériidae
Ordre	Astérales
Famille	Astéracées (composées)
Genre	<i>Inula</i>
Espèce	<i>viscosa</i>

III.5. Les caractéristiques de *Inula viscosa* (L.)

- **La taille** peut atteindre 150 cm de hauteur.

- **La tige** dressée en éventail, très ramifiée. Avec le temps, elle devient ligneuse et d'une couleur plus foncée à la base. Elle est recouverte d'un poil glanduleux, libérant une résine collante, à forte odeur (odeur de camphre), présente sur toute la plante. - **La racine**: forte, visqueuse, glanduleuse, odoriférante, peut atteindre jusqu'à 30 cm de long et présente la particularité d'être pivotante. (Bartels, 1997)



Figure (2) La tige de l' *Inula viscosa* (L.)

- **Les feuilles** de taille moyenne (larges de 5 mm), denses, alternes, lancéolées, glanduleuses. Les feuilles de l'inule visqueuse n'ont pas de pétioles. Elles sont rattachées directement à la tige. Leur marge dentée ou lisse. (Bssaibiset *al.*,2009)



Figure 3 : Les feuilles l'inule visqueuse

- **Le fruit** un fruit sec, qui contient une graine unique (d'où l'appellation akène), long de 2 mm. Les fruits sont regroupés sur le capitule. La graine est surmontée d'un capitule. La graine est surmontée d'un pappus (une petite touffe de poils). (Baba Aïssa, 1991)



Figure (3) Le Fruits l'inule visqueuse

-**Les fleurs** regroupées en inflorescences, elles forment des grappes de capitules d'un diamètre entre 10-20 mm. Elles sont de deux types: des fleurs jaune orange en tubes et des fleurs jaunes à pétales. les premières (les tubulées) sont situées au centre du capitule et les secondes (les ligulées) à l'extérieur. (Baydar , 1998 et Garbari F, 2007).

Selon les régions où elle se développe, l' *Inula viscosa* (L.) ' fleurit à partir de août- septembre jusqu'à la fin du mois d'octobre et parfois même novembre.



Figure (4) La floraison de l' *Inula viscosa* (L.)

III.6. Formule florale

la composition des fleurs d' *Inula viscosa* (L.) est sous la forme suivante:

$$10S+10P+ (5 \times 4) E+2C.$$

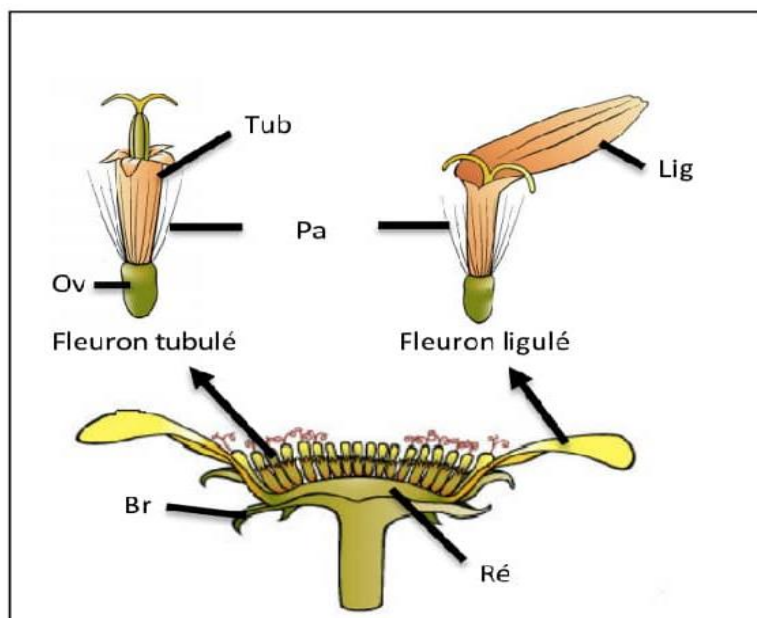


Figure (5) : Structure du capitale du genre *Inula*

III.7. Compositions chimiques d' *Inula viscosa* (L.)

La partie aérienne de la plante *Inula viscosa* (L.) est constituée des flavonoïdes – acides sesquiterpénique – Triterpène et esters (Benayache et al , 1991).

Selon (Remli , 2013) , *Inula viscosa* L est riche en huiles essentielles comme :

Y-terpène 36,9 %	α -pinène 18,9 %
p-cymène 7,5 %	Limonène 18,9 %
β -maaliène 7,4 %	β -phellandrène 7,3 %
Isocomène 6,2 %	2,5-dimethoxy-p-cymène 21,2 %
B-caryophyllène 16,58 %	δ -cariène 5,9 %
Cadinol 4,2 %	β -pinène 8,9 %

III.8. Utilisation traditionnelle

L' *Inula viscosa* (L.) est une plante médicinale traditionnelle majeure du bassin méditerranéen, à multiples usages. Les traces de son utilisation se retrouvent dans de très anciens écrits romains, hébreux ou arabes (Ciccarlli et al., 2007).

Inula viscosa (L.) est utilisée pour différents traitements en médecine traditionnelle (Tableau 3).

Tableau N° 3: Utilisation traditionnelle d' *Inula viscosa* (L.)

Region	Usages	References
Bassin méditerranéen	Anti inflammation Traitement du diabète	Lauro et al., 1990 Yaniv et al., 1987
Espagne	Traitement de désordre Gastroduodéal	Lastra et al., 1993
Jordan	Avortement et la stérilité des femelles.	Al-Khalil et al., 1992
Algerie	Hypoglycémiant, affection des voies urinaires. Analgésique, antiseptique, diurétique, hémostatique, vermifuge, céphalées, les douleurs rhumatismales. Cicatrisation, antihémorragiques	Baba Aissa, 2000
Maroc	Anti lytique rénal, diurétique, anti hypertensive Antiseptique Les bronchites et diabète	Hernandez, 2007 Donino et al., 2009 Yaniv et al., 1987

III.9. Répartition Géographique

Inula viscosa (L.) est largement répandue dans le bassin méditerranéen (Espagne, France, Algérie, Maroc) en Asie (Chine, Japon, Korea) (Quezel et Santa, 1963).

En Algérie on la trouve dans les rocailles et les terrains argileux (Benayache et *al.*, 1991), sur les sols salés, les prairies humides et les bords de cours d'eau (Quezel et Santa, 1963).

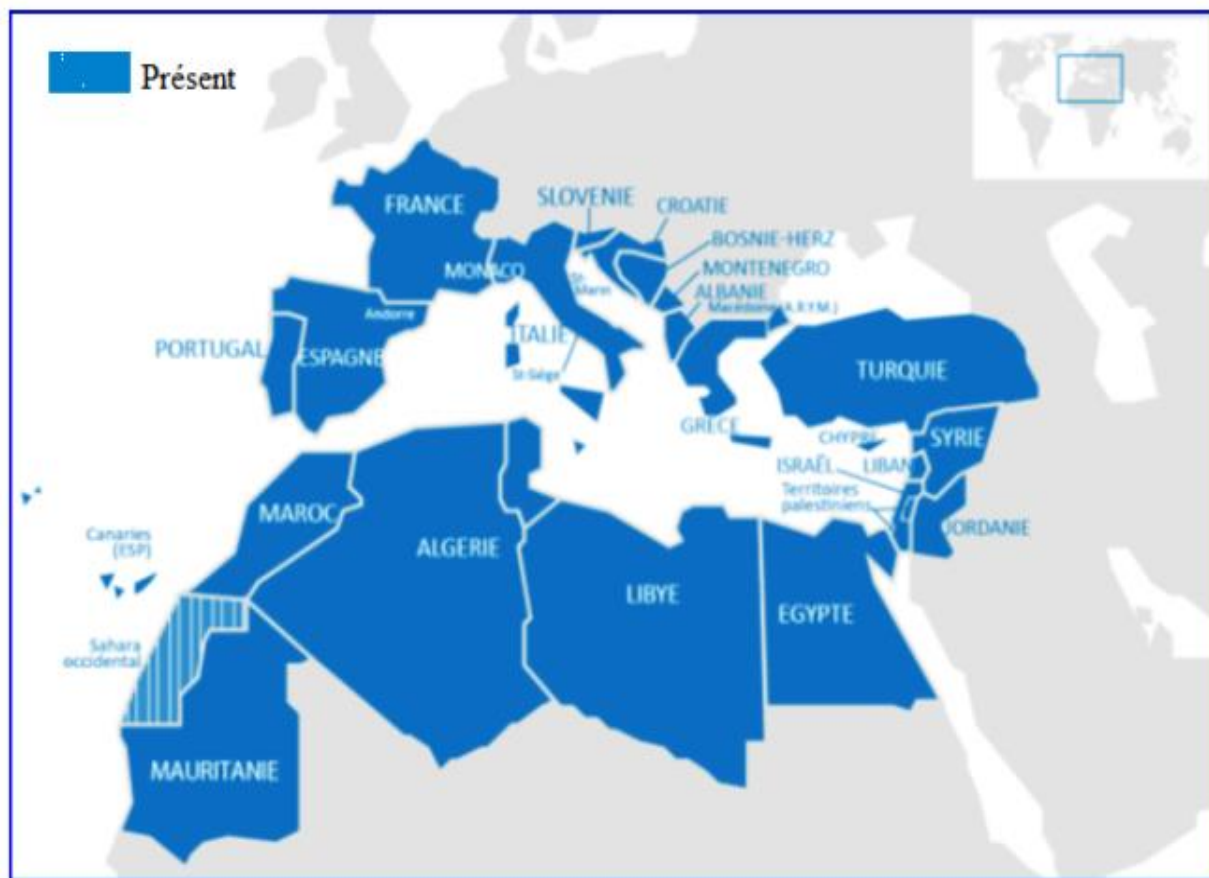


Figure (6) Carte géographique d' *Inula viscosa* (L.)
(Benyahia ,2014)

CHAPITRE II

Les métabolites secondaires et les huiles essentiels

I. Métabolisme primaires et secondaire

I.1. Métabolites primaires

Les métabolites primaires sont caractérisés par leur caractère nécessaire et vital à la survie, de l'organisme et qui sont les glucides (sucres et polysaccharides), source d'énergie, paroi cellulaire (cellulose), les lipides, source d'énergie (membranes cellulaires), les acides aminés, source primaire de construction des protéines, les nucléosides, les acides nucléiques et leur précurseurs biosynthétiques (ex: acides organiques), source du maintien de l'intégrité génomique (Guignard *et al.*, 1996)

I.2. Métabolisme secondaire

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes (Lutge *et al.*, 2002). Elles sont caractérisées généralement par de faible concentration dans les tissus végétaux (généralement quelques pourcents du carbone total, si on exclue la lignine de cette catégorie) (Newman et Cragg, 2012). Ces molécules jouent un rôle dans l'adaptation des plantes à leur environnement et représentent également une source importante de produits pharmaceutiques (Bourgaud *et al.*, 2001). Ils appartiennent à des groupes chimiques variés: alcaloïdes, terpènes et composés phénoliques (Macheix *et al.*, 2005).

II. Les composés phénoliques

Selon Fleuriet *et al.*, (2005), le terme « polyphénols » devrait être réservé aux seules molécules présentant plusieurs fonctions phénols, ce qui exclurait alors les monophénols, pourtant abondants et importants chez les végétaux. Selon cet auteur, la désignation générale de «composés phénoliques» concerne à la fois les mono, les di et les polyphénols, dont les molécules contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques.

Les composés phénoliques (CP), constituent l'une des plus grandes familles de molécules largement répandues dans le règne végétal. Ils sont présents dans toutes les parties de la plante (Beta *et al.*, 2005).

Plus de 8000 structures phénoliques sont actuellement connues (Ferguson *et al.*, 2001 ; Habauzit et Horcajada, 2008).

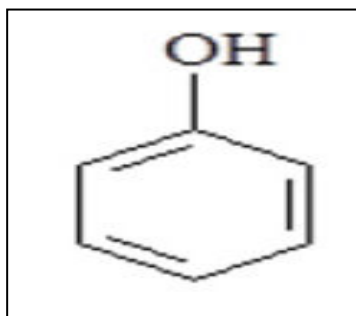


Figure (7) : Structure du Phénol (Herzi, 2013)

II.1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés importants qui présentent des propriétés biologiques intéressantes (Verma and Pratap, 2010),

telles que les activités anticancéreuses (Cárdenas et *al.*, 2006), anti-inflammatoires (Beyer and Melzig, 2003) et antioxydantes (Vaya et *al.*, 2003). Les plupart des flavonoïdes isolés d' ont des pro *Inula viscosa* (*L.*) priétés anti-tumorales, antibactériennes et anti-inflammatoires. Ces activités sont en accord avec la large utilisation de cette plante dans plusieurs systèmes de médecine traditionnelle (Hernández et *al.*, 2007; Zhang et al., 2010; Talib et *al.*, 2012).

Les flavonoïdes appartiennent à la classe la plus abondante des CP. Ils sont considérés comme des pigments chez la plupart des végétaux. Ils possèdent tous un squelette carboné de 15 atomes de carbone, constitué de deux cycles en C6 (A et B), reliés par une chaîne en C3 formant ainsi un hétérocyclooxygéné Selon (Guignard 1996 ; Alais et Linden, 1997).plus de 6500 structures ont été identifiées.

Les composés flavonoidiques sont regroupés en une dizaine de classes, dont six principales classes peuvent être mentionnées. Les flavones et les flavonols sont les composés les plus répandus, alors que les flavanones, les flavonols, les chalcones et les anthocyanidines sont considérés comme des flavonoïdes.

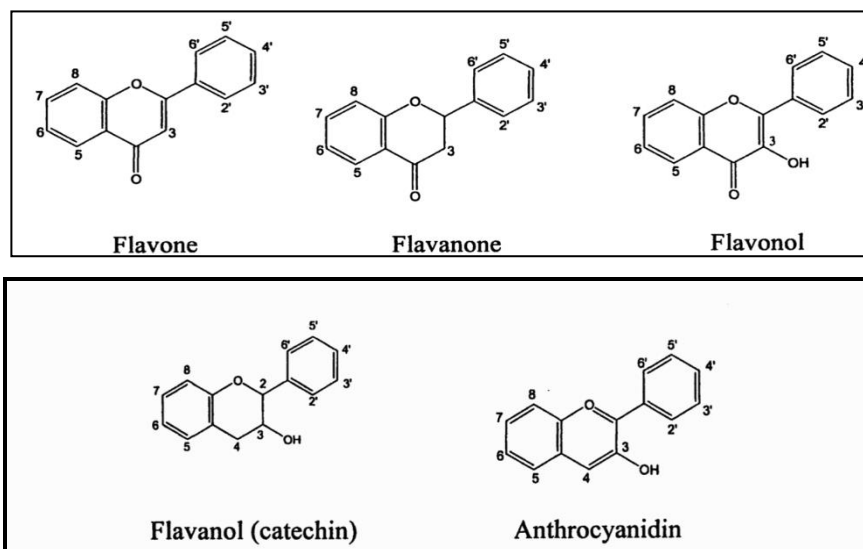


Figure (8) structure des flavonoïdes

II.2. La quercétine

La quercétine (aussi appelée quercétol) est un composé organique de la famille des flavonoïdes, plus précisément du sous-groupe des flavonols. C'est un métabolite secondaire présent dans plusieurs plantes communes, comme le sarrasin, les câpres ou les oignons rouges. La quercétine se présente à l'état pur comme une poudre jaune au goût très amer. Elle est notamment utilisée dans les compléments alimentaires, même si aucune étude scientifique de qualité ne démontre de bienfaits chez l'être humain.

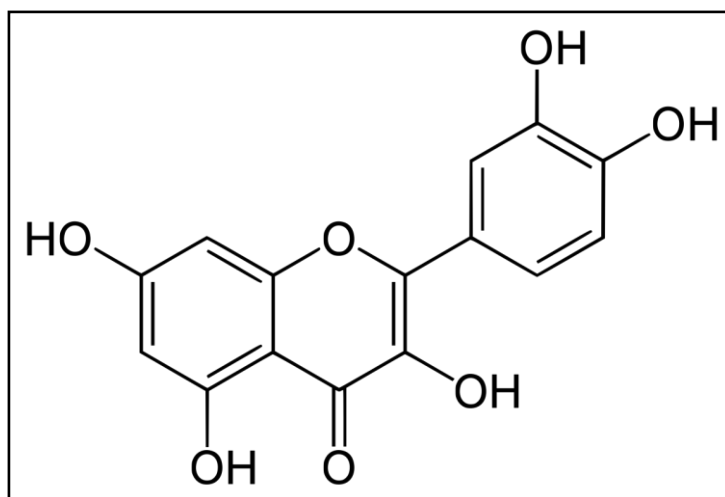


Figure (9) : structure de Quercétine

II.3. Apigénine

L'apigénine (ou apigénol) est un composé chimique de la famille des flavones, une sous-classe des flavonoïdes, qui a des propriétés anti-inflammatoires..

L'apigénine est un potentiel inhibiteur du Cytochrome P450 2C9 (CYP2C9), une enzyme responsable du métabolisme des médicaments dans le corps, l'apigénine potentialise directement les activités neurotrophiques du facteur neurotrophique dérivé du cerveau.

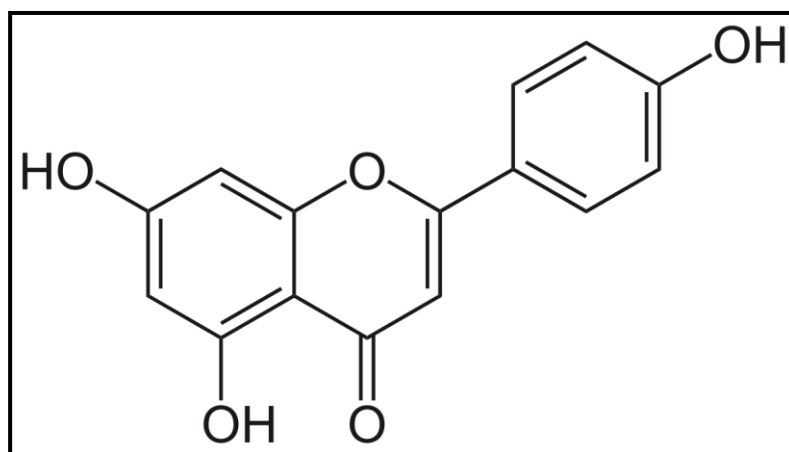


Figure (10) structure des L'apigénine

II.4. La sakuranétine

La sakuranétine est un composé organique de la famille des flavanones, un sous-groupe de flavonoïdes. Elle est présente dans *Polymniafruticosa* 3 et le riz où elle agit comme phytoalexine contre la germination des spores de *Magnaporthe grisea* (pyriculariose)

II.5. Les anthocyanes

Les anthocyanes regroupent les anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés (Guignard, 1996). Ces molécules sont des composants de la famille des flavonoïdes. Ils sont capables d'absorber la lumière visible. Ce sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange (Harborne, 1967; Brouillard, 1986).

Les anthocyanosides sont des pigments solubles dans l'eau, instables à la lumière, la température et l'oxygène. Leur instabilité est due à la structure chimique du cation flavylum qui est à la fois un diacide faible et un bon électrophile. À pH très acide, le cation flavylum est stable et de couleur rouge. Aux alentours d'un pH 4,5, la molécule perd deux protons donnant

Chapitre II Les métabolites secondaires et les huiles essentielles

une molécule neutre ou ionisée, et devenant une forme quinonoïde colorée en bleu et stabilisée par résonance. L'hydratation de cette molécule conduit à la formation d'une « pseudo-base » carbinolique incolore. Si le pH est encore plus élevé, la molécule se transforme en phénate (forme ionisée), la structure anthocyanique étant détruite. Ainsi, les anthocyanosides en milieu neutre ou très peu acide perdent leur coloration.

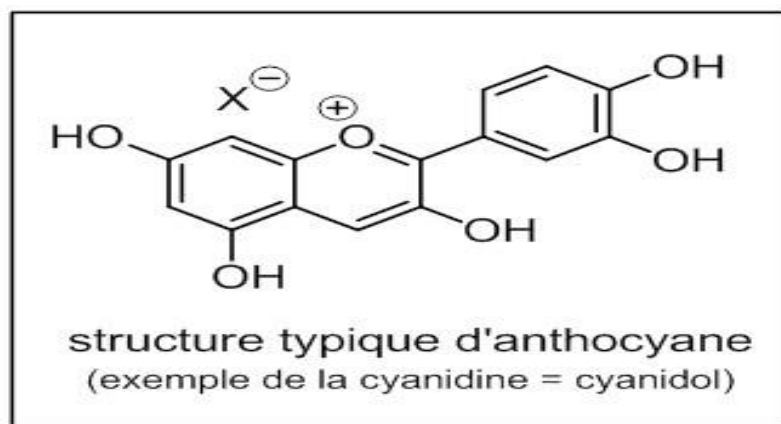


Figure (11) Structure d'anthocyane.

II.6. Les tanins

Les tanins ou acides tanniques, sont des composés organiques complexes présents dans pratiquement toutes les plantes à des concentrations diverses. Ils sont souvent contenus dans l'écorce ou dans les feuilles. Ils ont un goût piquant désagréable les rendant immangeables pour le bétail. Les tanins peuvent resserrer les cellules de la peau. Ils peuvent être utilisés pour tanner le cuir ou encore à des fins thérapeutiques pour traiter la diarrhée ou les irritations cutanées (Bruneton, 1999).

II.7. Les coumarines

Les coumarines dérivent des acides hydroxy-cinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale. Ils ont fréquemment un rôle écologique ou biologique (Tableau II.4)

Tableau N° 4 : Principaux types de coumarines (Macheix et al., 2005).

Structure	R6	R7	R8	Acides phénoliques
	H	OH	H	Umbelliférol
	OH	OH	H	Aesculetol
	OCH3	OH	H	Scopolétol
	OCH3	OH	OH	Fraxétol
	H	OH	OH	Daphnétole

II.8. Terpénoïdes

Les terpénoïdes, appelés aussi terpènes, existent chez toutes les plantes et présentent de loin la plus vaste catégorie de métabolites secondaires, avec plus de 22.000 composés décrits (Raven et *al.*,2000).

Les terpènes sont des molécules organiques constituées par un multiple de 5 carbones nommé isoprène de formule générale $[C_5H_8]_n$ (Kalousttan et Hadji Minaglou ,2013). On peut classer tous les terpénoïdes en fonction du nombre de leurs unités isoprènes (Raven et *al.*,2000). Le groupe des terpénoïdes comprend des monoterpènes (10 atomes de carbone dans la molécule), des sesquiterpènes (15 atomes de carbone), des Diterpènes (20 atomes de carbone) (Raven et *al.*,2000).

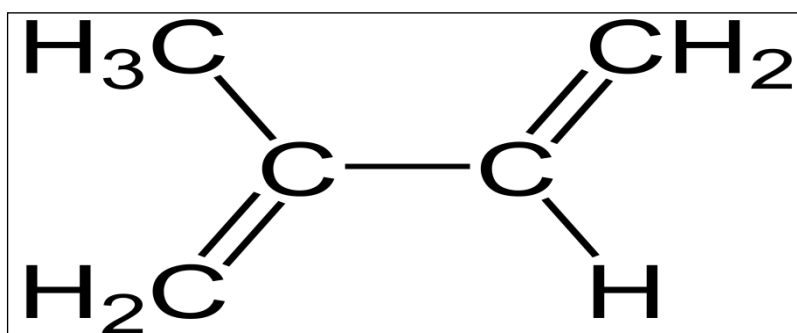


Figure 12: Structure de Isoprene

Les propriétés thérapeutiques des terpènes sont surtout connues pour lutter contre l'inflammation (Grotenhermen,2009). Ils sont aussi antiseptiques (Moulin et *al.*,2006) et bactéricides (Suty,2015).

a) Les monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90% des huiles essentielles sont des monoterpènes). (Fig.5) (Ayad, 2008).

Plus de 900 monoterpènes connus se trouvent principalement dans 3 catégories structurelles : les mono terpènes linéaires (acycliques), les monoterpènes monocycliques, bicycliques et tricyclique (Malecky, 2005 ; Belbache, 2003).

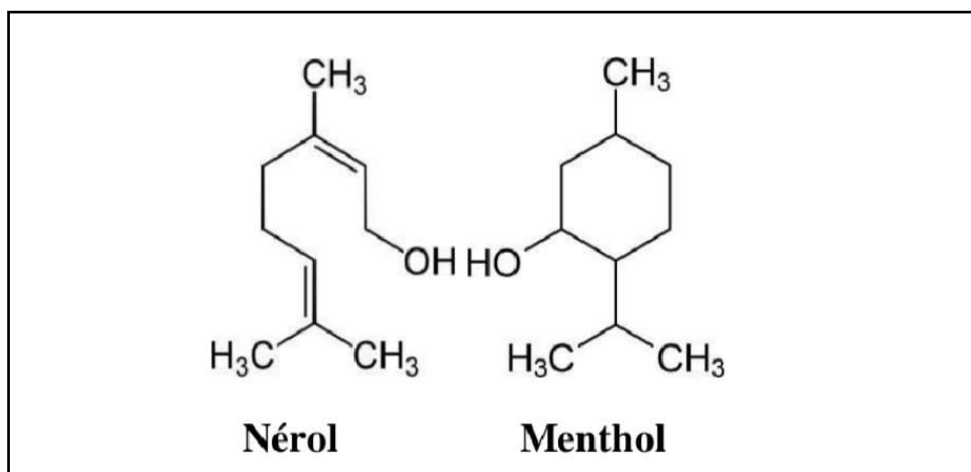


Figure (13) Structure de quelques monoterpènes

b) Les sesquiterpènes

Les sesquiterpènes forment une série de composés qui renferment 15 atomes de carbones, ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures comme le β -Cadinène figure 6 (Belbache, 2003), ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés (Ayad, 2008). Ils peuvent être acycliques, monocyclique, bicycliques, tricyclique ou polycyclique (Belbache, 2003; Malecky, 2005).

Ils sont les plus diversifiées des terpènes puisqu'elle contient plus de 3000 molécules dont les plus caractéristiques sont présentées dans la figure 6 (Belbache, 2003)

c) Les diterpènes

Les diterpènes représentent une large famille d'isoprénoïdes. Ils sont largement répandus et peuvent être trouvés dans les météorites, les huiles, les sédiments, ainsi que dans le milieu vivant terrestre et marin, végétal et animal. Leur structure est assez variable, ils peuvent être cycliques ou non. Ces molécules, qu'on retrouve aussi sous le nom de phytanes. Dans la nature, ils sont souvent sous forme d'alcools ou de leurs dérivés glycosylés, d'éthers, d'aldéhydes, de cétones, d'acides carboxyliques ou d'esters (Emmanuelle, 2011). Les triterpènes (Fig. 7)

Il y a au moins 4000 triterpènes connus. Beaucoup de triterpènes se produisent librement, mais d'autres se produisent sous forme de glycosides (saponines) ou dans des formes

spéciales combinées (Jiri, 2003). Les Triterpènes stimulent la fabrication du collagène, et la synthèse de glycols aminoglycane, possèdent une activité antioxydante, et jouent un rôle dans la protection contre les rayons UV. (Puziah, 2011)

d) Lestétraterpènes

Ce sont des molécules tétra terpéniques, constituées de l'enchaînement de 8 unités isopréniques, possédant un chromophore caractéristique (au moins 10 doubles liaisons conjuguées) expliquant leur couleur jaune-orangée et leur sensibilité à l'oxydation. Les caroténoïdes sont employés en industrie agro-alimentaire principalement pour leur pouvoir colorant (Krief, 2003).

e) Les Hémiterpènes

Dans la nature, il existe peu de composés naturels ayant une formule de C₅ ramifiée ; parmi certains composés naturels trouvés chez les plantes qui peuvent être considérés comme hémiterpènes, seul l'isoprène a toutes les caractéristiques biogénétiques des terpènes (Malecky, 2005).

f) Les polyterpènes

Les polyterpènes hautement polymérisés sont des composants de latex rencontrés dans environ 300 espèces végétales, parmi ces composants on rencontre le caoutchouc (Guignard, 1996).

II.9. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont d'origine naturelle, le plus souvent végétale. Ce sont des substances organiques azotés et basiques, doués, à faible dose, de propriétés pharmacologiques marquées. A l'état naturel, ils sont généralement salifiés par les acides organiques (tartrates, malates, ...) ou combinés à des tanins .

On peut les subdiviser en trois classes : Alcaloïdes vrais, protoalcaloïdes et pseudo alcaloïdes.

Alcaloïdes vrais ils se caractérisent par une importante cytotoxicité, expose une vaste activité physiologique, la plupart sont des bases stables, elle comporte un ou plusieurs atomes d'azotes dans le cycle.

Protoalcaloïdes Ce sont des amines simples comme les acides aminés et d'autres alcaloïdes comme Mescaline, Ephédrine.

Pseudo alcaloïdes regroupe les composés azotés, non dérivés des acides aminés; l'incorporation de l'azote dans la structure se fait en phase finale; comme la caféine

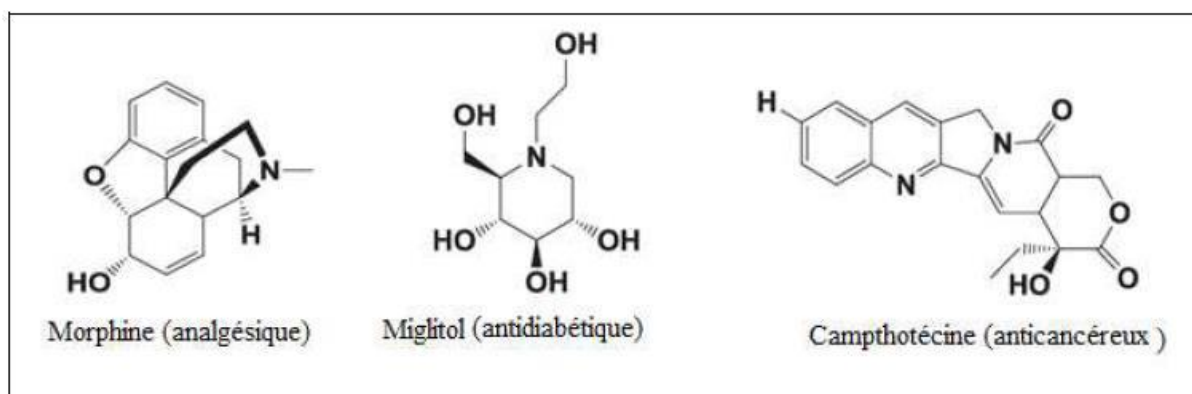


Figure (14) Structures de quelques alcaloïdes

II.9.1. Rôle des alcaloïdes

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 (Silvestrini et *al.*, 2002).

- ✓ Antitumoraux : vincalécoblastine, vincristine, taxol, camptothécine
- ✓ Antalgiques : morphine, codéine.
- ✓ Spasmolytiques : tubocurarine et papaverine.
- ✓ Vasodilatateurs : vincamine et ajmalicine.
- ✓ Emétiques : émétine.
- ✓ Antitussifs : codéine.
- ✓ Antiarythmiques : quinidine et ajmaline.
- ✓ Antipaludiques : quinine.
- ✓ Ils sont également des agents de traitement de la maladie d'Alzheimer : galanthamine.

III .Métabolites secondaires bioactifs isolés de genre Inula

Chez *Inula*, près de 120 composés chimiques ont été identifiés, parmi lesquels des sesquiterpènes, des diterpènes, des flavonoïdes et un glycolipide (Seca et *al.*, 2015). Connus pour avoir des activités biologiques importantes, les sesquiterpènes cycliques se sont avérés être les

constituants prédominants (Zhao et *al.*, 2006). Parmi eux, des sesquiterpénoïdes de type eudesmane ont été mis en évidence pour leurs activités biologiques et leur occurrence naturelle dans les espèces d' *Inula viscosa* (L.)' (Wu et *al.*, 2006).

III.1. Leurs caractères physico-chimiques de la plante *Inula viscosa* (L.)

La composition chimique de ce genre est représentée par :

❖ **Les Flavonoïdes** : comme la Quercétine, Apigénine, Sakuranétine ,Hispiduline (ZHANG et *al.*, 2009)

❖ **Les Terpenoïdes** : Sesquiterpènes, Lactones (Mamoci et *al.* ,2011 ; Khan et *al.*, 2010)

❖ **Les dérivés d'Acide anthranilique**(Qin et *al.*, 2011)

❖ **Les HEs .**

Les anthraquinones :

Les anthraquinones sont des composés phénoliques hétérosidiques dérivant de l'anthracène à degré d'oxydation variable (anthrone, anthranol et anthraquinone) doués de propriétés laxatives à faible dose et purgatives à dose élevée (Sahraoui, 2015)

III.2. Huiles essentielles

Le terme « huile essentielle» a été inventé au 16^{ème} siècle par le médecin Suisse:Parascelsus Von Hohenhein pour désigner le composé actif d'un remède naturel(Benyahia, 2014).Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques. Elle concentre l'essence de la plante, autrement dit son parfum. Il s'agit de substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs. Il faut ainsi une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles (Nogaret-Ehrhart, 2003). On ne peut définir une essence sans définir sa méthode d'extraction.

Selon la pharmacopée européenne : « L'huile essentielle est un Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition» Selon Hurabielle, 1981, ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certaines citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction.

III.3. L'histoire et origines des huiles essentielles

Les premières traces de la fabrication et de l'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. (Baser et Buchbauer, 2010). Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine, depuis ses premières genèses.

Reconnues pour leurs puissantes propriétés thérapeutiques et utilisées depuis plusieurs millénaires en Chine (cannelle, anis, gingembre), en Inde, au Moyen Orient (khella, pin, fenouil), en Egypte, en Grèce, en Amérique (Azèques, Mayas, Incas : bois de Hô, sassafras) et en Afrique (Encens, Myrrhe et Ravensare), les huiles essentielles tombent dans l'oubli au Moyen-Age. A ce moment-là, l'Europe connaît un retour à la barbarie, avec un déclin général du savoir. Il faudra attendre l'arrivée des musulmans, pour assister à un nouvel essor de la médecine par les plantes qui retrouve alors une place de choix dans l'arsenal thérapeutique de l'époque.

Au début du XXème siècle, des chercheurs (Chamberland, Cadéac, Martindale) démontrent, par leurs expérimentations, le pouvoir antiseptique des huiles essentielles. Cependant, les véritables "pères" de l'aromathérapie sont Gattefossé puis Valnet. Ils ont mené de nombreux travaux concernant les huiles essentielles, notamment leurs propriétés ; ces résultats seront à l'origine de nombreuses autres recherches (Besombes, 2008).

Aujourd'hui, plusieurs chercheurs, médecins et pharmaciens (P. Franchomme, Valnet, Duraffourd, Lapraz, d'Hervincourt, Belaiche, D. Baudoux) ont définitivement établi la réputation, l'efficacité et l'extraordinaire richesse des huiles essentielles (Zhiri et Baudoux, 2005).

À l'heure actuelle, plus de 3000 huiles essentielles sont connues. Près de trois cents d'entre elles sont commercialisées dans les industries pharmaceutique, agronomique, alimentaire, sanitaire, et cosmétiques (Bakkali et *al.*, 2008).

III.4. La composition chimique des huiles essentielles

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles a révélé qu'il s'agit de mélanges complexes et variables de constituants. Ces derniers, de façon quasi exclusive, appartiennent à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des

terpénoïdes, d'une part, et le groupe, beaucoup moins fréquents, des composés aromatiques dérivés du phénylpropane, d'autre part. Les huiles essentielles peuvent également renfermer divers produits issus de processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (Bruneton, 2009).

En général, une HE est un mélange d'hydrocarbures terpéniques et de leurs dérivés oxygénés. Parmi ces composés oxygénés, on peut noter la présence d'alcools (Linalol, Géraniol...), d'esters (Salicylate de méthyle, acétate de géranyl...), d'aldéhydes (Citronellal, Néral...), de cétones (Jasmon, Damascénone...), de Phénols (Thymol, Carvacrol...) et d'étheroxydes (Linalolyl-oxyde...). D'autres constituants, tels que les composés azotés, soufrés et halogénés peuvent avoir un rôle important au niveau de l'odeur ou la saveur.

III.5. Domaines d'utilisation

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie, cosmétique, alimentaire et médicinale (Grysole, 2004).

a) Domaine agroalimentaire

En ce qui concerne l'industrie alimentaire, les huiles essentielles sont utilisées pour rehausser le goût des aliments, pour parfumer et colorer. Le nombre de produits augmente et le consommateur recherche d'avantage les produits avec des ingrédients naturels, telle que l'huile essentielle d'orange qui est la plus utilisée dans le monde (Confédération Suisse, 2009).

b) Domaine cosmétique

L'utilisation des huiles essentielles comme base dans la fabrication des parfums et des savons constitue une pratique courante depuis des siècles dans la plupart des civilisations. Leur consommation dans ce secteur se caractérise par le besoin d'une très grande variété de produits, de quantités relativement faibles et de prix souvent élevés.

La parfumerie technique a également recours aux huiles essentielles pour l'image de propreté à laquelle elles sont associées, mais aussi parfois pour leurs propriétés antiseptiques, comme par exemple, la Citronnelle dégage un parfum qui indique au visiteur que l'endroit a été fraîchement lavé (Elhaib, 2011).

c) Domaine pharmaceutique

Les HE à utilisations médicinales peuvent être vendues en petits flacons ou sous forme de vaporisateurs, de pastilles, de bonbons. Ces huiles peuvent également être utilisées comme inhalant pour soulager les difficultés respiratoires, comme dentifrice (dans l'eau), ainsi que pour rafraîchir ou soulager la gorge (Turgeon, 2001). L'homéopathie et l'aromathérapie sont des exemples courants d'usage des huiles essentielles en médecine douce, et leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années (Elhaib, 2011).

III.6. Les activités biologiques des huiles essentielles

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est connue de façon empirique, depuis l'Antiquité. Des études expérimentales ont été entreprises, en France, dès 1885. En 1888, Cadeac et Meunier publient leurs recherches dans les Annales de l'Institut Pasteur. De nombreuses études *in vitro* ont été réalisées par des médecins et des pharmaciens avec des résultats concluants. Dans son livre "Antiseptiques essentiels", publié en 1938, René-Maurice Gattefossé, le père de l'aromathérapie, décrit, déjà, la considérable avancée de la recherche dans ce domaine.

Depuis, de nombreux travaux, essentiellement de recherche, sont venus renforcer ces résultats, expliquer l'efficacité des HE sur les germes résistants aux antibiotiques, les modes d'actions de certains de leurs composants ainsi que leurs spectres d'action, assez large (bactéries, levures, moisissures et virus) (Zhiri, 2006).

Les huiles essentielles et leurs composants chimiques possèdent un large spectre d'activités biologiques incluant les activités antimicrobiennes (Hanana et al., 2014 ; Hamrouni et al., 2014 ; Parveen et al., 2014), antioxydante (Arab et al., 2014), anticancéreuse (Millet, 2014), anti-inflammatoire (Kim et al., 2014), insecticide (Vera et al., 2014), analgésique (Hajjaj et al., 2014), sédatif, antispasmodique, anesthésiant local (Bakkali et al., 2008), asthmatique (Shirole et al., 2014) et cytotoxique (Gazim et al., 2014).

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et, en particulier, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et les possibles effets synergiques entre ses composants. Sa valeur tient à son « totum » ; c'est-à-dire, dépend de l'intégralité de ses constituants et passeulement à ses composés majoritaires (Lahlou, 2004).

Cette activité est liée à sa composition chimique, la nature des structures chimiques qui la constituent et à leurs proportions, l'élément déterminant (Zhiri, 2006).

Chapitre II Les métabolites secondaires et les huiles essentielles

Les activités de quelques substances rencontrées dans les huiles essentielles sont écapitulées dans le tableau ci-après :

Tableau N° 5: La bioactivité de quelques composés des huiles essentielles chez certaines espèces végétales

Composés	Bioactivité	Plantes
Phénols : Thymol, Carvacrol, Eugénol	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utiles dans les infections bactériennes, fongiques, virales et parasitaires (actions puissantes) ; ✓ Stimulants du système immunitaire. 	Thym Origan Clou de girofle Sariette
Esters : Salicylate de méthyl, Acétate de géranyle, Acétate de bornyl	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agissent sur le système nerveux central ; ✓ Propriété anti-inflammatoire et de régénération des cellules ; ✓ Action équilibrante et apaisante. 	Lavande Sauge Petit grain de Camomille
Alcools (C₁₀) : Géraniol, Linalool, Thujanol, Myrcénol, Terpinéol, Menthol, Pipéritol	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Propriétés antiseptique, antivirale, analgésique et immunostimulante ; ✓ Utiles dans de nombreuses infections bactériennes ; ✓ Insecticide, larvicide, pesticide. 	Menthe Lavande Arbre de thé
Aldéhydes : Néral, Géranial (Citral), Citronnellal, Cuminal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Peu bactéricide (une action antibactérienne sur les organismes Gram + et Gram -) ; ✓ Anti-inflammatoire calmant le système nerveux. 	Orange Mélisse Citronnelle Cannelle Clou de girofle
Cétones : Jasmone, Damascénone, Carvone	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Action relaxante et sédatif et propriétés cicatrisantes. 	Eucalyptus Sauge Niaouli
Lactones sesquiterpéniques	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Activité antifongique 	Girofle Genièvre
Acides	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Action puissante, anti-inflammatoires et sédatifs. 	Ylang-ylang Géranium Nérol
Monoterpénols et les monoterpénals	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Activité antivirale 	Pin Romarin Citron
Références	Buronzo (2008) ; Zhiri (2006) ; Teixeira Silva (2004) ; Svoboda et Hampson, (1999)	

III.7. Les caractères physico-chimiques des Huiles essentielles

Les huiles essentielles forment un groupe très homogène (Bruneton, 2009 ; Bernard, 1988).

Les principales caractéristiques sont :

- ✓ Liquides, à température ambiante ;
- ✓ N'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes ;
- ✓ Volatiles et très rarement colorées ;
- ✓ De densité faible, pour les huiles essentielles à forte teneur en monoterpènes;
- ✓ L'indice de réfraction varie essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé, alors qu'une teneur élevée en dérivés oxygénés produira l'effet inverse ;
- ✓ Solubles dans les alcools, à titre alcoométrique élevé, et dans la plupart des solvants organiques mais peu solubles dans l'eau ;
- ✓ Dotées d'un pouvoir rotatoire car elles sont formées principalement de composés asymétriques ;

Très altérables, sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu à la formation de produits résineux. C'est pour cela qu'il convient de les conserver à l'abri de la lumière et de l'air

III.8. Toxicités des huiles essentielles

La toxicité chronique des HE est assez mal connue ; on connaît par contre beaucoup mieux le risque de toxicité aiguë lié à une ingestion massive. Les HE doivent être prises à bon escient et à doses adaptées afin d'éviter de dommageables effets secondaires notamment chez les bébés et les enfants, les personnes âgées et les femmes enceintes ou allaitantes.

La toxicité provient de la présence de certaines molécules aromatiques pour lesquelles des risques ont été identifiés suite à des tests :

Les cétones présentent une neurotoxicité et un risque abortif, induisent des crises épileptiformes et tétaniformes, des troubles psychiques et sensoriels nécessitant l'hospitalisation .

- ✓ La causticité des phénols est particulièrement tournée vers la peau et le foie. Ces huiles essentielles à phénols ne s'utiliseront que par voie orale.
- ✓ Les furocoumarines et pyrocoumarines peuvent provoquer, sous l'effet prolongé du soleil, des réactions érythémateuses susceptibles de favoriser la carcinogénèse et l'accélération de la mélanogénèse.
- ✓ L'absorption orale d'HE riches en monoterpènes sur de longues périodes peut enflammer et détériorer à terme les néphrons .Ainsi, il faut bien choisir l'HE, la dose, la durée et la voie d'administration.

IV. L'activité biologique

Les produits naturels notamment d'origine végétale ont toujours été une source d'agents thérapeutiques dont le stress oxydatif est le facteur principal et il peut créer divers maladies chroniques humaines comme le cancer, les maladies cardiovasculaires, neurodégénérative, inflammation et le diabète...etc. Par contre actuellement environs 25-30 % des médicaments disponibles dépendent essentiellement des plantes médicinales ; ces derniers déterminent un traitement des différentes sources de l'arsenal thérapeutique de l'humanité dont les polyphénols sont des molécules d'intérêt en raison de leurs nombreuses propriétés qui sont responsables des bienfaits pour la santé et pourraient prévenir de nombreuses affections et dans divers troubles.

IV.1. L'anti inflammatoire

L'inflammation ou réaction inflammatoire est la réponse des tissus vivants, vascularisés, à une agression et c'est un processus qui permet d'éliminer le pathogène et de réparer les dommages tissulaires causés par ces agents causals. Cependant ; durant les différentes parties de l'inflammation peut y avoir des effets négatifs en raison de l'agressivité du pathogène, de sa persistance, du site inflammatoire, par dérégulation du processus inflammatoire ou par altération quantitative ou qualitative des cellules ce qui signifie l'effet des médiateurs cellulaires durant ces dernières ainsi peut être décrit sous forme d'une part de systèmes d'activation plasmitique (Derbal nedjla et Fedali hanane, 2015)

Les plants anti inflammatoires regroupent des espèces de diverses famille dont les principes actifs présumés responsables de l'activité anti inflammatoire sont nature chimique variée

Des études ont montré que des extraits de plantes médicinales sont riches en composés phénoliques qui semblent présenter un intérêt réel potentiel dans le traitement de l'inflammation aigue et chronique la protection contre les effets du stress oxydatif , pareillement aux extraits de la plante médicinale *Inula viscosa (L.)* ils constituent une source anti- inflammatoire ce qui témoigne et justifie leur utilisation dans le traitement des diverses maladies .

IV.2. L'activité antibactérienne

D'après (DAGLIA et *al.*, 2012), les CP possèdent des activités antibactériennes. Les composés appartenant aux acides phénoliques les plus représentatifs de ces activités sont les acides cinnamiques et caféïques, lesquels sont particulièrement efficaces contre de nombreuses souches de bactéries. Ainsi les flavonoïdes avec leurs différentes classes, ont un grand potentiel antibactérien (Rezaire et *al.*, 2012). En effet, ils s'attaquent à un très grand nombre de bactéries, avec une intensité qui diffère selon le micro-organisme et l'écosystème dans lequel il se trouve. Ils sont capables d'inhiber la croissance de différents types de bactéries notamment : *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus Mirabilis* ... etc. (Akroum et *al.*, 2011).

D'après Chaouche (2014), les tanins ont joué un rôle important au cours de l'évolution des végétaux en leur conférant un avantage adaptatif vis-à-vis des agents pathogènes. Ils exercent leur activité antibactérienne par interaction avec la membrane cellulaire, qui induit un changement morphologique de la bactérie, en inhibant l'activité des protéases, des protéines de transport et des adhésines.

IV.3.L'activité antifongique

L'activité antifongique des HEs des feuilles et des fleurs de la plante entière, et de la plante entière sans fleurs d' *Inula viscosa* (*L.*), est révélée puissante contre les dermatophytes, Trichophyton mentagrophytes et Trichophyton terrestre et ceci, en inhibant la synthèse de la chitine qui constitue la paroi des dermatophytes (Ramli, 2013).

Cox et *al* (2000), ont rapporté que l'activité antifongique des HEs est due à une augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique, ce qui entraîne une fuite du contenu cytoplasmique et donc la mort de la cellule. Les composés terpéniques des HEs et plus précisément leurs groupements fonctionnels tels que les phénols et les aldéhydes réagissent avec les enzymes membranaires et dégradent la membrane plasmique de la levure (Glordani et Kalousian, 2006).

Parmi les CP ayant une activité antifongique on cite les tanins. Ces derniers possèdent une activité toxique contre les champignons filamenteux et les levures (Dixon et *al.*, 2005 ; Engels et *al.*, 2011).

Le mécanisme d'action des polyphénols sur ses agents pathogènes n'est pas bien connu. En effet, les études exploitées par ont mené à conclure que l'effet antimicrobien des produits polyphénoliques est dû à une perturbation de la membrane plasmique des microorganismes entraînant la perméabilité de celle-ci et la perte de ses organites intracellulaires .

IV.4. Les antioxydants

Le terme antioxydant (on dit parfois antioxygène) était à l'origine utilisé pour désigner les substances chimiques qui empêchent les réactions avec l'oxygène. À la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle les propriétés des antioxydants ont été largement étudiées pour leur utilisation dans les procédés industriels afin de réduire la corrosion des métaux, la vulcanisation du caoutchouc et la polymérisation des carburants dans les moteurs à explosion.

En biologie, les premières recherches sur les antioxydants concernèrent la réduction de l'oxydation des acides gras insaturés, cause du rancissement. L'activité antioxydante était facilement mesurée en enfermant des corps gras dans des récipients hermétiques avec de l'oxygène, puis en vérifiant le taux d'absorption de ce dernier. Cependant, ce n'est qu'avec des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits 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.

Les antioxydants sont des substances qui sont capables d'empêcher d'autres substances sensibles à l'action de l'oxygène de former des structures peroxydées, c'est-à-dire de comporter anormalement un ou plusieurs atomes d'oxygène provenant de l'intervention des radicaux libres.

Dans ce cas, les substances qui ont cette propriété sont dites antiradicalaires.

Les antioxydants naturels

Les plantes constituent des sources très importantes d'antioxydants. Parmi ces antioxydants on peut citer : les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les huiles essentielles, les phénols et les xanthones.

CHAPITRE III

Les différentes méthodes
d'extraction et conclusion

I. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

I.1. Définition de l'extraction

C'est une technique qui consiste à séparer sélectivement un ou plusieurs composés d'un mélange sur la base de propriétés chimiques et physiques.

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général, le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ...) et de la nature des composés (Marie, 2005 in Chaou, 2017).

II.2. Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait-là plus anciennement utilisée. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques (loi de Dalton et loi de Raoult) (Pavida et al, 1976). Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Au laboratoire, le système équipé d'une cloche généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger (Marie, 2005 in Chaou, 2017).

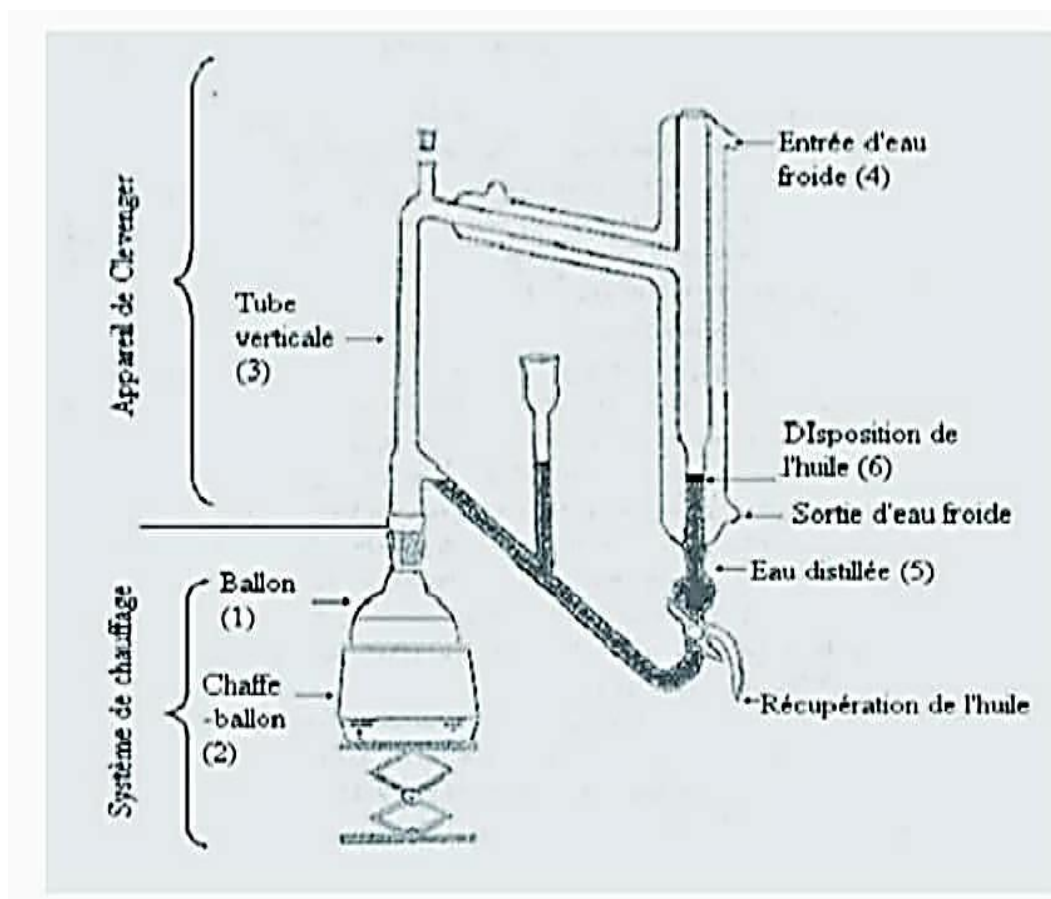


Figure 15 : Dispositif d'hydrodistillation, le Clevenger (Lamamra,2007)

II.3. Entraînement à la vapeur d'eau:

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter.

La vapeur d'eau fournie par une chaudière, traverse la matière végétale située audessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel végétal, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange "eau + huile essentielle". Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et la séparation se fait par décantation. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant altérer la qualité de l'huile (Lucchesi, 2005 in Chaou, 2017).

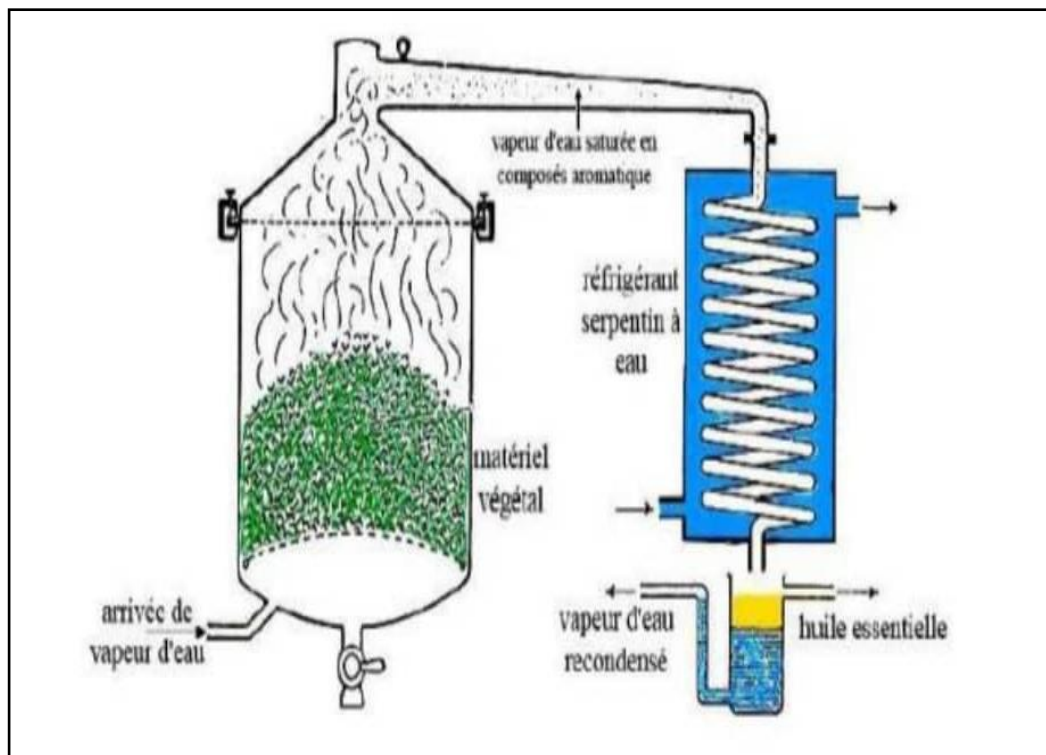


Figure 16: Dispositif de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau (El Haib , 2001)

II.4. Hydrodiffusion

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur. Cette technique relativement récente et particulière, exploite l'action osmotique de la vapeur d'eau. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal avec l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (Bassereau et al., 2007 in Ameer et al., 2016).

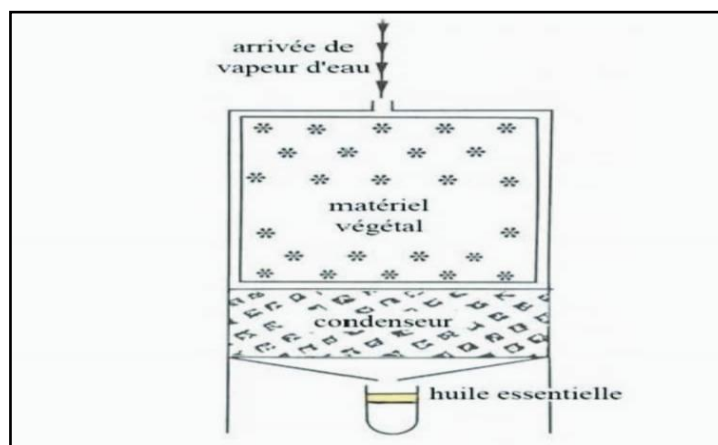


Figure (17) Schéma type d'une installation d'hydrodiffusion

L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'HDiff permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur. Cependant, l'HE obtenue avec ce procédé contient des composés non volatils ce qui lui vaut une appellation spéciale : « essence de percolation ».

II.5. Extraction par les solvants

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer, dans un extracteur, un solvant volatil à base point d'ébullition, et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. L'extraction est réalisée avec un appareil de Soxhlet. Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau, si bien que les extraits ne contiennent pas uniquement des composés volatils, mais également bon nombre de composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et bien d'autres substances (Boukhatemetal., 2019)

Extraction par solvants volatils:

La technique d'extraction classique par solvant, consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. Les solvants les plus utilisés sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone. 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 (Kim *et al.*, 2003 in Ameur *et al.*, 2016). Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau si bien que les extraits obtenus contiennent des composés volatils et plusieurs composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et d'autres substances (Hubert *et al.*, 1992 in Ameur *et al.*, 2016)

Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, cyclohexane, l'éthanol, moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. Le solvant choisi, en plus d'être autorisé, devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène.

Cette technique permet de tripler la quantité d'huile essentielle récupérée, évite l'action hydrolysante de la vapeur d'eau. Face à cette situation, deux nouvelles techniques ont été mises au point, ces dernières années, pour la distillation des substances d'arômes à partir des plantes : L'extraction assistée par micro-ondes et l'extraction par le CO₂ supercritique (Boukhatemetal., 2019).

II.6. Extraction par du CO₂ supercritique

L'extraction par CO₂ supercritique est fondée sur la solubilité des constituants dans le dioxyde de carbone à l'état supercritique. Grâce à cette propriété, le dioxyde de carbone permet l'extraction dans le domaine liquide et la séparation dans le domaine gazeux.

Le dioxyde de carbone est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie. Il est ensuite injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal, puis le liquide se convertit à l'état gazeux pour être conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et en solvant. L'avantage de cette méthode est la possibilité d'éliminer et de recycler le solvant par simple compression. De plus les températures d'extraction sont basses et permettent de préserver les constituants les plus fragiles.

Cette technique est utilisable pour les essences difficilement distillables (Martini et Seiller, 1999 in Ameur et *al.*, 2016).

II.7. Extraction assistée par micro-ondes

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelée "Vacuum Microwave Hydrodistillation" a été développé au cours des dernières décennies à des fins analytiques. Le procédé consiste à irradier par micro-ondes de la matière végétale broyée en présence d'un solvant absorbant fortement les micro-ondes (le méthanol) pour l'extraction de composés polaires ou bien en présence d'un solvant n'absorbant pas les micro-ondes (hexane) pour l'extraction de composés apolaires. L'ensemble est chauffé sans jamais atteindre l'ébullition durant de courtes périodes entrecoupées par des étapes de refroidissement.

L'avantage principal de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et d'obtenir un bon rendement d'extrait (Wang et *al.*, 2004 in Ameur et *al.*, 2016).

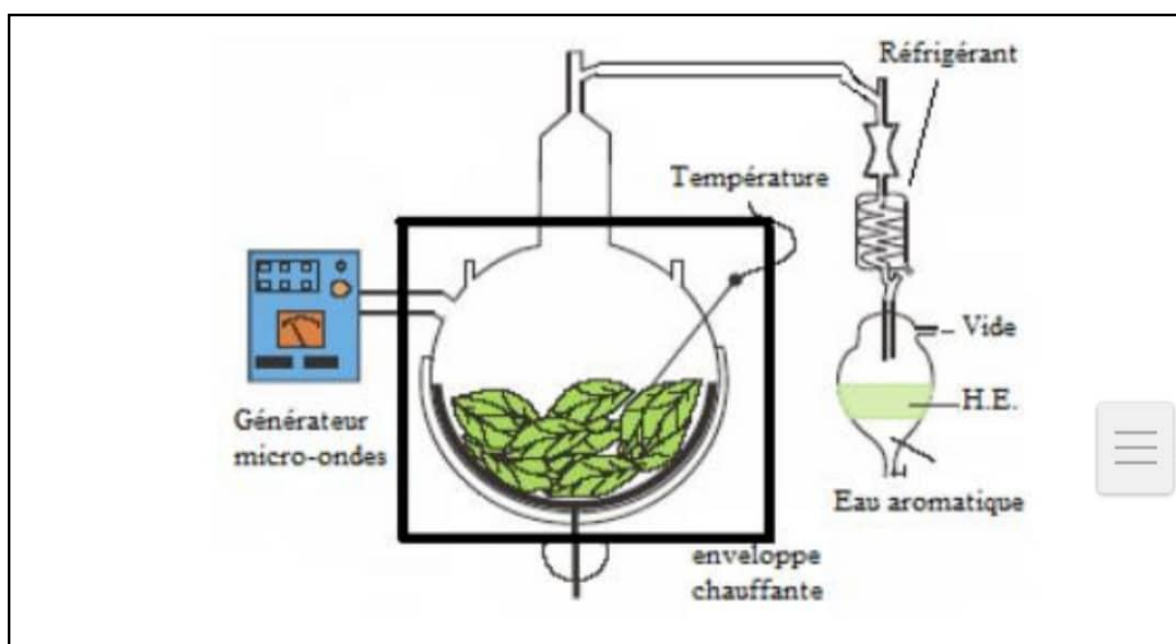


Figure 18 : Extraction assistée par micro-ondes

II.8. Expression à froid

Ce mode d'obtention ne s'applique qu'aux fruits d'agrumes (*Citrus* sp.) par des procédés mécaniques à température ambiante. L'expression à froid consiste à soumettre la substance végétale à une forte pression à l'aide d'une presse hydraulique (Desmares et *al*, 2008).

Conclusion

Conclusion

À travers de Cette étude nous a permis de découvrir que l'on ait recours depuis longtemps à la médecine traditionnelle, il existe peu de preuves systématiques de son innocuité et de son efficacité. L'évolution de la médecine traditionnelle a été influencée par le contexte culturel et historique . Des millions de personnes dans le monde recourent en premier lieu à la médecine traditionnelle pour traiter de nombreuses maladies.

Selon l'OMS : « La médecine traditionnelle est la somme des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques et mentales ».

Les plantes médicinales ont été utilisées dans la médecine traditionnelle pendant plusieurs années. Ils sont toujours des sources essentielle de médicaments.et ce sont la source de la majorité des antioxydants naturels.

Elles restent encore sous exploitées dans le domaine médicale.et l'industrie pharmaceutique, sachant que les antioxydants sembleraient de manière significative à la prévention des maladies, le développement de nouveaux médicaments à base d'antioxydants d'origine naturelle doit être à l'ordre de jour. Cette efficacité est due ades métabolites secondaires ou ses principes actifs comme: les composes phénoliques, les alcaloïdes, et les huiles essentielles... Notre pays est riche de ce type des plantes qui sont utilisées souvent en médecine traditionnelle

La plante d *InsulaViscosa* .L la famille des Astéracées, est la plus distribuée dans le règne cette espèce est adaptée aux biotopes du circum méditerranéen.renferment plusieurs composés comme les tanins ,saponosides ,coumarines et flavonoïdes (Beldjilali et Madouni,2016)

La teneur et la composition chimique des huiles essentielles varient en fonction d'un grand nombre de facteurs d'ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat, etc) ou technologiques (mode de culture ou d'extractionhuile essentielle de la plante) (Regnault et *al.*, 2005).

En conclusion, Cette étude concerne aussi l'extractionhuile essentielle de l'espèce*inulaviscosa* L et méthodes d'extraction.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- agroalimentaire, 1^{ère} édition., TEC et DOC, Paris :1.
- Akroum et *al.*,(2011). Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels. Thèse de doctorat. Université Mentouri de Constantine. Algérie.
- Audrey Fontenoy : Dermatoses professionnelles aux végétaux : à partir de deux cas cliniques et revue de la littérature. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Médecine Agricole, 2011, INMA.
- Baba Aissa .F.2000.Encyclopédie des plantes utiles .Flore d'Algérie.
- Baba Aissa F. (1999) Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb; substances végétales d'Afrique, Edition moderne Rouiba, Algérie, 368p.
- Bachelot C., Blaise A., Corbel T. & Le Gernic A. (2006). Les huiles essentielles. Mémoire de licence en biologie.Université catholique de l'Ouest Bretagne Nord. France .
- Bakkara F.A Benhammou N et panoskaTk (2008) .biologicalactivitis of the essential oil and et hanolicextract of inula viscosa form the Tlemcen region of Algeriaadvances in food sciences ;30 ;3(132-139)
- Bartëlsa . (1997) Guide des plantes du bassin méditerranéen .Ed Eugenulmer, paris , 172p.
- Benayache S., Benayache F., Dendoughi H. & JayM. (1991). Les flavonoïdes d'*Inulaviscosa* L. Plantes médicinales et phytothérapie, 4:170-176
- Benhammou N et AtikBekkara F. (2005) -Contribution à l'étude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle d'*Inulaviscosa*, Laboratoire de produits naturels, Département de Biologie, université Abou BekrBelkaid BP 19, Imama Tlemcen.
- Benyahia A, (2014). Contribution à BenayacheS ,BenayacheF , Dendougui H et Jay M (1991).Les flavonoides d'*inulaviscosa* .L . Plantes médicinales et phytothérapie. Tome xxv n°04 .pp 170 – 176 .l'étude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales *Inulaviscosa*et*Inulamontana*. Mémoire de Master en Chimie. Université de Tlemcen., p (53).
- BENYAHIA A. (2014). Contribution à l'étude phytochimique et activité
- Beta T., NAM S., Dexter J.E. & Spirstein H.D. (2005).Phenolics content and antioxidant activity of pearled wheat and Roller-Milled fractions.Cerealchem, 82:390 -393.
- Beyer, G., Melzig, M.F., 2003. Effects of selected flavonoids and caffeic acid derivatives on hypoxanthine-xanthine oxidase-induced toxicity in cultivated human cells. *Planta Med.* 69, 1125–1129.

biologiques de deux plantes médicinales *Inulaviscosa* et *Inulamontana*.

Bonnafous PH.D.C. (2013). Traité scientifique. Aromathérapie .Aromatologie et Aromachologie, édition.,Dangles, France :12.

Boukhatem M.N., M.S. Hamaidi, F. Saidi, Y. Hakim, Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'HE du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Nature Technologie* 3, 37-45, 2010.

BOURGAUD F., GRAVOT A., MILESI S., et GONTIER E.; 2001; Production of plant secondary metabolites: a historical perspective; *Plant Science* 161, p: 839-851.

Bourgaud F., Gravot A., Milesi S., Gontier E. 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Review Plant Science* 161 : 839–851.

Bruneton J (1999) . Pharmacognosie . ‘‘ Phytochimie plantes médicinales ‘‘ 3ème édition .Tec et doc Paris . 484 – 54

Bruneton J. 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Deuxième édition, Lavoisier, Paris. p915.

Bssaibis F., Gmira N., Meziane., (2009)- Activité antibactérienne de *Ditrichia viscosa* (L.) W Greuter. *Rev. Microbial. Ind. San et Environn.* Vol3, N° 1, pp.44-45

Burt S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 94:223- 253.

Chaou S, 2017. Caractérisation phytochimique de la partie aérienne de la plante médicinale *Inulaviscosa* L. (Asteraceae) de la région de Djinet (Boumerdés). Mémoire de Master en Biochimie Appliquée. Université de Boumerdés., p (3-6).

character for Asteroideae (Asteraceae) taxonomy . *Bot. Fennici* 44 : 1-7

chemopreventive and therapeutic agents in liver cancer. *World J Hepatol*, 3:

Chouitah O. (2012). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra*. Thèse de doctorat. Université Ahmed ben Bella. Oran. Algérie

Christelle Serba : Nouvelles approches vers les lactones sesquiterpéniques. Autre. Université de Strasbourg, 2015. Français. NNT : 2015STRAF017. tel-01674187v2

CICCARELLI D., GARBARI F., PAGNI A., 2007 - Glandular hairs of the ovary : a helpful

Cox s.d.&mannm. (2000). The mode of antimicrobial action of essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil) .*Journal of applied Microbiology*, 88(1):170-175

Daglia M et al.,(2012). Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23 (2): 174-181

Derbal Nedjla et Fedali Hanane,2015. L'activité antioxydante, anti-inflammatoire et analgésique de plante médicinale Algérienne *InulaViscosa* L. Mémoire de master en toxicologie et santé. Université des frères Mentouri , Constantine

Desmares,C., Laurent, A., Delerme C. (2008). Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles: Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles. Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (Afssaps), France.

Dixon R.A et al., (2005). Proanthocyanidins-A final frontier in flavonoide research. *New Phytologist*, 165 (1): 9-28

Farnsworth, N.R., Akerele, O., Bingel, A.S., Soejarto, D.D., Guo, Z. (1986). Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. *Bulletin de l'organisation mondiale de la santé* ; 64(2): p 159-164.

Ferguson L.R. (2001).Role of plant polyphenols in genomic stability. *Mutation Research*, 475:89-111.

Fleuriet A. &Macheix J-J. (1977) Effet des blessures sur les composés phénoliques des fruits de tomate "cerises" (*Lycopersiconesculentum* var *cerasiforme*) *phys*, 239-250p.

Frédéric Élie : Les lactones - site <http://fred.elie.free.fr>, décembre 2022

Frédéric Élie : Notions sur les lipides et les acides gras - site <http://fred.elie.free.fr> , décembre 2022

Glordani R., Kaloustian J.(2006).Action anticandidosique des huiles essentielles: leur utilisation concomitante avec des médicaments antifongiques. *Phytothérapie*, 3 : 121-124.

Guignard J.L, 1996. *Biochimie Végétale*, Ed. Masson, Paris., p (255)

Habauzit V. &Horcajada M.N. (2008). Phenolic phytochemicals and bone. *Phytochemistry Review*, 7: 313-344.

Halimi A ,(1997).Les plantes médicinales en Algérie. P .158-159

Hamilton.M,Shah.S «Activity of tea componementepicatechingallate and analogues against méthicilinresiastancestaphylococusaureus» *jornal of antimicrobial chemotherapy*,46,847-863 (2004).

Haoui IE Derriche R., MadaniLetOukaiZ.,(2015)Analysis of the chemical composition of essential oil from Algeriam*Inulaviscosa* (L) AitonArabian Journal of chemistry

HARBORNE J.B.; 1998; *Phytochemical Methods: A guide to moderne techniques of plant analysis*; Ed 3: CHAPMAN &HALL; p: 202-209.

Hernández, V., Recio, M.C., Máñez, S., Giner, R.M., Ríos, J.-L., 2007. Effects of naturally occurring dihydroflavonols from *Inulaviscosa* on inflammation and enzymes involved in the arachidonic acid metabolism. *Life Sci.* 81, 480–488

Herzi Nadjia (2013). Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse .

ISO. (1997). Norme ISO 9235: Matières premières d'origine naturelle – Vocabulaire : 2.

Kohler, Marcel. Extraction et analyse de principes actifs d'origine végétale : application à l'artémisinine extraite de *Artemisia annua* L.. Thèse de doctorat : Univ. Genève, 1999, no. Sc.3129

Lamamra M, 2007. Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarrasicula* et de *Filipendula hexapetalagibb*. Mémoire de Master en Valorisation des Ressources Végétales. Université de Sétif., p (75).

LARDRY J.M. & HABERKOM V. (2007). L'Aromathérapie et les huiles essentielles. *in* *sitherRev*, 61 : 7-14.

Luccheesi E.M. (2005). Extraction sans solvant assistée par microondes : Conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat. Université de La Réunion. France.

LUCCHESI M.E. ; 2005 ; Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-Ondes: Conception et Application à l'Extraction des Huiles Essentielles ; Thèse de Doctorat en Science ; Université de la REUNION ; p: 14-23.

Lutge U ; Kluge M, Bauer G. 2002. Botanique 3eme Ed : Technique et documentation. Lavoisier, Paris. p.211.

Macheix J., Fleuriet A., Jay C. 2005. Les composés phénoliques des végétaux, un exemple des métabolites secondaires. Collection Biologie, pp.1-11.

Macheix J.J., Fleuriet A. & Jay-Allemand C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux un exemple de métabolites secondaires d'importance économiques, 1^{ère} édition., Press polytechniques et universitaires romandes : 4-5.

Mémoire de Master. Université ABOUBEKR BELKAID. Tlemcen, Algérie.

Newman D.J., Cragg G.M. 2012. Natural Products as Sources of New Drugs over the 30 Years from 1981 to 2010. *J. Nat. Prod.* Vol. (75) : 311-335.

NOGARET-EHRHART A.S. (2008). La phytothérapie : se soigner par les plantes, 1^{ère} édition. , Eyrolles, Paris.

OVASKAINEN M.L., TORRONEN R., KOPONEN J.M., SINKKOH., HELLSTRO J., REINIVUO H. & MATTILA P. (2008). Dietary intake and major food sources of polyphenols in finish adults. *The Journal of nutrition* : 562-566.

P.Ribereau-Gayon. Les composés phénoliques des végétaux. Dunod. Paris ;1968.Mamoci E., Buysschaert M., et Hermans M.P, 2011. Chemical composition and In vitro activity of plant extracts from *Ferula communis* and *Dittrichia viscosa* against Postharvest Fungi. *Molecules*, 16 (3)., p (2609-2625).

Pibiri M.C. (2005). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle. Thèse de Doctorat. Polytechniques Fédérale de Lausanne.

Qin J.J., Jin H.Z., FU J.J., Hu X.J., Zhu Y., et Shen Y.H, 2008. Anthranilic acid derivatives from *Inula japonica*. *Chin ChemLett*, 19., p (556-558).

Quezel, P., Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, Ed. CNRS, Paris.

Ramli B, (2013). Extraction des flavonoïdes de la plante *Inula viscosa* de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne. Mémoire de Master en Chimie. Université d'Oran.

Ramli B. (2013).Extraction des flavonoïdes de la plante *Inula viscosa (L.)* de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne. Mémoire de magister. Université d'Oran. Algérie.

Rejeb. Etude de l'effet de l'irradiation sur les polyphénols du Curcumin. Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie ;Tunisie ;2008.

REZAIRE et al.,(2012). Activité anti-oxydante, et caractérisation phénolique du fruit de palmier amazonien *Oenocarpus bataua*(patawa). Thèse de doctorat. Université des Antilles et de la Guyane. France.

SARNI-MANCHADO P. & CHEYNIER V. (2006). Les polyphénols en THOPPIL R.J. & BISHAYEE A. (2011). Terpenoids as potential 228-249.

Sebai M. et Boudalim M. (2012). La phytothérapie entre la confiance et la méfiance. Mémoire professionnel. Institut de formation paramédical HETTIA.

Strang C, (2006) Larousse médical. Ed Larousse

Vaya, J., Mahmood, S., Goldblum, A., Aviram, M., Volkova, N., Shaalan, A., Musa, R., Tamir, S., 2003. Inhibition of LDL oxidation by flavonoids in relation to their structure and calculated enthalpy. *Phytochemistry* 62, 89–99.

Verma, A.K., Pratap, R., 2010. The biological potential of flavones. *Nat. Prod. Rep.* 27, 1571–1593.

Vernex-Lozet C. (2011) Les possibilités de la phytothérapie en Geriatrie canine. Thèse de doctorat Université de Lyon.

Wang, W. Q., Ben-Daniel, B. H., and Cohen, Y., (2004). Extracts of *Inula viscosa* (L.) control down mildew caused by *Plasmopara viticola* in grapevines. (Abstr.) *Phytoparasitica* 32:208.

WĘGRZYŃ R. & LAMENDIN H. (2005). Huiles essentielles et aromathérapie. *Buccodentaire*, 1225:62-66

Zhang H.B., Wen J.K., Wang Y.Y., Zheng B., et Han M, 2009. Flavonoids from *Inula Britannica* L. inhibit injury-induced neo-intimal formation by suppressing oxidative stress generation. *Ethnopharmacol*, 126 (1), p (176-183).

Zhang, W.Y., Lee, J.-J., Kim, I.-S., Kim, Y., Park, J.-S., Myung, C.-S., 2010. 7-Omethyloxanthone stimulates glucose uptake and improves insulin resistance in vitro. *Biol. Pharm. Bull.* 33, 1494–1499.