

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE des Sciences

DEPARTEMENT des S. N.V

N°



DOMAINE : des S. N.V

FILIERE : Biotchnologie

OPTION Biotchnologie végétale

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique en Biotchnologie Végétale**

par :

BENAMRA Hadda, BOUDJELLAL Boutheyna et

BOUDROUAZ Khadidja

Intitulé

**Contribution à l'étude phytochimique et biologique
de la plante aromatique *Apium graveolens* L.**

Soutenu devant le Jury de compsé de :

Présendent:	Dr. BELKASSAM Abdel ouhab	MCA	Université M.B. de M'sila
Encadreur :	Dr . SMAILI Tahar	Pr	Université M.B. de M'sila
Examineur :	Dr. ARAB Rhadia	MCB	Université M.B. de M'sila

Année universteire : 2021 / 2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.

الحمد والشكر لله

C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à l'égard de notre promoteur **Dr. SMAILI Tahar**, professeur au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA pour avoir proposé ce thème, suivi et dirigé ce travail, nous le remercions infiniment, pour son aide, ses conseils, ses orientations ainsi que, ses remarques et ses critiques qui nous ont été d'un apport précieux.

Sans oublier l'ensemble de nos professeurs qui nous ont accompagnés tout au long de notre cursus universitaire.

On aimerait aussi remercier **Dr. BELKASSAM Abdel ouhab**, Maitre assistante au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA, pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

On veut exprimer nos vifs remerciements au **Dr. ARAB Rhadia**, Maitre Assistant B au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA, d'avoir accepté de faire partie du jury et examiner de ce mémoire.

Pensée tous nos amis et toute la promotion du Master Biotechnologie végétale 2021/2022.

Nos remerciements vont également à **toutes les personnes** qui ont **contribué**, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire

Dédicace

Mon parcours universitaire s'est terminé après l'épuisement et les épreuves...

Et voilà que je termine ma thèse de fin d'études.

Je suis reconnaissant à tous ceux qui ont eu du mérite dans ma carrière, et m'ont aidé... Je dédie mon mémoire de fin d'études à ma mère, mon père, mes frères et mes amis.

Benamra hadda



Dédicace

*Louange à Allah, Seigneur des mondes, prière et paix sur notre Prophète Muhammad. Je dédie cet humble travail à ma mère et à mon père bien-aimés, et à mes chers frères et sœurs, **Roumaïsa,***

Iman, Said, Hafsa, et Hamoudi

*aux amis de ma vie, **Wissam, Taima et Ilham,** et à mes deux compagnons de travail, **Wafa et Khadidja,** et à tous ceux que j'ai rencontrés et qui m'ont accompagné durant ce parcours académique. J'espère que Allah nous fera bénéficier de ce travail et que d'autres en bénéficieront.*

Boudjellal boutheyna



Dédicace

*Je dédie ce travail à ma mère **Aimeur Soumia** pour leur soutien et les encouragements ininterrompus ont permis à ce travail de voir le jour*

*À Mes frères **Ahmed Houcem Eddine** et **Baha Eddine***

*À ma fidele amie **Benchouikh Cheyma***

*À mes deux compagnons de travail **Benamra Hadda** et **Boudjellal Boutheyne***

Que ce travail soit une part de ma reconnaissance envers eux

Boudrouaz khadidja



Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Partie bibliographique

Chapitre I: Plantes médicinales et phytothérapie

1. les plantes medicinales.....	5
1.1. Définition	5
1.2. Fonctionnement des plantes médicinales.....	6
1.3. Toxicité	6
1.4. Les plantes aromatique	6
2. La phytothérapie.....	7
2.1. Définition	7
2.2. Défférents types de la phytothérapie.....	7
2.2.1. Aromathérapie.....	7
2.2.2. Gemmothérapie	7
2.2.3. Herboristerie	8
2.2.4. Homéopathie.....	8
2.2.5. Phytothérapie pharmaceutique.....	8
2.3. Avantages efficacité de la phytothérapie	8
2.4. Inconvénients et limites d'utilisation de la phytotérapie.....	9

Chapitre II: Etude botanique du genre *Apium*

1. La famille Apiaceae	11
1.1. Description de la famille des Apiaceae.....	11
1.1.1. Généralités sur la famille des Apiaceae	11
1.1.2. Appariel vegetative.....	11

1.2. Classification de la famille des Apiaceae.....	14
2. Présentation des genre <i>Apium</i>	15
2.1. Aperçue historique sur l'espèce <i>Apium graveolens</i> L.....	15
2.2. Pays d'origine de l'espèce.....	16
2.3. Description morphologique de la plante	17
2.4. Classification de l'espèce.....	19
2.5. Composition nutritionnelle du Céleri.....	19
2.6. Propriétés thérapeutiques de Céléri.....	19

Chapitre III: Metabolites secondaires et activité biologique du genre *Apium*

1. La mitabolites secondaires	22
2. Généralités sur les composés phénolique et les huiles essentielles.....	22
2.1. Généralités sur les composés phénoliques.....	22
2.2. Biosynthèse et classification des composés phénolique	23
2.3. Propriétés biologique des composés phénoliques	25
2.4. Principales classe des comosés phénolique	25
2.4.1. Les acide phénolique.....	25
2.4.2. Les flavonïdes.....	26
2.4.3. Propriétés thérapeutiques des flavonïdes.....	27
2.4.4. Les tanins	27
2.4.5. Propriétés thérapeutiques des tanins.....	28
2.4.6. Les coumarines.....	28
2.4.7. Propriétés thérapeutiques des coumarines.....	28
2.5. Généralité sur les huiles essentielles.....	29
2.6. Les methods dextration des huiles essentielles	29
2.6.1. Hydrodistllation.....	30

2.6.2. Entrainement à la vapeur d'eau	30
2.7. Propriétés biologiques des huiles essentielles.....	30
2.8. Propriétés physic-chimiques des huiles essentielles.....	31
2.8.1. Propriétés physiques	31
2.8.2. Composition chimiques des huiles essentielles.....	31
2.9. Les méthodes d'analyses des huiles essentielles.....	32
2.10. Activités biologiques des huiles essentielles.....	33
3. Activités biologiques d' <i>Apium graveolens</i>	34
3.1. Activités antioxydantes.....	34
3.2. Activités anti-inflammatoires	38
3.3. Activités cicatrisantes	42
3.3.1. Caractristion de la peau	42
3.3.2. Structure de la peau	43
3.3.3. La cicatrisation cutanée	43
3.3.4. Phases de la cicatrisation.....	44
3.3.5. Evaluation de la gravité d'une brûlure.....	45
3.4. Activité antimicrobiene	45
3.4.1. Les techniques d'étude du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles et des composés phénoliques.....	46
3.4.2. Les techniques en milieu liquide.....	46
3.4.3. Les techniques en milieu solide	46
4. Etude anterieures sur <i>Apium graveolens</i>	47

Conclusion

Références bibliographiques

LISTE DES ABREVIATIONS

APG	Angiosperms Phylogery Group
CC	Chromatigraphie Colonne
CLHP	Chromatigraphie Liquide Haute Performmance
CMI	Concentration Miniale Inhibitrices
Et al.	Et autres auteurs
EOR	Espèces Oxygénées Réactive
G	Gramme
GPX	Glutathion Poroxydase
HE	Huile Essentielles
Kcal	Kilocalories
mg	Milligramme
PAF	Facteur d'Activation Plaquettaire
PNNs	Les Polynucléares Neutrophiles
PRR	Pattern Recognition Récepteur
SOD	Super Oxyde Disnmtase
UV	Ultra-Violet
%	Pourcentage

LISTE DES TABLEAUX

<i>Nº</i> Tableau	Intitulé	<i>Nº</i> Page
Tableau 1	La valeur nutritive des différentes parties de la plante de céleri	19
Tableau 2	Structure des squelettes des polyphénols	24
Tableau 3	Différents leucocytes intervenant au cours de la réponse inflammatoire	41
Tableau 4	Origines cellulaires et effets des principaux médiateurs impliqués dans le développement de la réaction inflammatoire	42

LISTE DES FIGURES

N^o Figure	Intitulé	N^o Page
Figure 1	Appariel végétatif des Apiaceae	11
Figure 2	Schéma de la classification des embryophytes ou plantes terrestres. Eucaryotes pluricellulaires autotrophes	12
Figure 3	Classification APG 2003	14
Figure 4	<i>Apium graveolens</i>	16
Figure 5	Répartition géographique mondiale de <i>Apium graveolens</i>	17
Figure 6	Les fleurs d' <i>Apium graveolens</i>	18
Figure 7	Les graines d' <i>Apium graveolens</i>	18
Figure 8	Structure chimique des flavonoides	26
Figure 9	Représentation schématique de structure de la peau	43

Partie bibliographique

Introduction générale

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies, 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. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études.

Les plantes condimentaires et aromatiques sont parmi les plantes médicinales les plus utilisées dans le monde, pour des fins thérapeutiques et pour aromatiser les plats. Ces espèces contiennent diverses substances actives, à partir desquelles on extrait plusieurs essences utilisées, en médecine traditionnelle, dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique et en technologie alimentaire **(Hmamouchi, 1997)**.

Les plantes condimentaires sont très utilisées dans la médecine traditionnelle, non seulement en termes de nombre d'espèces, mais aussi de point de vue utilisation de chaque espèce. Chacune est employée pour le traitement d'une large gamme de maladies. Cela est dû à leur richesse et à l'intensité de leurs arômes **(Gallouin et al., 2003)**.

Aujourd'hui encore, la science confirme les différentes vertus des plantes aromatiques, de leurs huiles essentielles et de leurs extraits bruts, dont les domaines d'application sont très variés et qui sont très utilisés dans l'industrie alimentaire, comme additifs et dans les cosmétiques, les parfumeries, les industries de savon et de détergents en volume impressionnant. Elles rentrent également dans la composition de plusieurs médicaments, sous forme de crèmes, gélules et gel dermique. Leur utilisation s'appelle "l'aromathérapie", qui consiste à utiliser les huiles essentielles pour le traitement de diverses manifestations pathologiques. **(Yahyaoui, 2005)**.

En plus l'étude de la chimie des plantes est le sujet d'actualité car le règne végétal représente une source importante de molécules bioactives. Parmi ces composés on trouve : les flavonoïdes, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tanins, les lignanes, les terpenoïdes, les stilbènes et les saponosides.

Actuellement, le développement de nouveaux agents thérapeutiques s'avère indispensable pour lutter contre les phénomènes de la résistance bactérienne et de l'oxydation des aliments. Dans ce but, l'investigation des plantes représente un potentiel inestimable pour la découverte de nouvelles substances à pouvoir antimicrobien et antioxydant. Ainsi, les huiles essentielles ont beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives **(Bruneton, 1999)**. Elles font l'objet d'étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour le traitement des maladies infectieuses **(Chalchat et al., 1997)**, et pour la protection des aliments contre l'oxydation.

La sélection des plantes est basée sur plusieurs critères, notamment, le choix des plantes aromatiques, leur utilisation fréquente par nos populations dans la médecine traditionnelle, l'utilisation des huiles

essentielles dans les industries alimentaires, l'exploitation de leurs produits dans l'industrie pharmaceutique, leur efficacité dans le traitement de plusieurs pathologies comme le diabète, l'inflammation et les troubles de l'estomac et aussi dans les recherches scientifiques (**Bruneton, 1999**).

L'Algérie est un pays dont la flore condimentaire cultivée et sauvage est très diversifiée et largement utilisée en alimentation et en médecine traditionnelle. Depuis quelques années plusieurs groupes de recherche dans notre pays s'intéressent à la caractérisation chimique et aux activités biologiques de cette biomasse florale.

Dans la continuité de ces travaux, nous avons choisi comme plantes condimentaire le céleri " *Apium graveolens L* ", et utilisée en permanence par la population locale.

L'objectif de notre travail consiste à prouver le savoir populaire et vise à démontrer la richesse de céleri (*Apium graveolens L*) en composés bioactifs et déterminer leurs propriétés biologiques est une revue bibliographique subdivisé en trois chapitres :

- ✦ Nous abordons dans le premier des plantes médicinales et la phytothérapie
- ✦ Dans le deuxième nous présentons étude botanique de la famille Apiaceae et le genre *graveolens*.
- ✦ Le troisième chapitre est consacré les métabolites secondaires de genre *Apium* et activité biologique.

Un volet sur la méthodologie adoptée et le matériel utilisé, subdivisé en différentes études :

1. Etude botanique de la famille Apiaceae.
2. Etude de genre *Apium*.
3. Etude de composés phénolique et les huiles essentielles.
4. Etude d'activité biologique d'*Apium graveolens*.

Et enfin, une conclusion générale puis la liste de toutes, les références bibliographiques utilisées pour élaborer ce modeste manuscrit.

Chapiter I:

Plantes médicinales et la

phytothérapie

Introduction

Durant des milliers d'années, la phytothérapie a constitué la principale source de remèdes contre de nombreuses maladies. Aujourd'hui, elle est abondamment utilisée avec succès dans le monde par des millions d'êtres humains pour qui la médecine occidentale reste en grande partie inaccessible.

On comprend bien que les Anciens aient cherché parmi elles des remèdes à leurs maux : déjà, en 1600 av. J.-C., les Egyptiens employaient, dit-on, plusieurs centaines de drogues .avec l'expérience, avec l'érudition des religieux les cultures tentées autour des monastères, s'accrut peu à peu l'intérêt porté aux plantes médicinales. Le même instinct, générateur du même empirisme, est toujours à la base de la médecine populaire, que ce soit dans nos campagnes ou chez certains primitifs d'outre-mer (**Bézanger-Beauquesne, 1986**).

1. Les plantes médicinales

1.1. Définition

Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important, malgré l'existence et l'influence de système sanitaire moderne, environ 35000 Espèces des plantes sont utilisées dans le monde à des fins médicinales ce qui forme le plus important éventail de la biodiversité utilisé par les êtres humains (**Fransworth *et al.*, 1986**).

Ces plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et la synthèse des médicaments non seulement lorsque leurs constituants sont utilisés directement comme agent thérapeutique mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou modèle pour les composés pharmacologiquement actifs (**Ameenah, 2006**).

1.2. Fonctionnement des plantes médicinales

Chaque plantes est constituée de milliers de substances actives, ces composants ne sont pas actives mais isolés, mais lorsqu'ils sont associés à d'autres produits chimiques, ils révèlent leur côté pharmacologique (**Barka, 2017**).

Au cours des dernières décennies la recherche pharmaceutique a déchiffré les propriétés chimiques de nombreuses plantes médicinales, comme la société pharmaceutique a réussi en découvrant de nouvelles

formules chimiques au profit des patients et en reproduisant de nombreux produits chimiques (**Kunkele et Lobmeyer, 2007**).

Toutes les plantes contiennent une ou plusieurs substances utilisables à des fins thérapeutiques ou dans la composition de médicaments utiles (alcaloïdes, hétérosides, mucilages, saponosides) (**Sofowora, 2010**).

Dans les zones isolées où les médecines sont totalement absentes (comme la région de touareg), ils utilisent des plantes médicinales et aromatiques et dont ils connaissent le secret (**Sahi, 2016**).

1.3. Toxicité

De nombreuses précautions doivent suivre l'utilisation des HE. La majorité des composés d'une HE sont lipophiles et sont donc rapidement absorbés, quel que soit la voie d'administration. A doses élevées ou répétées, les huiles essentielles riches en cétones et/ou en lactones qui sont lipolytiques, sont à proscrire notamment par voie interne car elles sont neurotoxiques, elles sont également stupéfiantes et épileptiques, voire abortives. Leur toxicité neurologique s'explique par le passage de la barrière hémato-encéphalique, puis une déstructuration des gaines de myéline et perturbation électrique des neurones générant convulsion, le coma, puis la mort. Cette toxicité dépend de la voie d'administration, de la dose et du type de cétone et se manifeste par accumulation de petites doses pendant longtemps. Certaines huiles essentielles présentent également des risques abortifs. Elles ne doivent pas être employées seules, à fortes doses, sur de longues périodes et en diffusion (**Catier et Roux, 2017**).

La DL₅₀ (dose létale 50) permet d'évaluer la toxicité aiguë d'une HE administrée par voie orale. Elle se définit par la dose d'HE capable de tuer 50% d'une population donnée dans des conditions expérimentales définies. Elle s'exprime en masse de substance active (grammes) par masse d'individu (kilogrammes). Ainsi, plus la DL est faible, plus la substance testée s'avère toxique. (**Bonnaïous, 2013**).

1.4. Les plantes aromatiques

Il existe 800 000 espèces de plantes dans le monde, mais seul un petit pourcentage d'entre elles peut synthétiser des essences. Seules les plantes aromatiques qui représentent un niveau spécifique de perfection dans la technologie botanique sont capables d'émettre une odeur agréable ou désagréable. Ces plantes super-évoluées, qui sont divisées en cinq familles, sont considérées comme les plus évoluées.

Ces plantes sont riches en molécules aromatiques caractéristiques de chacune d'entre elles dont la composition biochimique déterminera les propriétés thérapeutiques ou toxiques. Dans toutes les parties du globe, les civilisations ont montré un intérêt.

Manifeste pour les plantes aromatiques en médecine, en cuisine et en parfumerie **(Odoul, 2003)**.

Une plante médicinale aromatique est une plante que l'on cultive ou que l'on cueille dans son milieu naturel pour ses propriétés médicinales, L'être humain utilise des plantes depuis des milliers d'années pour traiter divers maux, le monde végétal est à l'origine d'un grand nombre de médicaments **(Henayad, 2008)**.

2. La phytothérapie

2.1. Définition

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement (Soigner avec les plantes). Il s'agit d'une pratique millénaire basée sur un savoir empirique qui s'est transmis et enrichi au fil d'innombrables générations. La phytothérapie, étymologiquement le traitement par les plantes, est une méthode thérapeutique qui utilise l'action des plantes médicinales **(Gahbiche, 2009)**.

La Phytothérapie est une médecine qui utilise des plantes ou la seule (partie active) de ces plantes ayant des propriétés thérapeutiques. Ces plantes sont appelées (plantes médicinales).

Les préparations peuvent être obtenues par macération, infusion, décoction, ou sous forme de teinture, poudre totale, extraits, etc. Les plantes médicinales peuvent être des espèces cultivées mais dans la plupart des cas des espèces sauvages **(Mohammedie, 2013)**.

2.2. Différents types de la Phytothérapie

2.2.1. Aromathérapie

Est une thérapeutique qui utilise les essences des plantes, ou huiles essentielles, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes, ces huiles sont des produits complexes à utiliser souvent à travers la peau **(Zeghad, 2009)**.

2.2.2. Gemmothérapie

Se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les racines **(Zeghad, 2009)**.

2.2.3. Herboristerie

Correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie se sert de la plante fraîche ou séchée ; elle utilise soit la plante entière, soit une partie de celle-ci (écorce, fruits, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche que le sujet avale (Zeghad, 2009).

2.2.4. Homéopathie

A recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive ; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale (Zeghad, 2009).

2.2.5. 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, de lyophilisats, etc (Zeghad, 2009).

2.3. Avantages et efficacité de la phytothérapie

De nombreuses études scientifiques relatent les effets bénéfiques des plantes, parfois même supérieurs aux médicaments, et ce dans les plus grandes revues médicales. Quatre organismes aujourd'hui s'attachent à démontrer leur efficacité : L'EMA, l'ESCOP, l'OMS et la 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 ;

-La phytothérapie couvre un très large champ de maladies et l'industrie pharmaceutique utilise de nombreux principes actifs végétaux pour traiter toutes sortes de maladies. Par exemple le taxol (molécule utilisée pour le traitement du cancer) extraite de l'écorce d'If (Iserin, 2001 ; Gayet, Michel, 2013).

-Les médicaments chimiques provoquent souvent des effets néfastes (responsables de 10 à 20% des hospitalisations), contrairement aux phytomédicaments qui ne présentent quasi pas d'effets secondaires si utilisés avec précaution.

- Les plantes médicinales sont beaucoup moins chères que les médicaments de synthèse.

- La phytothérapie peut être utilisée comme un moyen de prévention.

- La phytothérapie est accessible pour tout le monde et ne nécessite pas d'obtenir une ordonnance.

- Le corps humain est mieux adapté à un traitement à base de plantes qu'à une thérapie essentiellement chimique.

La production des plantes est très peu polluante contrairement aux médicaments chimiques (**Grunwald, Janick, 2006 ; Hilinaruthnadia, 2021; Iserin, 2001**).

2.4. Inconvénients et limites d'utilisations de la phytothérapie

- Il est particulièrement difficile d'apporter des preuves d'efficacité des plantes.

Il y a aussi beaucoup d'herbes qui ne sont pas recommandés pour les enfants et sont dangereux pour eux, ainsi que pour les femmes enceintes (**Baba-Aissa, 1991; Hilinaruthnadia, 2021 ; Mediacentre, 2018**).

- Certaines plantes renferment des toxines si puissantes que l'ingestion d'une quantité infime risque de se révéler mortelle.
- La toxicité peut être aussi due à l'utilisation d'une dose excessive ou une erreur d'identification de la plante, vu que pour deux plantes qui se ressemblent sur le plan botanique l'une peut être toxique. Une mal-interprétation des symptômes peut être très dangereuse du fait que la phytothérapie repose le plus souvent sur l'automédication. Les préparations domestiques ne peuvent pas être conservées pour une longue durée donc une préparation mal conservée peut donner des intoxications au lieu de nous guérir.
- Les plantes contiennent des fois des substances allergisantes.
- Heureusement aujourd'hui, les phytothérapeutes connaissent le degré d'efficacité des plantes médicinales et leurs limites dans le traitement de certaines pathologies. Ils ne se risqueraient jamais à juguler une maladie infectieuse aiguë sans l'aide d'antibiotiques ni à soigner une affection séreuse, comme le diabète, uniquement avec des plantes. Toutefois, ils peuvent traiter et soulager efficacement leurs patients atteints de maladies bénignes avec un traitement à base de plantes comme par exemple les affections gastro-intestinales, les problèmes dermatologiques ou d'affections légères du système nerveux (**Iserin, 2001 ; Mediacentre, 2018, Nico, 2003**).

Chapiter II :
Etude botanique
du genre *Apium*

1. La famille Apiaceae

1.1. Description de la famille des Apiaceae

1.1.1. Généralités sur la famille des Apiaceae

Les Apiaceae anciennement appelées Ombellifères, comprennent environ 3.000 espèces se répartissant dans toutes les régions tempérées mais surtout dans l'hémisphère Nord. (DEYSSON G., 1979).

C'est une famille très homogène facile à reconnaître grâce à son inflorescence en ombelles composées. Paradoxalement, les espèces de cette famille sont assez difficiles à différencier les unes des autres. (DUPONT F, GUIGNARD J., 2007)

1.1.2. Appareil végétatif

Les plantes de la famille des Apiaceae sont essentiellement des plantes herbacées annuelles, bisannuelles ou le plus souvent vivaces (**Figure 1**).

1.1.2.1. L'appareil souterrain pérennant est très varié : racine pivotante, rhizome ou tubercule.

1.1.2.2. La tige est ordinairement cannelée et creuse par résorption précoce de la moelle au cours de la croissance ; elle est dite fistuleuse.

1.1.2.3. Les feuilles sont alternes, souvent très découpées. La nervation étant pennée et la découpe séquée, on parle de feuille pennatiséquée . (DEYSSON G., 1979).

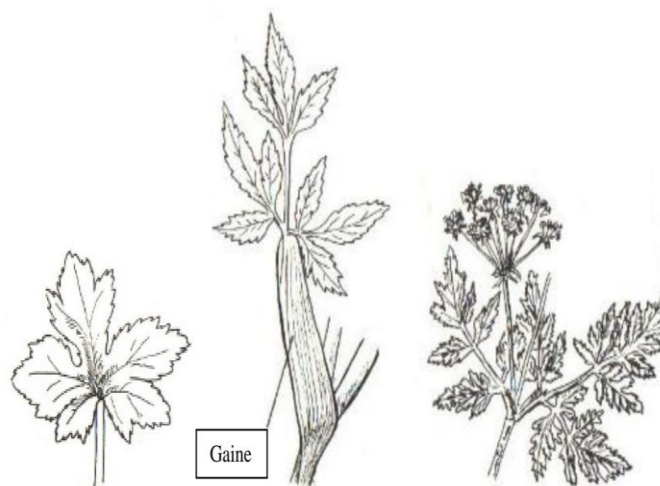


Figure 1 : Appareil végétatif des Apiaceae

La gaine est très développée ; chez certaines espèces, la feuille se réduit même à la gaine.

La majorité des Apiaceae sont des plantes aromatiques grâce à leurs sécrétions d'huile essentielle. La totalité de l'appareil végétatif est parcouru de canaux sécréteurs contenant un mélange d'essence et de résines. Ces canaux sont très abondants au niveau des tiges où l'on trouve un canal au niveau de chacune des cannelures. Pourtant, c'est au niveau des fruits que ces canaux sont les plus nombreux et les plus intéressants. Ces canaux sécréteurs appelés aussi bandelettes sécrétrices sont situés au centre des organes de la plante et constitués d'une assise de cellules sécrétrices de forme allongée appelées poches sécrétrices. Ces dernières sécrètent les essences qui sont délivrées dans le canal central.

Ces canaux expliquent l'odeur forte qui se dégage des Apiaceae lorsqu'on les broie (**DEYSSON G., 1979**).

1.2. Classification de la famille des Apiaceae

Les plantes de la famille des Apiaceae appartiennent à l'embranchement des Spermatophytes ou Phanérogames car ce sont des plantes à graines. Les Spermatophytes sont classés en deux catégories :

- les Gymnospermes qui sont des plantes à ovules nus
- et les Angiospermes qui par évolution ont des ovules protégés par des ovaires.

Parmi les Angiospermes, on distingue les Monocots et par évolution les Eudicots suivant la structure de l'embryon contenu dans la graine. En effet, l'embryon des monocots ne contient qu'un seul cotylédon qui sert de réserve d'énergie alors que les eudicots en possèdent deux (**DEYSSON G., 1979**) (**Figure 2**).

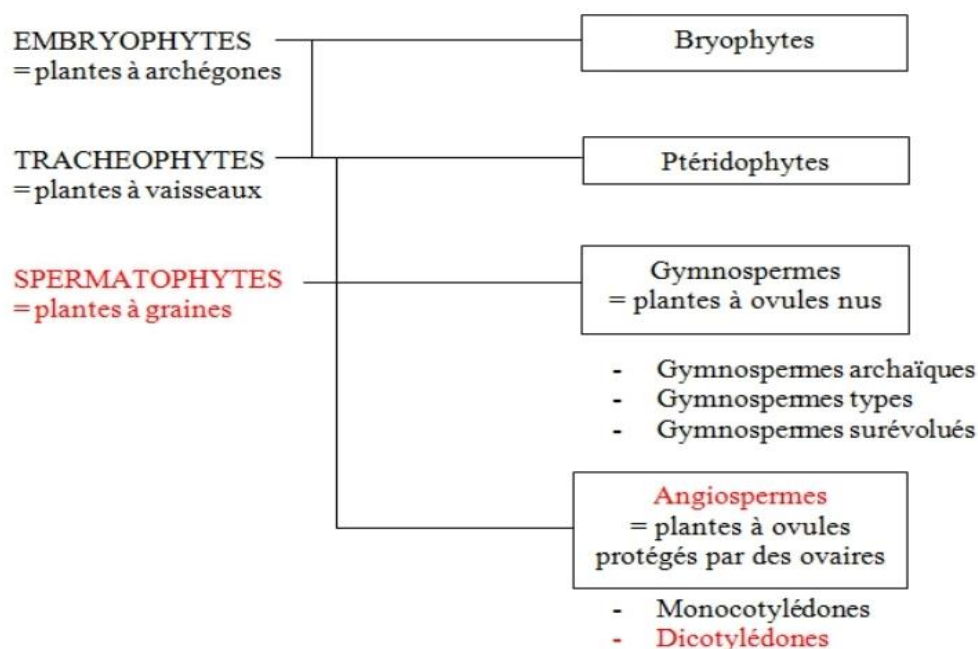


Figure 2 : Schéma de la classification des embryophytes ou plantes terrestres.

Eucaryotes pluricellulaires autotrophes

La classification APG pour *Angiosperms Phylogeny Group* est probablement la classification botanique la plus importante aujourd'hui. Elle s'appuie sur des caractères phylogénétiques et permet la classification botanique des Angiospermes. La version 2003 ci dessous est une modification de la classification de 1998.

D'après cette classification, on voit que la famille des Apiaceae est une des plus évoluées de la catégorie des Angiospermes (**Deysson, 1979 ; Dupont et Guignard, 2007**).

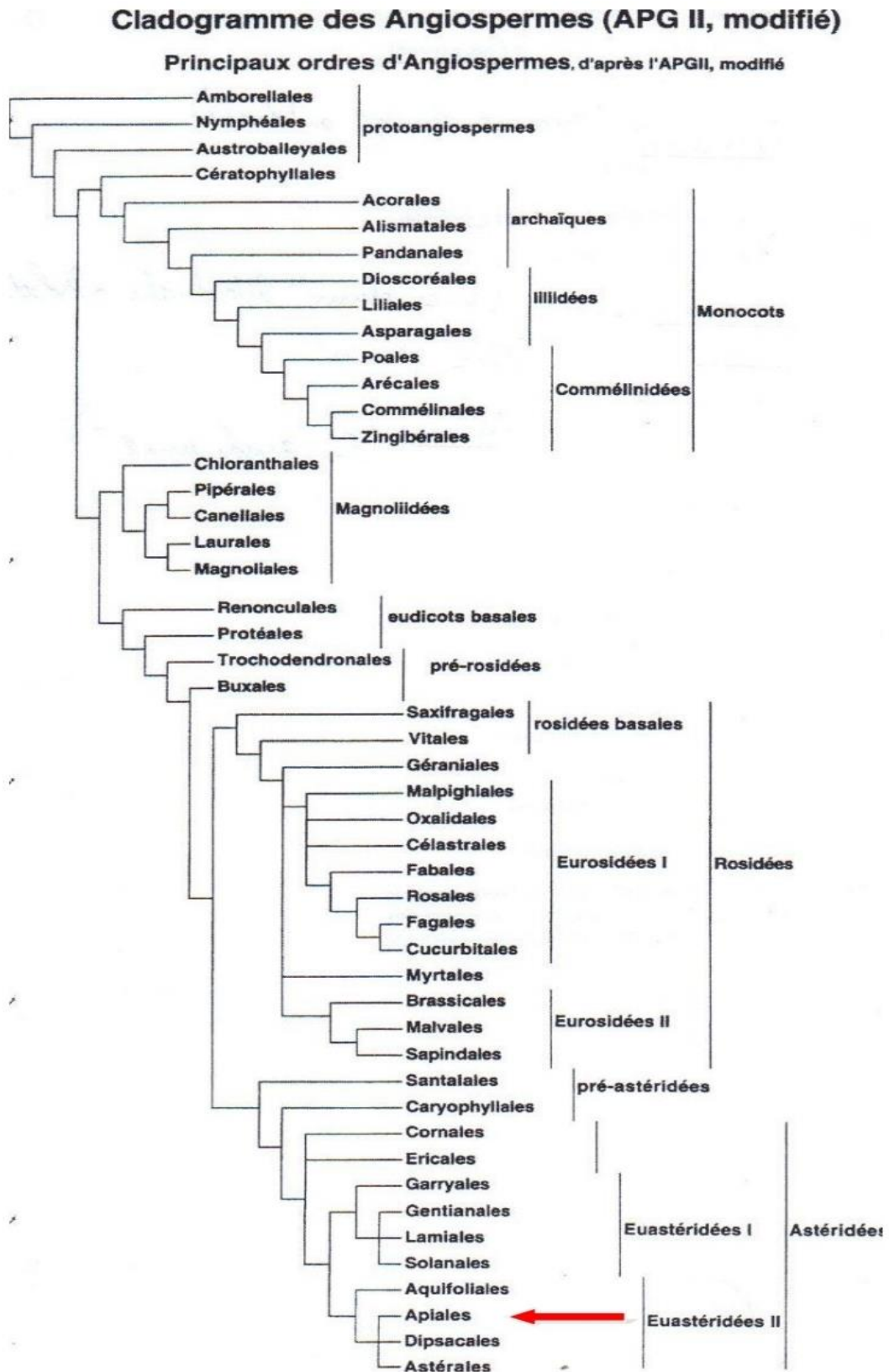


Figure 3 : Classification APG 2003

2. Présentation de genre *Apium*

2.1. Aperçue historique sur l'espèce *Apium graveolens* L.

Apium graveolens L, appelée communément « céleri » en arabe, Kraffes, cette espèce apparue seulement en 1651, derive du Lombard seleri, issu du latin selenon. Ce nom rappelle que la plante était censée être sous l'influence de la lune (sélé), possiblement en référence aux propriétés aphrodisiaques qu'on lui attribuait. Le terme « céleri » a définitivement remplacé « ache » dans la langue courante, bien que ce dernier soit encore employé à l'occasion en herboristerie et en botanique. Le céleri serait originaire du bassin méditerranéen, plus précisément des marécages salins qui bordent la Méditerranée. Si l'on en croit l'Odyssée d'Homère, écrite 850 ans avant notre ère, le céleri était connu des Grecs de l'Antiquité (**Dulce, 2000**).

Toutefois, on le désignait alors sous le nom de selonon. Comme ce nom était également attribué à d'autres plantes, on ne peut affirmer avec certitude que c'est bien du céleri dont faisait mention Homère dans ses écrits. Pendant des siècles, même des millénaires, la plante se présente sous la forme d'un bouquet aux tiges peu développées et fibreuses. Rappelant plutôt le persil, elle servait d'aromate, vu sa saveur prononcée. La plante que l'on connaît aujourd'hui, avec ses grosses côtes gorgées d'eau, ne sera sélectionnée qu'au XVII^e siècle, probablement en Italie, et ne se répandra dans le reste de l'Europe qu'un siècle ou deux plus tard. On ne sait pas quand exactement le céleri a été introduit en Amérique du Nord. Tout ce qu'on sait, c'est qu'en 1806, on en cultivait quatre variétés (**Dulce, 2000**) (**Figure 4**).



Figure 4 : *Apium graveolens*

2.2. Pays d'origine de l'espèce

La forme sauvage a vraisemblablement donné lieu à des cultures pratiquées au départ en Egypte. Elle est actuellement répandue dans les régions humides aux sols riches, argileux et salés (dans les marais salins, sur le littoral, près de certaines sources salines), elle est présente dans toute l'Europe, de l'Asie occidentale à l'est de l'Inde, du nord au sud de l'Afrique tout comme en Amérique du Sud et du Nord. Par contre, les différentes variétés sont connues qu'en culture (Eberhard, 2005) (Figure 5).

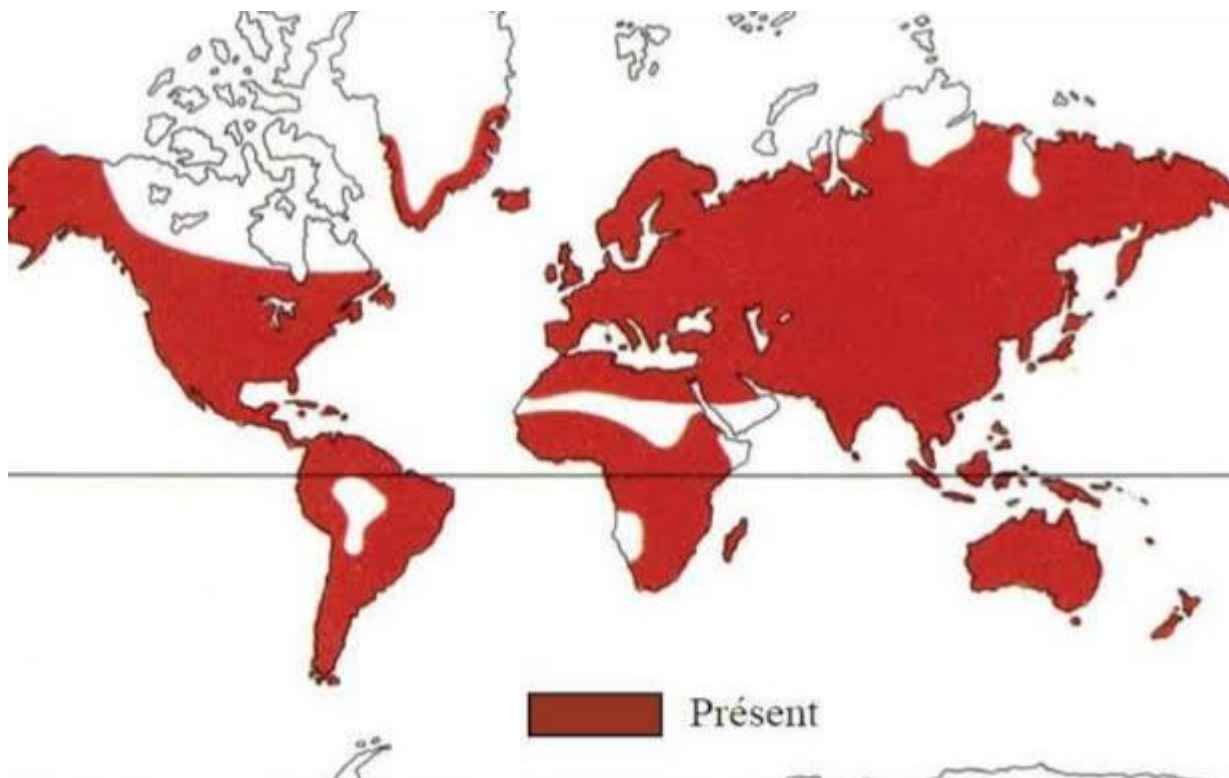


figure 5: Répartition géographique mondiale de *Apium graveolens*

2.3. Description morphologique de la plante

La plante bisannuelle forme une rosette de feuilles basales la première année et ne fleurit que la seconde année ; elle peut atteindre jusqu'à 1m de hauteur.

✦ **Les feuilles** : Elles sont de couleur vert foncé et brillante ; elles sont longuement pétiolées, pennatiséquées, à limbe triangulaire, crénelé et composé de trois segments, les feuilles supérieures ont une gaine courte, bordée de blanc et sont soit découpées en tris segment, soit à limbe entier. L'axe principal comme les rameaux latéraux se termine en ombelles composées, formée de 6 à 12 rayons, dépourvus d'involucre et d'involucelle.

✦ **Les fleurs** : Elles sont radiales, très petites et actinomorphes ; elles ont 5 pétales blancs ou verdâtres qui se terminent en pointe légèrement enroulée, 5étamines, 2 styles, un ovaire infère et bicarpellaire (**Figure 6**).



Figure 6 : les fleurs d'*Apium graveolens*

- ✦ **Les tiges :** Ils sont anguleux, cannelés, souvent creux et très ramifiés.
- ✦ **Les racines :** Dans la forme sauvage comme celles du céleri-branché et du céleri à couper ont une forme pivotante et sont noueuses ; elles sont de nature spongieuse, plus ou moins charnues mais très fibreuses.
- ✦ **Les graines :** Les graines représentent la partie la plus utilisée en médecine. Gris-vert à brunâtre, quelquefois fragmenté ; l'akène isolé est glabre de forme ovale, de 0.8 à 1.2mm d'épaisseur ; sur la face dorsale, il porte 03 petites côtes claires à blanchâtres, nettement contrastées (**Eberhard, 2005**) (**Figure 7**).



Figure 7 : les graines d'*Apium graveolens*

2.4. Classification de l'espèce

Selon la classification APG III, (Benoît, 2017) le céleri fait partie de :

Embranchement : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre : *Apium*

Espèce : *Apium graveolens* L.

2.5. Composition nutritionnelle du *A. graveolens*

Le céleri est une plante qui a des propriétés nutritives très importantes par sa teneur en vitamines A, B, E et C. De plus, elle contient des minéraux indispensables à un bon fonctionnement de l'organisme tels que le fer, le potassium, le zinc, le phosphore, le soufre, le cuivre, l'aluminium et le manganèse. Le (tableau 01) représente la valeur nutritive des différentes parties de la plante de céleri y compris les feuilles, les graines et les tiges (Syed Sufiyan, 2012).

Tableau 01 : La valeur nutritive des différentes parties de la plante de céleri .

Compositions	Feuilles	Graines	Tiges
Energie	64 kcal	392 kcal	34 kcal
Eau	81 %	06 %	95 %
Protéines	06 g	18.1 g	0.9 g
Graisse	0.6 g	03 g	0.2 g
Vitamines	80 mg	52 mg	120 mg
Calcium	6.3 mg	17 mg	10 mg
Fer	23 mg	1767 mg	0.5 mg
Magnésium	06 mg	45 mg	14 mg
Potassium	14 mg	547 mg	34 mg

2.6. Propriétés thérapeutiques du *A. graveolens*

En plus de sa composition riche en éléments minéraux et le rapport énergétique très important, le céleri possède des propriétés thérapeutiques nombreuses on cite comme exemple :

- **Effet anti-inflammatoire** : Le céleri, autant les feuilles que les graines, contient certains types de poly-acétylènes en quantités importantes. Auparavant, on croyait que ces composés bioactifs étaient nocifs. Or, des études ont démontré que certains poly- acétylènes auraient des effets anti-

inflammatoires. Plusieurs études expérimentales montrent un fort potentiel anti-inflammatoire de l'extrait hydroalcoolique et aqueux préparé à partir des feuilles et des graines de céleri par inhibition de l'œdème induit par la carragénine à 1%. L'activité anti-inflammatoire serait due à son action anti-prostaglandine (Al-hindawi, 2013; Baananou *et al.*, 1989 ; Lewis, 1985).

▪ **Effet amaigrissant** : Le céleri est diurétique, il élimine les toxines présentes dans l'organisme. C'est pourquoi le jus de céleri préparé à partir des feuilles et les tiges est recommandé dans les régimes amaigrissants. Par ailleurs des travaux réalisés en prenant en considération le poids de l'animal et certains paramètres chimiques tels que HDL, LDL et VLDL ont confirmé que l'extrait aqueux de céleri à un effet amaigrissant (Vasanthkumar, 2014).

▪ **Effet préventif des tumeurs cancéreuses** : Certains composés contenus dans le céleri (des polyacétylènes) auraient la capacité d'empêcher *in vitro* la prolifération de plusieurs types de cellules cancéreuses humaines (Christensen, 2006). Les graines de céleri ont aussi démontré un effet protecteur contre la formation de cellules cancéreuses au foie chez l'animal (Sultana, 2005).

▪ **D'autres usages médicaux** : Le céleri (*Apium graveolens L*), utilisé fréquemment en Algérie et tous les pays du Maghreb, Les feuilles, les graines ainsi que les tiges de céleri sont utilisées traditionnellement comme : Anticoagulant (Sowbhagya, 2010). Le céleri est utilisé notamment dans le traitement des maladies gastro-intestinales comme anti-spasmodique (Naema, 2010) ; Des études réalisées auparavant ont confirmé ses activités antimicrobiennes et fongiques (Baananou *et al.*, 2013 et Momin, 2001). Des travaux *in vivo* sur les rats ont confirmé son pouvoir de réduire la glycémie (Gelodar, 1997).

Chapitre III:
Metabolites secondaires et
activité biologique du genre
Apium

1. Metabolisme Secondaire des plants

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes (**Abderrazak et Joël, 2007; Lutge et al., 2002**).

Exercent un rôle majeur dans l'adaptation des végétaux à leur environnement. Ils assurent des fonctions clés dans la résistance aux contraintes biotiques (phytopathogènes, herbivores, etc.) et abiotiques (UV, température, etc.).

Sur le plan agronomique, le rôle de ces composés dans la protection des cultures est connu (résistance aux maladies cryptogamiques, aux infections bactériennes, à certains insectes) (**Raven et al., 2000**).

Sur le plan pharmacologique, les métabolites secondaires constituent la fraction la plus active des composés chimiques présents chez les végétaux et on estime aujourd'hui qu'environ 1/3 des médicaments actuellement sur le marché contiennent au moins une telle substance végétale (**Cragg et Newman, 2012**).

2. Généralités sur les composés phénoliques et les huiles essentielles

2.1. Généralités sur les composés phénoliques

Les polyphénols ou composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal. Cette appellation générique désigne un vaste ensemble de substances aux structures variées qu'il est difficile de définir simplement (**Bruneton, 1993**).

A l'heure actuelle, plus de 8000 molécules ont été isolés et identifiés (**Mompon et al., 1998**).

Selon leurs caractéristiques structurales, ils se répartissent en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun : la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (**Hennebelle et al., 2004**).

Ces espèces sont des monomères, des polymères ou des complexes dont la masse moléculaire peut atteindre 9000 (**Harbone, 1993**).

Ils sont divisés en plusieurs catégories : anthocyanes, coumarines, lignanes, flavonoïdes, tannins, quinones, acides phénols, xanthones et autres phloroglucinols où les flavonoïdes représentent le groupe le plus commun et largement distribué. La grande diversité structurale des composés phénoliques rend difficile une présentation globale des méthodes qui permettent leur extraction et leur isolement, des processus mis en jeu au cours de leur biosynthèse, de leurs propriétés physico-chimiques et biologiques (**Bruneton, 1993**).

Les polyphénols sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. Les principales sources alimentaires sont les fruits, les légumes et les boissons (thé, café, jus

de fruits), les céréales, les graines oléagineuses et les légumes secs. Les fruits et légumes contribuent environ pour la moitié à notre apport en polyphénols, les Boissons telles que le jus de fruits et surtout café, thé et autres apportant le reste (**Middleton et al., 2000**).

2.2. Biosynthèse et classification des composés phénoliques

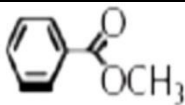
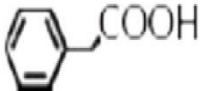
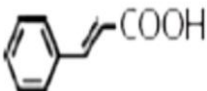
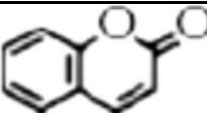
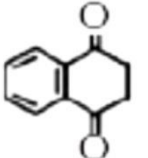
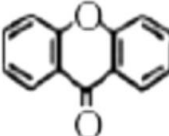
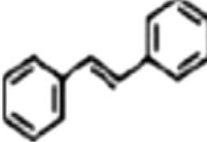
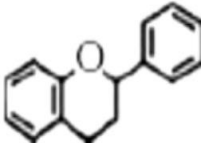
Les polyphénols sont synthétisés par deux voies biosynthétiques : celle, de l'acide shikimique et celle, issue des acétates (**Sarni-Manchado et al., 2006**).

De plus, la diversité structurale des composés phénoliques due à cette double origine biosynthétique, est encore accrue par la possibilité d'une participation simultanée des deux voies dans l'élaboration de composés d'origine mixte, les flavonoïdes (**Martin et al., 2002**).

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes qui se différencient, d'abord, par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C6 à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modifications du squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation...).

Enfin par les liaisons possibles de ses molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être ou non des composés phénoliques). Les différentes classes de ces composés phénoliques isolées des plantes sont illustrées dans le (Tableau 02).

Tableau 02: Structure des squelettes des polyphénols (Crozier *et al.*, 2006).

Nombre de Carbones	Squelettes	Classification	Exemples	Structure de Base
7	C6-C1	Acides phénols	Acide gallique	
8	C6-C2	Acétophénone	Gallacetophénone	
	C6-C2	Acide phénylacétique	Acide hydroxyphénylacétique	
9	C6-C3	Acides hydroxycinamiques	Acide coumarique	
	C6-C3	Coumarines	Esculitine	
10	C6-C4	Naphthoquinones	Juglone	
13	C6-C1-C6	Xanthones	Mangiferine	
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Resveratrol	
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes	Naringénine	

2.3. Propriétés biologiques des composés phénoliques

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs diverses propriétés physiologiques comme les activités antiallergique, anti-atherogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, Antimicrobienne, antivirale, antibactérienne, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (**Ksouri *et al.*, 2007 ; Middleton *et al.*, 2000**).

Ces actions sont attribuées à leur effet antioxydant qui est due à leurs propriétés redox en jouant un rôle important dans la destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres, piégeage de l'oxygène, ou décomposition des peroxydes (**Nijveldt *et al.*, 2001**).

Les effets bénéfiques des polyphénols intéressent particulièrement deux domaines : la phytothérapie et l'hygiène alimentaire (**Leong et Shui, 2002**).

D'après les études multiples attestant de l'impact positif de la consommation de polyphénols sur la santé et la prévention des maladies, les industriels commercialisent maintenant des aliments enrichis en polyphénols ou des suppléments alimentaires, de plus, leur activité antioxydante, les polyphénols assurent une meilleure conservation des denrées alimentaires en empêchant la peroxydation lipidique. Dans l'industrie cosmétique, les composés phénoliques trouvent leur application pratique en luttant contre la production des radicaux libres néfastes dans la santé et la beauté de la peau. En phytothérapie, même si certaines indications sont communes à plusieurs classes (les propriétés vasculoprotectrices, sont, par exemple, aussi bien attribuées aux flavonoïdes qu'aux anthocyanes, aux tanins et autres coumarines), chaque classe chimique semble être utilisée pour des intérêts bien déterminés (**Hennebelle *et al.*, 2004**).

2.4. Principales classes des composés phénoliques

2.4.1. Les acides phénoliques simples

2.4.1.1. Les acides benzoïques

Les acides benzoïques sont formés d'un squelette à sept atomes de carbones (C₆C₁). Ils sont principalement représentés par les acides p-hydroxybenzoïques, protocatéchiques, vanilliques, galliques, syringiques, salicylique, o-hydroxybenzoïques et gentisiques.

2.4.1.2. Les acides cinnamiques

Ces acides possèdent une structure du type (C₆C₃). Les composés les plus fréquents sont l'acide p-coumarique, l'acide caféique, l'acide fertarique et l'acide cinnamique (**Ribereau, 1968**).

2.4.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes (*flavus*, jaune en latin) représentent une large gamme de composés naturels, appartenant à la famille des polyphénols, considérés comme des pigments quasi- universels des végétaux, dont plusieurs sont responsables de la couleur vive des fleurs, des fruits et des feuilles (**Ghedira, 2005 ; Pietta, 2000**). Les flavonoïdes ont été isolés par le scientifique E.Chervreul en 1814, mais ont été réellement découverts qu'en 1930 par Albert Szent-Györgyui, désignés sous le nom de vitamine P, en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins, cette dénomination fut abandonnée lorsqu'on se rendit compte que ces substances ne correspondaient pas à la définition officielle des vitamines, il devient clair que ces substances appartiennent aux flavonoïdes (**Nijveldt et al., 2001**).

Ils sont rencontrés chez les végétaux supérieurs, on les trouve en abondance dans les familles : Polygonacées, Rutacées, Légumineuses, Apiacées et Astéracées (**Hadi, 2004**). Les flavonoïdes sont largement abondants dans les légumes, ainsi que dans les téguments externes des fruits. On estime que la prise moyenne des flavonoïdes par l'homme s'étend de 25 mg à 1 gr/jour (**Mazza et Wang, 2002**).

De nombreux travaux ont montré que certains fruits et légumes sont très riches en flavones, flavonols et flavanones (**Merfek, 2003**). (**Lugeais et al., 2003**) .

Ont étudié la composition en flavonoïdes de quelques fruits et légumes et ils ont conclu que la teneur des aliments en flavone et en flavonol est fortement influencée par des facteurs écologiques tels que : la croissance, la saison, le climat et le degré de maturité

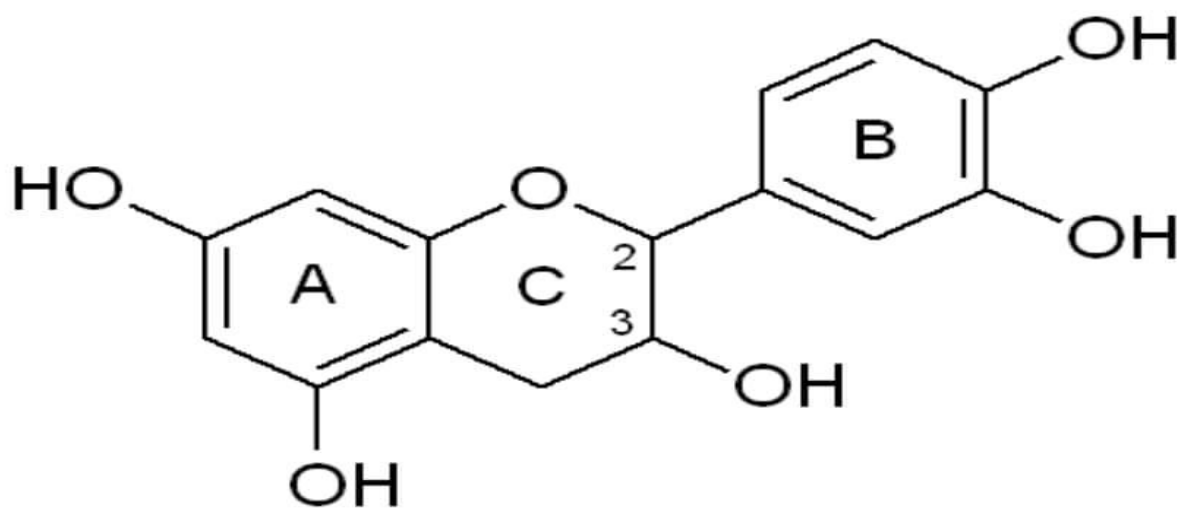


Figure 8: Structure chimique des flavonoides

2.4.3 Propriétés thérapeutiques des flavonoïdes

De nos jours, les propriétés thérapeutiques des flavonoïdes sont largement étudiées dans le domaine médical où on leur reconnaît des activités biologiques et pharmaceutiques. La principale propriété initialement attribuée aux flavonoïdes, est d'être vasculo-protectrice et veinotonique (**Bruneton, 1999**).

Actuellement, les flavonoïdes sont connus par de remarquables activités pharmaco-biologiques comme entre autres des effets hypocholestérolémians (**Formica et Regelson, 1995**) antiviraux, antimicrobiens, et anticancéreux (**Narayana et al., 2001 ; Seyoum et al., 2006**) antiallergiques, antiinflammatoires, antithrombotiques, anti tumoraux et hépato protecteurs (**Middleton et al., 2000**).

Ces activités sont attribuées en partie aux propriétés antioxydantes de ces composés naturels (**Saija et al., 1995**).

2.4.4. Les tanins

Ce sont des dérivés non heterosidiques, n'ayant pas tous des propriétés tannantes, résultant de la polymérisation d'un nombre variable d'unités de (flavan-3-ols), le plus souvent épicatechine et catéchine, avec un degré de polymérisation entre deux et plus de cinquante unités (**Ghestem et al., 2001 ; Khanbabaee et Ree, 2001**). Ces unités liées entre elles par une seule liaison carbone-carbone 4→8 ou 4→6 dans les proanthocyanidines de type B, ou par une liaison interflavanique double (C-4→C-8 ou C-4→C-6) et (C-2→O→C-7) dans les proanthocyanidines de type A (**Bruneton, 1999 ; Vivas et al., 2006**).

Les tanins sont répandus dans le règne végétal, Les tanins sont particulièrement abondants chez les Conifères, les Fagacées et les Rosacées (**Ghestem et al., 2001**). Tous les organes végétaux peuvent en renfermer (l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits, les racines, les graines) avec une accumulation fréquente dans les organes âgés surtout. L'écorce (**Ghestem et al., 2001 ; Khanbabaee et Ree, 2001**). Les tanins sont présents dans une variété de plantes utilisées dans l'alimentation notamment les céréales, les légumineuses et les fruits (sorgho, millet, orge, haricots secs, petits pois, caroube, pomme, mûre, canneberge, datte, raisin, aubépine, pêche poire, kaki, prune, framboise et fraise) (**Peronny, 2005**).

2.4.5. Propriétés thérapeutiques des tanins

Les tanins sont des molécules biologiquement actives, douées d'activités pharmacologiques remarquables et des effets caractéristiques sur la santé humaine (**Chavan et al., 2001 ; Okuda, 2005**). Son potentiel est lié étroitement aux propriétés antioxydantes qui apparaissent importantes dans la protection cellulaire des dommages oxydatifs (**Chung et Wei, 2001**). Les tanins présentent une activité anti-inflammatoire, anti-ulcéreuse et antiparasitaire, en effet, la consommation des plantes à tanins peut affecter la biologie de certaines espèces de parasites intestinaux (**Peronny, 2005**).

2.4.6. Les Coumarines

Ce sont des dérivés des acides hydroxycinnamiques, isolées la première fois de *Coumarouna odorata* par Vogel en 1820, aujourd'hui, près de 1000 composés coumariniques sont isolés dans plus de 800 espèces végétales et dans les micro-organismes. Dans les plantes, on les rencontre chez les *Apiaceae*, les *Asteraceae*, les *Abaceae*, les *Rosaceae*, les *Rubiaceae*, les *Rutaceae* et les *Solanaceae*. Du point de vue structural, on les classe en coumarines simples avec des substituants sur le cycle du benzène, les furanocoumarines, les pyranocoumarines, ceux substitués en position 3 et ou 4 et le dernier groupe serait celui des dimères (**Donatien, 2008**).

2.4.7. Propriétés thérapeutiques des Coumarines

Les coumarines sont utilisées pour leurs propriétés vasculo protectrices, neuro-sédatives, Diurétiques, stomachiques et carminatives (**Hennebelle et al., 2004**).

Ils ont la capacité de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes, et peroxydes. Ils préviennent également la peroxydation des lipides membranaires (**Anderson et al., 1996**).

Les coumarines sont connues par leurs activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du coeur), hypotensives, antimicrobienne, anti-agrégation plaquettaire, anti-inflammatoire, anticoagulante, antitumorale, diurétiques, anti-oedémateuses et analgésique (**Stefanova et al., 2007**).

Elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées (**Chen, 1995 ; Gonzalez et Estevez-Braun, 1997 ; Kayser et al., 1997 ; Resch et al., 1998 ; Yoshikawa et al., 1994**).

2.5. Généralités sur les huiles essentielles

Les huiles essentielles ou essences végétales sont des produits huileux, volatiles, odorants et incolores ou légèrement teintés obtenus par distillation à la vapeur d'eau, par expression, par incision ou par enfleurage du matériel végétal (**Budavari, 1996**).

Ces essences sont largement distribuées dans le règne végétal et n'existent que chez les végétaux supérieurs. En effet elles se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles botaniques comme par exemple chez les Lamiacées (lavande, basilic, menthe...), les Myrtacées (eucalyptus...), les Lauracées (cannelles et sassafras) et les Apiacées (Coriandre, Céleri, cumin, fenouil, persil...) (**Richter, 1993**).

Les huiles essentielles se trouvent dans tous les organes de la plante : racines, fruit, graines, feuilles, fleurs, écorces, bois. Elles se forment dans des cellules spécialisées, le plu souvent regroupées en canaux ou en poches sécréteurs et elles sont ensuite transportées dans les différentes parties de la plante lors de la croissance de cette dernière (**Bernard, 1988**).

Elles se différencient des huiles grasses, par leurs propriétés physiques et leur composition de fait qu'elles se volatilisent à la chaleur et que ses taches sur le papier sont passagères (**Sallé, 1991**). Elles se caractérisent par leur propriété organoleptique (odeur, couleur et goût). A la température ambiante, elles sont généralement liquides de densité souvent inférieure à celle de l'eau. Elles sont incolores ou jaune pâle. Sauf quelques exceptions comme les huiles essentielles de la cannelle (orange), de l'absinthe (vert) ou de la camomille (bleu).

Leur indice de réfraction est élevé et le plus souvent elles sont douées de pouvoir rotatoire. On leur attribue différents indices chimiques (Indice d'acide, d'ester, de carbonyle...).

Elles sont peu solubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques (éther, alcool, hexane et pentane), elles dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels. En outre, elles s'oxydent et se polymérisent facilement. Pour éviter cela il faut les conserver à l'abri de la lumière et de l'air (**Brunetan, 1999**).

2.6. Les méthodes d'extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles de la matière végétale peut être réalisée au moyen de nombreux et divers procédés, basés sur des techniques anciennes : Distillation, Expression, Enfleurage ou plus récentes : extraction sous irradiation micro-ondes ou par ultra-sons, néanmoins la distillation reste la méthode la plus précise du fait qu'elle est facile à mettre en oeuvre.

2.6.1. Hydrodistillation

C'est la technique la plus simple et la plus répandue. Elle consiste à immerger la matière première directement dans l'eau, puis l'ensemble est porté à ébullition ; l'opération est généralement conduite à pression atmosphérique. Les vapeurs formées sont condensées par un système de réfrigération par un courant d'eau. Lors de la distillation des huiles essentielles, plusieurs phénomènes sont à la base d'échange de matière entre les phases solide, liquide et vapeur, d'où l'influence d'un grand nombre de paramètres sur la qualité et le rendement de la production de ces essences végétales. Les expérimentations conduites jusqu'à épuisement de substrat en essence montrent que la durée de la distillation est plus longue pour les organes de plantes ligneuses que pour les herbacées. Cette différence est fortement liée à la localisation des systèmes d'élaboration ou de stockage des huiles essentielles qui sont soit à la surface ou à l'intérieur des tissus de la plante. De ce fait, ces structures ont une influence sur le déroulement de l'hydrodistillation, c'est-à-dire sur les mécanismes successifs mis en jeu, et par conséquent sur la durée de l'opération d'extraction. Dans le cas où ces structures sont superficielles, la membrane externe ou la cuticule sont rapidement rompues lors de l'ébullition, les composés volatils sont immédiatement évaporés. Lorsque les H. Es sont sous cutanées, elles doivent d'abord diffuser à travers l'épaisseur du tissu végétal avant d'entrer en contact avec l'eau ou sa vapeur pour qu'elles puissent s'évaporer comme dans les sécrétions superficielles **(Hajji, 1985)**.

2.6.2. Entraînement à la vapeur d'eau

Dans ce type de distillation, la plante est traversée par un courant de vapeurs d'eau qui va tirer les substances volatiles hydrophobes. Après condensation, la séparation se fait par décantation. Cette méthode apporte une amélioration à la qualité des huiles essentielles en minimisant les éventuelles altérations hydrolytiques **(Lucchesi, 2005)**.

2.7. Propriétés biologiques des huiles essentielles

Depuis l'Antiquité, les extraits aromatiques des plantes ont été utilisés dans différentes formulations, comme pour les médicaments et la parfumerie **(Essawi, 2000)**. Les huiles essentielles ont été considérées comme les agents antimicrobiens les plus efficaces présents dans ces plantes. Les qualités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. Ces propriétés antimicrobiennes sont dues entre autres, à la fraction des huiles essentielles contenue dans les plantes. Il existe aujourd'hui approximativement 3000 huiles, dont environ 300 sont réellement commercialisées, destinées principalement à l'industrie des arômes et des parfums. Mais la tendance

actuelle des consommateurs à rechercher une alimentation plus naturelle, a entraîné un regain d'intérêt des scientifiques pour ces substances (Sipailiene, 2006).

2.8. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

2.8.1. Propriétés physiques

Les huiles essentielles ont les propriétés suivantes :

- Peu soluble dans l'eau ; cependant elles lui communiquent leur odeur (eau distillé florale) ; Par contre elles sont solubles dans les alcools, ainsi que dans les huiles fixes et dans les solvants organiques ;
- Elles sont sensibles à l'oxydation, elles ont tendance à se polymériser en donnant lieu à la formation des produits résineux, ce qui conduit à la modification de leur odeur et leurs points d'ébullition, donc ne se conserve pas longtemps ;
- Leur point d'ébullition varie entre 160 et 240 ° C ;
- Leur indice de réfraction est souvent élevé ;
- Généralement de couleur jaune pâle, ou même elles sont incolores ;
- Elles sont volatiles et c'est la différence entre eux et les huiles fixes ;
- Elles sont liquides à la température ambiante ;
- La plupart ont une densité inférieure à 1, excepté les huiles essentielles de cannelle de giroflier et du saffran.

2.8.2. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Elles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits ou graines. Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpénoides (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (El Haïb, 2012).

- **Les monoterpènes**

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C₅H₈)₂, selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales (El Haïb, 2012).

- **Les sesquiterpènes**

Ce sont des composés de trois unités d'isoprènes, ce sont des dérivés d'hydrocarbures en $(C_5H_8)_3$, ils sont présents dans de nombreuses huiles essentielles. Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature (**El Haib, 2012**). Les huiles essentielles qui renferment ces molécules rares trouvent de très larges applications dans le traitement de toutes pathologies allergiques et inflammatoires. Toutes les éruptions et irritations cutanées, les crises d'asthme, les artérites. Les sesquiterpénoides n'ont pratiquement aucune toxicité aux doses physiologiques. Ils peuvent s'appliquer sur la peau sans la moindre irritation qu'ils sont même censés combattre (**Pierron, 2014**).

- **Les composés aromatiques**

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthol, l'estragole et bien d'autres. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic et de l'estragon (**El Haib, 2012**).

2.9. Les méthodes d'analyses des huiles essentielles

Une parfaite connaissance de la composition chimique des huiles essentielles est nécessaire aux industriels pour en contrôler la qualité et la régularité en vue d'une bonne commercialisation et pour y déceler une éventuelle spécificité en vue de sa valorisation. En effet, ces huiles essentielles constituent souvent une matière première destinée à des secteurs d'activités aussi divers que ceux de la parfumerie, des cosmétiques, des industries pharmaceutiques et de l'agroalimentaire. Quel que soit le secteur concerné, l'analyse des huiles essentielles reste une étape importante qui, malgré les développements constants des méthodes de séparation et d'identification, demeure une opération délicate nécessitant la mise en oeuvre de diverses techniques (**Julien, 2005**). Leur analyse comporte plusieurs séquences :

- ✦ La première séquence consiste à les analyser, tout d'abord, par Chromatographie en Phase gazeuse (CPG) ; cette technique permet l'individualisation des constituants, leur quantification et le calcul de leurs indices de rétention (Ir), puis à les analyser par le couplage d'une technique chromatographique, généralement la CPG, avec une technique d'identification spectrale, couramment la spectrométrie de masse (SM). L'identification est ensuite réalisée par comparaison des indices de rétention Ir et des données spectrales (spectres de masse) des constituants individualisés avec les

caractéristiques de produits de référence contenus dans des bibliothèques de spectres. Cette étape est habituellement suffisante dans les cas d'analyse de routine d'huiles essentielles.

✦ Une deuxième séquence est mise en oeuvre lorsque l'huile essentielle est complexe. Un fractionnement de l'huile essentielle est alors effectué, le plus souvent par chromatographie liquide sur colonne ouverte de silice ou d'alumine. Les fractions obtenues sont ensuite analysées de la façon décrite dans la première séquence. Cette étape est à privilégier lorsque l'on veut étudier les différentes familles de composés (esters, alcools, cétones...).

✦ Enfin, une troisième séquence peut être mise en oeuvre lorsqu'un ou plusieurs constituants de l'huile essentielle sont inconnus des bibliothèques de comparaison et qu'ils ne sont pas décrits dans la littérature. Il est alors nécessaire de les purifier par distillation fractionnée ou par des techniques chromatographiques préparatives telles la Chromatographie sur Couche Mince (CCM), la Chromatographie liquide sur Colonne ouverte (CC), la Chromatographie Liquide Haute Performance (CLHP) ou encore la Chromatographie en phase gazeuse préparative (CGP). L'objectif est d'aboutir à leur identification structurale par les techniques spectroscopiques usuelles : Résonance Magnétique Nucléaire du proton (RMN-1H) et du carbone-13 (RMN-13C), SM, IRTF, etc... (**Julien, 2005**).

2.10. Activités biologiques des huiles essentielles

La diversité moléculaire qui compose les huiles essentielles, leur confère des propriétés biologiques. En effet plus récemment, des études ont montré que les huiles essentielles de l'herbe du Laos (*Chromoleana odorata*) et de *Mikania cordata*, donnaient des tests d'inhibition positifs sur la lipoxigénase L-1 de soja, modèle de la lipoxigénase 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 *Chromoleana odorata* présentaient des actions positives sur la fonction cyclooxygénase de la prostaglandine H-synthétase (**Bedi et al, 2010**). Enfin, les mêmes auteurs ont montré que les huiles essentielles de *Cymbopogon giganteus*, *Ocimum gratissimum*, *Eucalyptus citriodora* avaient des activités inhibitrices sur la cyclooxygénase (**Bedi et al, 2003**).

Certaines huiles essentielles présentent des activités antitumorales et sont utilisées dans le traitement préventif de certains types de cancers. L'huile essentielle isolée des graines de *Nigella sativa* L., démontre une activité cytotoxique in vitro contre différentes lignées tumorales. In vivo, elle limite la prolifération des métastases hépatiques et retarde la mort des souris ayant développé la tumeur P815 (**Mbarek et al., 2007**). L'huile essentielle de *Melissa officinalis* s'est, quant à elle, révélée efficace contre des cellules de lignées cancéreuses humaines, incluant des cellules leucémiques HL-60 et K562 (**De Sousa et al., 2004**).

D'autres applications médicales ont fait l'objet d'études. Les travaux réalisés par (Oussou 2009), ont prouvé la capacité de l'huile essentielle d'*Ocimum canum* à limiter la formation d'ulcères gastriques induits par l'éthanol. Ceux de (Monti *et al.*, 2002) ont montré que les huiles essentielles facilitent la pénétration transdermique de substances médicamenteuses lipophiles, comme l'oestradiol. Des travaux tentent également d'analyser les effets des huiles essentielles sur le comportement (Umezu, 1999) ou d'évaluer la possibilité de les utiliser dans la lutte contre. L'addiction de certaines drogues, comme la nicotine (Zaho *et al.*, 2005).

3. les activités biologiques d'*Apium graveolens*

3.1. Activité antioxydante

Plusieurs réactions biologiques impliquent l'oxydation de substrats où l'accepteur d'électrons est l'oxygène moléculaire (O_2). Ces types de réactions sont catalysés par un groupe d'enzymes métalloprotéines appelées "oxydases". Plus de 90% d'oxygène consommé par les cellules des mammifères est catalytiquement réduit par quatre électrons pour produire deux molécules d'eau. Cependant, l' O_2 peut être réduit par moins de quatre électrons, en présence de certaines oxydases, donnant ainsi naissance à des espèces oxygénées partiellement réduites et hautement réactives appelées espèces réactives de l'oxygène (ERO) ou espèces oxygénées réactives (EOR) (Grisham, 1988).

▪ Les radicaux libres

Définition : Un radical libre peut être une molécule ou un atome neutre ou chargé, ayant un ou plusieurs électrons non appariés (célibataire), ce qui le rend extrêmement réactif. C'est le cas l'anion superoxyde $O_2^{\bullet-}$, d'où le symbole $\bullet$ indique la présence d'un électron célibataire, le signe $-$ une charge électronique négative (Dacosta, 2003).

Parmi toutes les espèces réactives oxygénées (ERO), on distingue un ensemble restreint de ces composés qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appelons les **radicaux primaires** à savoir : l'anion superoxyde ($O_2^{\bullet-}$), le radical hydroxyle ($OH^\bullet$), le monoxyde d'azote ($NO^\bullet$), le radical peroxy ($ROO^\bullet$) et le radical alkoxy ($RO^\bullet$). Les autres radicaux libres, dits **radicaux secondaires** telles que l'oxygène singulet (1O_2), le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , le nitroperoxyde ($ONOO^-$). Se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule (Favier, 2003).

❖ Origine des radicaux

L'origine des radicaux libres, ils peuvent être :

▪ **De source exogène :** Tout d'abord, la pollution peut générer la formation d'espèces réactives de l'oxygène. Une bouffée de cigarette contient environ 1014 radicaux et des traces d'ions métalliques qui

peuvent réagir avec le peroxyde d'hydrogène pour former des radicaux Hydroxyles. Les rayonnements (UV, X, γ) sont capables de générer des radicaux libres. Les particules inhalées (amiante, silice) sont aussi des sources des radicaux libres (**Favier, 2003**).

L'ingestion d'alcool, d'antibiotiques et d'anticancéreux est suivie de formation des radicaux libres selon divers mécanismes métaboliques in vivo (**Hadi, 2004**). Une grande partie des aliments qu'on consomme est oxydée et contient différents types d'oxydants tels que les peroxydes, les aldéhydes, les acides gras oxydés et les métaux de transition (**Ames, 1986**).

▪ **De source endogène :** À côté des sources non métaboliques (exogènes) d'EOR, les systèmes intracellulaires (endogènes) sont plus importants du fait que les EOR sont produits en continu durant toute la vie de chaque cellule dans l'organisme. La chaîne respiratoire mitochondriale constitue une source majeure des EOR dans les systèmes biologiques (**Chen et al., 2003**).

Dans les conditions physiologiques normales, 1 à 2% d'oxygène réduit dans la mitochondrie est converti en $O_2^{\bullet-}$ par la NADH déshydrogénase et l'ubisemiquinone de la chaîne respiratoire (**Bai et Cederbaum, 2001**). Cette quantité d' $O_2^{\bullet-}$ produite peut-être amplifiée dans le cas d'effort physique ou lorsque la fraction d'oxygène inspiré augmente (au cours de certaines modalités de ventilation artificielle utilisant un mélange hyperoxique) ou lors des désordres mitochondriaux génétiques, inflammatoires ou nutritionnels (carence en ubiquinone) (**Favier, 2003**).

Autres chaînes de transport d'électrons (ex. peroxysomes et microsomes) contribuent également à la production d' $O_2^{\bullet-}$ dans les cellules en aérobiose. Les cytochromes P450 et b5 de

La chaîne de transport d'électrons des microsomes peut produire des EOR quand ils interrompent le cycle redox normal et détournent le flux d'électrons vers l' O_2 (**Sevanian et al., 1990**). Les cytochromes réductases impliquées dans les réactions redox des cytochromes P450 et b5 peuvent, à leur tour, produire l' $O_2^{\bullet-}$ et le $OH^{\bullet}$ suite à leur auto-oxydation (**Bernhardt, 1996; Sevanian et al., 1990**).

L'activité de quelques enzymes cytoplasmiques conduit également à la formation des EOR comme produit de leur cycle catalytique ; la xanthine oxydase et l'aldéhyde déshydrogénase forment l'exemple le plus important (**Fridovich, 1970 ; Rajagopalan, 1980**). Dans les érythrocytes, une source importante de production des EOR est l'auto oxydation de l'hémoglobine qui conduit à la formation de l'anion radical $O_2^{\bullet-}$. En présence de donneurs d'électrons, une réduction bivalente de l' O_2 lié à l'hémoglobine prend place résultant en la formation du H_2O_2 (**Bartosz, 2003**).

Le monoxyde d'azote ($NO^{\bullet}$) est synthétisé à partir de l'arginine par les différentes (NOS) à des fins de médiation au niveau des cellules nerveuses, endothéliales et des macrophages, la source majeure du $O_2^{\bullet-}$ est sans doute la "flambée respiratoire, des cellules phagocytaires activées (neutrophiles,

éosinophiles et macrophages) en réponse aux stimuli inflammatoires. Cette flambée respiratoire est caractérisée par une augmentation intense de consommation d'oxygène où son acteur principal est le complexe enzymatique NADPH oxydase (**Babior et al., 2002**). La contribution de l'enzyme NADPH oxydase des neutrophiles est capitale dans la lutte anti-infectieuse car elle permet la destruction des bactéries et des corps étrangers phagocytés (**Babior et al., 2002**). De même, la myéloperoxydase lysosomiale des phagocytes participe dans ce processus par sa production du HOCl à partir du H₂O₂ et du Cl- (**Rodrigues et al., 2002**).

❖ Stress oxydatif

Le stress oxydatif est le déséquilibre entre la génération des espèces oxygénées réactives (EOR) et la capacité du corps à les neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs. Il correspond à une perturbation du statut oxydatif intracellulaire (**Morel et Barouki, 1999**).

❖ Origine du stress

Les EOR sont produites par divers mécanismes physiologiques, car ils ont des rôles vitaux très importants en agissant à faibles concentrations, dans la régulation des réponses biologiques, la transduction du signal et autres voies de signalisation. Elles améliorent les fonctions immunologiques, par amplification du signal intracellulaire, dans les lymphocytes T, suite à une faible stimulation antigénique, donnant lieu à une réponse immunitaire spécifique (**Dröge, 2002**).

Cette production physiologique est parfaitement maîtrisée par les systèmes de défense. Dans les circonstances normales, on dit que la balance antioxydants / prooxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit nutritionnel en antioxydants ou par suite d'une surproduction exagérée des EOR, elle présente des effets néfastes en induisant l'apoptose des cellules saines ou en activant l'expression de divers gènes codant pour des cytokines ou protéines d'adhésion, ce qui conduit à l'amplification de la réponse inflammatoire (**Conner et Grisham, 1996**). Les EOR instables sont particulièrement réactionnelles et seront capables de provoquer des dégâts cellulaires importants.

❖ Les antioxydants

Définition : Un antioxydant est défini comme étant toute molécule, à concentration relativement faible, capable d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et peut retarder, inhiber ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques (**Berger, 2006**), ce sont des composés qui réagissent avec les EOR et les rendent ainsi inoffensifs (**Vansant, 2004**).

a) Antioxydants enzymatiques : Représentés principalement par trois enzymes : la superoxyde dismutase (SOD), la catalase et la glutathion peroxydase (GPx). Ces enzymes ont une action complémentaire sur la cascade radicalaire au niveau de superoxyde et de peroxide.

b) Antioxydants non enzymatiques : Ce groupe d'antioxydants est constitué de plusieurs composés capables de réagir directement ou indirectement avec les EOR. Le mécanisme indirect implique la chélation des métaux de transition ce qui empêche la production du radical hydroxyle, hautement toxique.

Les antioxydants à action directe sont capables de donner des électrons à l'oxygène radicalaire afin qu'ils puissent le piéger, l'empêchant ainsi d'attaquer les structures biologiques. Ils peuvent agir comme agents réducteurs capables de passer leurs électrons aux EOR et les éliminer (**Kohen, 2002**).

❖ Méthodes d'évaluation des propriétés antioxydantes in vitro

Plusieurs méthodes sont disponibles pour mesurer l'activité antioxydante des aliments et les systèmes biologiques (**Ali et al., 2008**). Elles peuvent être classées en deux groupes selon deux mécanismes : soit par le transfert d'atome d'hydrogène, soit par le transfert d'un simple électron (**Huang et al., 2005**).

Les techniques du premier groupe sont employées pour évaluer la peroxydation lipidique en utilisant un substrat lipidique ou lipoprotéique. La quantification de cette propriété est exprimée par la mesure du degré d'inhibition de l'oxydation (**Sanchez-Moreno et Larrauri, 1998**). Alors, les méthodes du deuxième groupe sont celles qui interviennent dans la mesure de l'habileté du piégeage des radicaux libres. Elles comportent le balayage du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), de l'acide hypochloreux ($HOCl$), de l'hydroxyle ($OH\bullet$), des anions superoxyde ($O_2^{\bullet-}$), du peroxyde ($ROO\bullet$) et de l'oxyde nitrique ($NO\bullet$) (**Sanchez-Moreno, 2002**).

Parmi ces techniques, nous citons :

- La méthode d'ORAC (Capacité d'absorbance du radical de l'oxygène) (**Cao et al., 1993**) ;
- La méthode d'ABTS (2,2-azinobis (3-éthyle-benzothiazoline-6-sulphonate) ou TEAC (Capacité antioxydante équivalente de Trolox) (**Miller et al., 1993**) ;
- La méthode de FRAP (Capacités réductrices ferriques d'antioxydants) (**Benzie et Strain, 1996**) ;
- La méthode du radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (**Brand-Williams et al., 1995**) ;
- La méthode de DMPD (Balayage du radical cation N, N- dimethyl- ρ -phenylenediamine) (**Li et al., 1994**) ;
- La méthode TRAP (Paramètre du piégeage du radical total) (**Wayner et al., 1985**)
- La méthode photochimiluminescence (PCL) (**Popov et al., 1987**) .

3.2. Activité anti-inflammatoire

La réponse inflammatoire est une réponse adaptative engendrée en réponse à des stimuli-nocifs telle qu'une infection ou une agression tissulaire. Elle nécessite une régulation fine, généralement bénéfique, elle conduit à l'élimination d'éventuels pathogènes et au retour à l'homéostasie du tissu lésé. Une régulation défectueuse peut engendrer des dommages irréversibles. Une réponse insuffisante conduit à une immunodéficience pouvant entraîner une infection secondaire ou même un cancer. Exacerbée, au contraire, elle augmente la morbidité et la mortalité dans des pathologies comme l'arthrite rhumatoïde, la maladie de Crohn ou encore le diabète. Mal contrôlée, l'inflammation peut s'étendre au reste de l'organisme via la circulation sanguine. Elle peut alors conduire à des dommages tissulaires irréversibles locaux ou généralisés, parfois à un choc septique entraînant dans les cas les plus graves le décès (**Barton, 2008; Nathan, 2002**).

La réponse inflammatoire est associée au système immunitaire, qui peut être divisé en deux branches interconnectées. L'immunité innée est la plus ancienne. Elle est présente chez tout organisme pluricellulaire. Les cellules du système immunitaire inné possèdent des récepteurs PRR (Pattern Recognition Récepteurs), et des voies de signalisation hautement conservées pour détecter et réagir face à une infection ou à une blessure. La détection de ces signaux exogènes d'origine microbienne, les PAMPs, ou endogènes, les alarmines (**Bianchi, 2007**), va conduire à l'initiation de la cascade inflammatoire et à l'activation d'une réponse immunitaire acquise ou adaptative (**Barton, 2008 ; Medzhitov, 2008**).

La réponse inflammatoire se déroule en quatre étapes : la reconnaissance des signaux de danger, le recrutement de cellules sur le site d'infection, l'élimination du pathogène et la résolution de l'inflammation conduisant à un retour à l'homéostasie et à la cicatrisation du tissu lésé (**Barton, 2008**). En absence d'une résolution, s'installe une inflammation chronique .

❖ L'inflammation aigue

Il s'agit de la réponse immédiate à un agent agresseur, de courte durée (quelques jours à quelques semaines), d'installation souvent brutale et caractérisée par des phénomènes vasculo-exsudatifs intenses. Les inflammations aiguës guérissent spontanément ou avec un traitement, mais peuvent laisser des séquelles si la destruction tissulaire est importante (**Charles et al., 2010**). L'inflammation aigue se constitue en trois phases

▪ Phase vasculaire

Il s'agit d'une vasoconstriction artériolaire, très brève de quelques secondes. Elle est due à l'action du système sympathique, et est très rapidement ressentie puisque douloureuse, expliquée par la libération

d'histamine, de sérotonine et de kinine, l'excitabilité des terminaisons nerveuses en est la conséquence et va conforter le processus douloureux. Cette constriction n'est pas innocente sur les plaquettes présentes dans la circulation, laquelle est perturbée. Ces plaquettes vont alors s'activer. Très vite à cette vasoconstriction, va faire suite une vasodilatation des vaisseaux sanguins. Le débit local est augmenté et la perméabilité des capillaires est exacerbée, ce qui explique l'extravasation des cellules sanguines (diapédèse). Et ce qui explique en partie la constitution de la chaleur et de la rougeur. La migration des cellules s'accompagne d'un transfert de plasma qui crée l'oedème (**Kumar *et al.*, 2007**).

▪ Phase cellulaire (recrutement des leucocytes)

Les phénomènes vasculo-exsudatifs initiaux permettent l'arrivée dans le foyer inflammatoire des leucocytes. Les premiers sur place (environ 6 heures) sont les polynucléaires. Le plus souvent, les polynucléaires sont progressivement remplacés sur le site inflammatoire par les cellules monocytes. Parmi celles-ci, les macrophages ont pour fonction d'assurer la détersion grâce à leur capacité de phagocytose. Il s'y associe des lymphocytes et des plasmocytes qui participent à la réponse immune spécifique de l'antigène (**Nathan, 2002**). L'afflux des cellules, fait que celles-ci vont d'abord se marginaliser sur le site de l'agression en environ 30 minutes. C'est à ce moment qu'on pourra constater « in situ » la présence de polynucléaires neutrophiles, lesquelles sont plaqués le long des cellules endothéliales de l'endroit concerné. Ces cellules vont traverser la paroi, grâce à de nombreux facteurs attractants comme l'IL8, C5a et LTB4. Ces cellules vont en effet ingérer les éléments lésés. Cette fonction n'est pas simple. Elle repose sur la dégranulation des composants internes de la cellule. Ceci conduit à la sécrétion des protéases (élastase et collagénase), et la libération des radicaux libres. Les PMNs (Polymorphonucléaires neutrophiles), vont contribuer à l'éradication des corps étrangers (s'il y a lieu) ou des tissus lésés (en cas de traumatisme par exemple). Dans ce type de situation, la réaction va s'arrêter mais ceci n'est pas toujours le cas et les macrophages dont le pouvoir phagocytaire est important, vont intervenir. Ceci constitue le passage de la réaction inflammatoire proprement dite à la réaction immunitaire et la mise en place des processus inhérents (**Charles *et al.*, 2010**).

▪ Phase de résolution

La phase de résolution, dite de réparation, dépend du degré des lésions tissulaires. En effet, dans les conditions les plus favorables, les agents agresseurs sont éliminés par les PMNs, et les produits de dégradation ainsi que les débris cellulaires sont phagocytés par les macrophages. Les macrophages vont alors sécréter des cytokines et des médiateurs qui vont induire la phase de cicatrisation et de régénération tissulaire. Le retour à un état physiologique consiste dans un premier temps en la réparation de l'endothélium par les cellules endothéliales elles-mêmes, ces cellules pouvant produire et remodeler les éléments de leur stroma (collagène de type I et III) ou de leur lame basale (collagène de type IV et V, laminine). Si l'atteinte est plus sérieuse et entraîne une destruction du tissu atteint, d'autres cellules vont

intervenir pour réparer le nouveau tissu. Les macrophages vont participer à l'angiogenèse, mais ce sont surtout les fibrocytes puis les fibroblastes qui vont produire les protéines matricielles des tissus intercellulaires, comme le collagène, la fibronectine et la laminine pour permettre la reconstruction des tissus. Le système de l'angiogenèse est ainsi remis au repos et la réaction inflammatoire peut s'éteindre (Weill *et al.*, 2003).

❖ L'inflammation chronique

Morphologiquement, l'inflammation chronique est définie par la présence de lymphocytes, macrophages, et plasmocytes dans les tissus. Dans de nombreux cas, la réponse inflammatoire chronique peut persister pendant de longues périodes (plusieurs mois ou années). Elle est considérée comme être causé par l'engagement persistant des réponses de l'immunité innée et acquise, comme dans la polyarthrite rhumatoïde, le rejet de l'allogreffe chronique, dans la beryllose, et dans l'inflammation granulomateuse. Il est prouvé que les macrophages dans ces lésions produisent une série de médiateurs pro-inflammatoires qui activent les fibroblastes pour fixer le collagène et activer les autres macrophages et lymphocytes pour libérer des médiateurs responsables des réponses inflammatoires. L'inflammation chronique est initialement déclenchée par des réponses vasculaires qui impliquent l'apparition de molécules d'adhésion sur la surface des cellules endothéliales qui vont spécifiquement entrainer l'adhésion des lymphocytes et des monocytes, et permettent leur transmigration dans le compartiment extravasculaire (Charles *et al.*, 2010). Tout comme dans la réponse inflammatoire aiguë, les lymphocytes et les monocytes, subissent un processus d'activation qui favorisent l'adhérence et la transmigration de ces cellules dans le compartiment extravasculaire. En tout type de réponse inflammatoire, les différences entre les types de molécules d'adhésion exprimées sur les cellules endothéliales détermineront le type de leucocytes qui migrent (Charles *et al.*, 2010; Nourshargh *et al.*, 2006).

❖ Cellules et médiateurs de l'inflammation

a) Les Cellules : Les polynucléaires neutrophiles (PNNs), représentent 50 à 70% des leucocytes circulants dans le sang (Botting, 2000). Ils constituent la première ligne de défense de l'organisme contre les agents infectieux et les substances étrangères (Stevens, 2010). Les fonctions des différents leucocytes impliqués dans la réponse inflammatoire sont résumées dans le (tableau 03).

Tableau 03 : Différents leucocytes intervenant au cours de la réponse inflammatoire (Serhan et *al.*, 2010)

Type cellulaire	Fonction basique dans l'inflammation
Neutrophiles	Migrent vers le tissu extravasculaire, ont des propriétés phagocytaires et sont activés par des chimio-attracteurs dans le site de l'agression. Ils libèrent des protéases, des protéines cationiques, les eicosanoïdes ils meurent sur le site et sont phagocytés par le macrophage.
Mastocytes	Cellules phagocytaires, résidentes dans les tissus de connexions et dans les muqueuses. Libèrent de médiateurs inflammatoires (essentiellement anaphylactiques). Ils contiennent de l'histamine.
Basophiles	Migrent vers le tissu extravasculaire et ont des propriétés phagocytaires. Interviennent dans les réactions allergiques.
Eosinophiles	Migrent vers le tissu extravasculaire où ils peuvent survivre plusieurs semaines. Ils ont des propriétés phagocytaires et interviennent dans les infections parasitaires.
Plaquettes	Source initiale de médiateurs inflammatoires et interviennent aussi dans la cascade de coagulation.
Monocytes	Se différencient en macrophages tissulaires, dans le foie, les poumons... où ils peuvent y survivre pendant des années. Ce sont de puissants phagocytes, ils sont impliqués dans la présentation de l'antigène aux lymphocytes T et B et dans la libération des médiateurs inflammatoires.
Les cellules de l'endothélium	Des vaisseaux de petit et moyen calibre jouent un rôle important au cours de l'inflammation. Les cellules endothéliales sont capables de participer aux phénomènes de réparation post-inflammatoire par la production de protéines matricielles. Ils sécrètent les cytokines, leur multiplication et leur différenciation sont indispensables à l'angiogenèse, facteur clé de réparation tissulaire.
Les fibroblastes	Les fibroblastes de la matrice extracellulaire du tissu conjonctif produisent au cours de la réaction inflammatoire des enzymes de destruction de la matrice : collagénases, gélatinase...etc. Ils participent aussi aux phénomènes de cicatrisation par la production de différents constituants de la matrice : collagènes, protéoglycanes, fibronectine et élastine.

a) Médiateurs de l'inflammation : La réponse inflammatoire provoque la libération de divers médiateurs inflammatoires. Ces médiateurs affectent le développement et la résolution de l'inflammation en agissant sur les différentes cellules impliquées dans la réaction inflammatoire (Rankin, 2004).

Le tableau ci-dessous résume l'origine et les effets des plus importants médiateurs de l'inflammation.
Tableau 04 : Origines cellulaires et effets des principaux médiateurs impliqués dans le développement de la réaction inflammatoire (Rankin, 2004 ; Male, 2005 ; Davoine et Lacy, 2014).

Médiateurs	Origines	Effets
Histamine	Mastocytes, basophiles, éosinophiles et plaquettes	Assure la vasodilatation, augmente la perméabilité vasculaire, induit l'expression des molécules d'adhésion sur l'endothélium vasculaire.
Sérotonine	Mastocytes et plaquettes	Augmente la perméabilité vasculaire, dilate les capillaires et stimule la contraction des muscles lisses.
Facteurs d'activation plaquettaire (PAF)	Plaquette, neutrophiles, monocytes et cellules endothéliales	Vasodilatation, augmente l'adhésivité de la paroi vasculaire, stimule l'agrégation des plaquettes, induit la production des ROS et la libération des enzymes lysosomiales par les neutrophiles, les éosinophiles et les macrophages.
Prostaglandine	Essentiellement par les leucocytes	Vasodilatation, renforce l'action de l'histamine, augmente la sensibilité des neurones et est responsable de la douleur.
Cytokines	Macrophages et les lymphocytes	Elles agissent sur des récepteurs membranaires, elles peuvent être pro-inflammatoires (IL-1 β , IL-6, ou le TNF α) ou encore anti-inflammatoires (IL-10). Intervient dans la réparation tissulaire.

3.3. Activité cicatrisante

3.3.1. Caractristion de la peau

Au cours de cette activité, nous avons jugé indispensable de donner d'abord un rappel sur l'histo-physiologie de la peau avant d'entamer le mécanisme de cicatrisation et tous ce qui est en relation avec cette activité.

3.3.2. Structure de la peau

La peau constitue le plus grand organe du corps humain avec une surface de 1,8 m² représentant approximativement 7 kg pour une personne de 65kg, soit plus de 10% de la masse corporelle (Schaefer, 1996). Grâce à ses propriétés de barrière entre l'organisme et l'environnement, les fonctions de la peau sont d'une part, une protection contre les agressions de l'extérieur et d'autre part, un maintien de l'homéostasie du corps grâce notamment à la thermorégulation et à la sécrétion de sébum et de sueur. Les agressions extérieures comprennent en particulier les produits chimiques, les bactéries, les allergènes, les champignons, les radiations mais également les changements de température et d'humidité. Elle constitue également le siège du sens du toucher (Kenneth, 2002; Tran, 2009). La peau normale humaine est constituée de trois couches principales dont les cellules interagissent ensemble, afin d'assurer ses différentes fonctions (Figure 9).

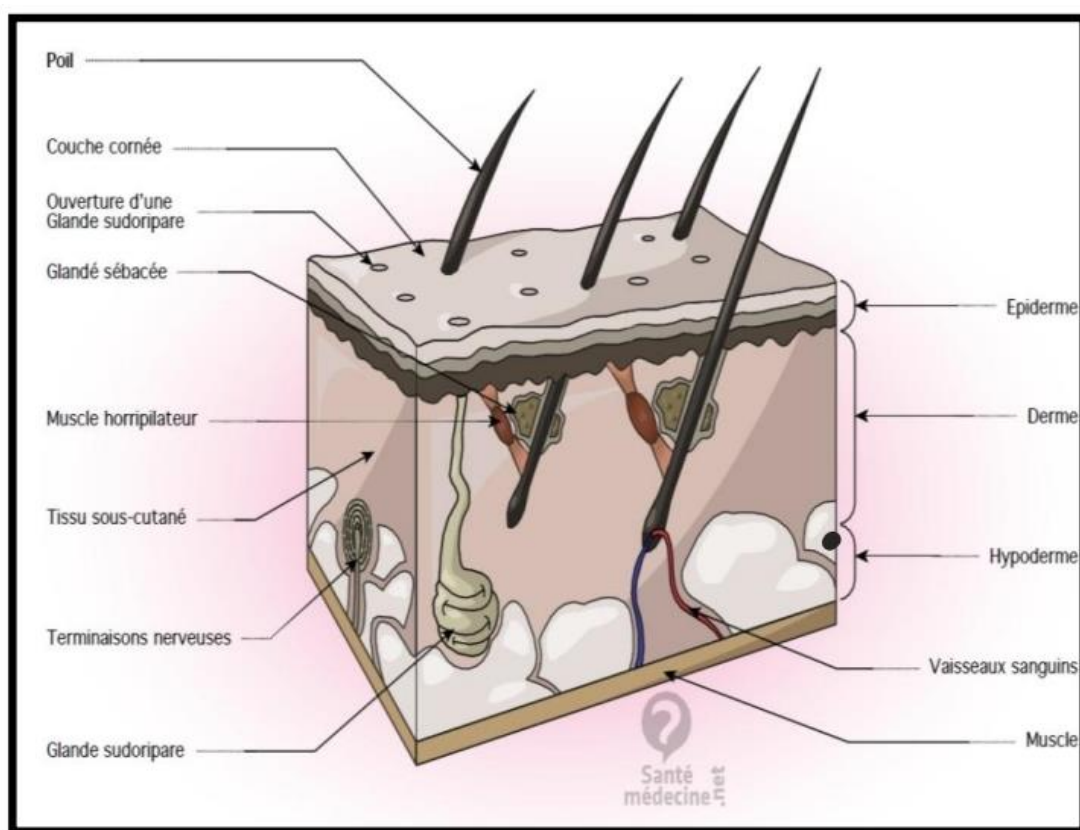


Figure 9 : Représentation schématique de structure de la peau (Tran, 2009)

3.3.3. La cicatrisation cutanée

C'est un processus biologique naturel intervenant après l'ouverture des parties molles du corps secondaire à un agent mécanique externe, à une agression (traumatisme direct, brûlure, blessure,

maladie, intervention chirurgicale etc.), ne s'accompagnant pas de perte de substance. Cette guérison de la plaie ainsi constituée peut se faire spontanément, on parle alors de cicatrisation de première intention. Mais dans certains cas, elle nécessite l'intervention humaine et on parle dans ce cas de cicatrisation de deuxième intention ou cicatrisation secondaire.

3.3.4. Phases de la cicatrisation

3.3.4.1. Phase exsudative

Au moment de la blessure, la rupture de vaisseaux sanguins entraîne l'épanchement des constituants du sang. La coagulation traduit la réaction cellulaire immédiate à l'agression du tégument. Cette réaction est amorcée par l'activation de l'agrégation des plaquettes et par la libération de substances vasoconstrictrices qui oblitèrent les vaisseaux sanguins par la formation d'un caillot stable. Le caillot rétablit l'hémostase et forme une matrice extracellulaire dans le lit de la plaie, c'est-à-dire une structure pour la migration des cellules (Singer et Clarck, 1999) .

3.3.4.2. Phase proliférative

La seconde étape du processus cicatriciel conduit à la formation du tissu de granulation. Elle permet ainsi la réparation dermique et épidermique grâce à la synthèse de collagène et à la prolifération de kératinocytes, de fibroblastes et de néovaisseaux

3.3.4.3. Phase de contraction

Il s'agit d'un mécanisme de réduction de la taille de la plaie ou de brûlure par le mouvement centripète du tissu cutané entourant la plaie. C'est un processus dans lequel les fibroblastes joueraient un rôle du premier plan se produisant sept jours après la blessure, et son activité atteint un pic après deux semaines (Calvin, 1989).

3.3.4.4. Phase de remodelage

Après l'arrêt de la transformation fibroblastique et de l'angiogenèse et longtemps après la réépithélialisations, une longue phase de remodelage de la cicatrice se fait par synthèse de collagène qui se poursuit essentiellement par remplacement du collagène de type III par du collagène de type I. Il s'agit d'une lente évolution vers l'équilibre entre synthèse et dégradation surtout par les métalloprotéases, une rupture de cet équilibre entraîne des vices de cicatrisation (cicatrice hypertrophique, chéloïde, cicatrice atrophique) entre autres, la collagénase 4 et la gélatinase. Cette phase finale de la cicatrisation se poursuit pendant des mois, voire des années après la cicatrisation de la plaie (Coulibaly, 2001).

3.3.5. Evaluation de la gravité d'une brûlure

La détermination de la gravité d'une brûlure se fait en prenant en considération certains éléments. La pondération de ces différents facteurs permet l'établissement d'indices de gravité et une classification simple des patients en rapport avec les risques encourus (vitaux et non vitaux) et le type de prise en charge souhaitable. Nous citons ainsi comme facteur d'évaluation de gravité.

3.3.5.1. La Surface : l'estimation de la surface brûlée se fait en référence à la règle des 9 de Wallace (**Kyle, 1950**). Cette technique ne peut être appliquée sur des sujets de moins de dix ans. A l'hôpital, les brûlures doivent être redessinées sur un schéma et la surface calculée à partir des tables de (**Browder et Lund, 1992**) Cette méthode est plus appréciée suite aux nombreuses corrections apportées en fonction de l'âge. Pour les petites surfaces, l'appréciation se fait à partir de la paume de la main de la victime qui représente à peu près 1% de sa surface corporelle.

3.3.5.2. Profondeur : La profondeur de la brûlure est jugée en fonction de l'atteinte totale ou partielle de la membrane basale régénératrice de l'épiderme (**Browder et Lund, 1992**).

3.4. Activité antimicrobienne

Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. Récemment, l'attention s'est portée sur les herbes et les plantes condimentaires comme source d'antibiotique naturelles (**Athamena et al., 2010**). De plus, la résistance aux antibiotiques par les microorganismes pathogènes (bactéries, virus, mycètes) est devenue un problème grave car ces contaminations microbiennes touchent toujours la santé publique (**Edziri, et al., 2012**). Par conséquent, l'intérêt pour les antimicrobiens, particulièrement d'origine végétale, a considérablement augmenté ces dernières années.

Le spectre d'action des antimicrobiens produits par les plantes est plus restreint que celui généré par les antibiotiques conventionnels. En effet, ces derniers possèdent une haute activité contre les bactéries Gram positives, mais demeurent peu actifs contre les bactéries Gram négatives et les levures (**Lewis, 2001**).

Les huiles essentielles ont été considérées comme les agents antimicrobiens les plus efficaces présents dans ces plantes (**EL Kalamouni, 2010**). Les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celle des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en

particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs. Elles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines (Sipailiene *et al.*, 2006).

3.4.1. Les techniques d'étude du pouvoir antimicrobien des Huiles essentielles et des composés phénoliques

La technique utilisée pour déterminer le pouvoir antimicrobien a une grande influence sur les résultats. Des difficultés pratiques viennent de l'insolubilité des constituants des huiles essentielles dans l'eau, de leur volatilité et de la nécessité de les tester à faibles concentrations. A l'heure actuelle, l'activité antimicrobienne *in vitro* d'une substance peut être mise en évidence par un grand nombre de techniques classiques, aussi bien en milieu solide qu'en milieu liquide. Nous allons essayer d'énumérer ces différentes méthodes et de discuter chacune d'elles (EL Kalamouni, 2010).

3.4.2. Les techniques en milieu liquide

3.4.2.1. Méthode des disques de Sarbach L'essence est déposée à différentes concentrations sur des disques en papier filtre de 10 mm de diamètre, l'ensemble est placé dans des tubes à essai. Dans chaque tube est réparti un certain volume de bouillon nutritif ensemencé. Une agitation mécanique est assurée pendant toute la durée de l'incubation. L'action bactéricide totale est confirmée par repiquage en milieu liquide d'une anse prélevée sur le milieu liquide de subculture. Le pouvoir bactéricide partiel est apprécié par l'évaluation du pourcentage de survivants par repiquage en milieu solide (Rhayour, 2002).

3.4.2.2. Méthode de Maruzuella Elle permet l'étude du pouvoir bactéricide en bouillon après solubilisation de l'HE dans l'éthanol. Les solutions mères sont préparées dans l'éthanol 95%, la solution alcoolique est ensuite répartie à différentes doses dans le milieu liquide préalablement ensemencé. Après la durée d'incubation, on effectue des subcultures qui permettent d'évaluer les concentrations minimales inhibitrices (CMI) (Rhayour, 2002).

3.4.3. Les techniques en milieu solide

3.4.3.1. Méthode de Vincent Elle est appelée aussi technique de l'antibioaromatogramme. Dans cette méthode, on utilise des disques de papier filtre de 6 mm de diamètre, imprégnés d'HE et déposés à la surface d'un milieu gélosé préalablement ensemencé en surface à l'aide d'une suspension bactérienne (Hambaba *et al.*, 2012). Après incubation, la lecture des résultats se fait par la mesure du diamètre d'inhibition en mm. La dilution des HE se fait toujours dans un solvant tel que l'éthanol, DMSO, et le Tween. Le principe de cette méthode est toujours la migration de l'huile essentielle par diffusion dans la gélose. Cette technique inspirée de celle des antibiogrammes, a été généralisée aux huiles essentielles (Rhayour, 2002). Une variante de cette technique consiste en l'aménagement de cavité à l'emporte-

pièce, dans la gélose coulée et solidifiée en boîte. On remplit cette cavité d'un volume donné d'HE qui va diffuser dans la gélose, et on procède, après incubation, à la mesure du diamètre d'inhibition comme dans la technique précédente (Rhayour, 2002).

3.4.3.2. Méthode de micro-atmosphère C'est une technique d'étude en phase vapeur. Son principe est d'ensemencer une boîte de Pétri avec les germes tests, tandis que l'on dépose quelques gouttes d'HE sur un papier filtre au fond et au centre du couvercle. La boîte est incubée couvercle en bas. Il se produit une évaporation des substances volatiles et on lit après incubation, la croissance des germes ou l'inhibition de leur croissance (Rhayour, 2002).

4. Etude antérieures sur *Apium graveolens*

Les plantes médicinales sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter de nombreuses maladies. Le céleri (*Apium graveolens*) est une plante médicinale originaire d'Europe. Cette plante a une très large gamme d'utilisation et de culture. Le type sauvage a été trouvé dans des pays comme l'Algérie, le Caucase, l'Iran, l'Inde et l'Amérique. Cependant, en raison de la valeur croissante et de la place particulière de la plante dans la nouvelle industrie pharmaceutique, il est nécessaire de reconnaître le potentiel dans le domaine de la fabrication et de la transformation. Cet article présente les caractéristiques morphologiques, les composés végétaux et l'évaluation des propriétés thérapeutiques de cette précieuse plante médicinale (kooti, Ali-Akbari, Asadi, Ghadery, Ashtary-larky, 2015)

Conclusion générale

Conclusion

Les plantes sont une source importante de produits actifs médicinales et la phytothérapie aussi que des différentes utilisations, en fonction du mécanisme et des propriétés biologiques et phytochimique.

Le céleri (*Apium graveolens L.*) est une plante qui a des propriétés nutritives très importantes par sa teneur en vitamines A. B. E et C. De plus, elle contient des minéraux indispensables à un bon fonctionnement de l'organisme tels que le fer, le potassium, le zinc, le phosphore, le soufre, le cuivre, l'aluminium et le manganèse. Il est plante de la famille des apiaceae C'est une famille très homogène facile à reconnaître grâce à son inflorescence en ombelles composées. Paradoxalement, les espèces de cette famille sont assez difficiles à différencier les unes des autres.

Et qui contient *Apuim garveolent L.* à des acides phénoliques est un composé organique possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Il contiennente aussi des huiles essentielles ont été considérées comme les agents antimicrobiens les plus efficaces présents dans ces plantes composés les flavonoïdes, les tanins et les comarine de cette plante ont été étudiés par plusieurs scientifiques.

Le but de cette étude était de revoir systématiquement les activités biologique comme antioxydantes, anti-inflammatoires, cicatrisantes et antimicrobiennes du céleri.

Des études antérieures ont montré que le céleri a de nombreuses propriétés, notamment thérapeutiques, industrielles et alimentaires, et qu'il présente de nombreux avantages grâce à ses composés, surtout qu'il présente également des dommages et une toxicité car il contient une grande proportion de sodium, il doit donc être manipulé avec précaution.

Références

Bibliographiques



AL-hindawi, K. Ihsan, H.S. May H.A. Mudafar, I. (1989). Anti-inflammatory activity of some Iraqi plants using intact rat. *Journal of Ethnopharmacology*: p 163- 168.

Ali, S.S. Kasoju, N. Luthra, A. Singh, A. Sharanabasava, H., Sahu, A., Bora, U. (2008). Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Res Int.* 41: p 1-15.

Ameenah G-F. (2006). Medecinal plants: tradition of yesterday and drugs of Tomorrow Molecular Aspects of medicine, 27:1-93.

Ames, B.N. (1986). Food constituents as a source of mutagens, carcinogens and anticarcinogens. *Prog Clin Biol Res.* 206: p 3-32

Anderson, C.M. Hallberg, A. Hogberg, T. (1996). Advances in development of pharmaceutical antioxidants. *Adv. Drug. Res.* 28 : p 65-180.

Angiosperm Phylogeny website : www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html

(dernière consultation septembre 2012)

Athamena, I. Chalghem, A. Kassah-Laouar, S. Laroui et S. Khebri. (2010). Activite anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *cuminum cyminum* l. *Lebanese Science Journal*, Vol. 11, No. 1 : p 69-81.



Babior, B. M. Lambeth, J. D. Nauseef, W. (2002). The neutrophil NADPH Oxidase. *Arch Biochem Biophys.* 397: p 342-344.

Bai, J. Cederbaum, A. I. (2001). Mitochondrial catalase and oxidative injury . *Biol Signal recept.* 10: p 189-199.

Barka, I. (2017). Inventaire des plantes médicinales de la réserve de Chasse de Moutas (Tlemcen) (Doctoral dissertation): p5.

Barton, G.M. (2008). A calculated response: control of inflammation by the innate immune System. *J Clin Invest*, 118: p 413-420.

Bartosz, G. (2003). Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comm Toxicol.*, 9: p 5-21.

Bedi, G. Tonzibo, Z.F. Oussou, K.R. Chopard, C. Mahy, J.P. 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* . 4(8): p 535-538.

Bedi, G. Tonzibo, Z.F. Chopard, C. 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*. 15: p 124-127

Bedi, G. Tonzibo, Z.F. Chalchat, J.C. N'Guessan, Y.T. (2001). Composition chimique des huiles essentielles de *Chromolaena odorata* L. King Robinson (Asteraceae) Abidjan Côte d'Ivoire. *Journal de la Société Ouest Africaine de Chimie*. 11 : p 29-37

Benoît, B. (2017). Référentiel des trachéophytes de France métropolitaine réalisé dans le cadre d'une convention entre le Ministère chargé de l'Écologie, le MNHN, la FCBN et Tela Botanica. Éditeur Tela Botanica.

Benzie, I. F. F. et Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239 : p 70-76

Berger, M. M. (2006). Manipulation nutritionnelle du stress oxydant : état de connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 20: p 48-53.

Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M et Torck M (1986). Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, Ed. Maloine.

Bianchi, M E. (2007). DAMPs, PAMPs and alarmins: all we need to know about danger. *J Leukoc Biol*, 81 : p 1-5.

Bonnaïfous C. Ph.D. Traité scientifique aromathérapie aromatologie et aromachologie. Editions Dangles; Escalquens; 2013 .

Botting, R.M. Botting, J.H. (2000). Pathogenesis and mechanism of inflammation and pain: an overview. *Clinical Drug Investigation*, 19: p 1 -7.

Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Technique et documentation. Lavoisier, Paris : p 915.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3ème Ed Tec & Doc. Paris: p 101-120.

Brand-Williams, W. Cuvelier, M. E. Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food. Sci. Technol.* 28: p 25–30.

Budavari, S. O’Neil, M.J. Smith, A. Heckelman, P.E. Kinneary, J.F. (1996). The mark index-twelfth edition. Withehouse station: merk and co, inc: p 2350.

C

Cao, G.H., Alessio, H.M., Cutler, R.G. (1993). Oxygen-Radical Absorbency Capacity Assay for antioxidants. *Free Radical Biol Med*, 14 : p 303-311.

Catier O et Roux D. Botanique, pharmacognosie, phytothérapie, 3ème édition, Ed. Wolters Kluwer Nanterre Franc : 2007.

Calvin, M. (1989). Cutaneous wound repair. 61(2): p 343–347.

Chalchat, J.C. Garry, R.P. Menut, C. Lamaty, G. Chopineau, J. (1997). Correlation Between Chemical Composition and Antimicrobial Activity. VI. Activity of Some African Essential Oils. *Journal of essential oil research*: p 67-75.

Chang, Q. Zuo, Z. Harrison, F. Chow, MSS. (2002). *Journal of clinical pharmacology*, 42: p 605-612.

Chavan, U.D. Shahidi, F. Nacz, M. (2001). Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents. *Food Chemistry*, 75: p 509-512.

Charfi, D. (1995). Effet des eaux usées traitées sur les caractéristiques physico-chimiques du sol et sur la physiologie de quelques espèces végétales cultivées au périmètre d'ElHaje (Sfax). Thèse en écologie végétale, Fac. Sci. De Sfax.

Christensen LP, Brandt K. (2006). Bioactive polyacetylenes in food plants of the Apiaceae family: Occurrence, bioactivity and analysis. *J Pharm Biomed Anal* .

Chen, Q . Vazquez, E. J . Moghaddas, S . Hoppel, C. L . (2003). Production of reactive oxygen species by mitochondria. Central role of complex II I. *J Biol Chem.*, 278 : p 36027-36031.

Charles, N. Serhan, P. (2010). A Ward and Derek W Gilroy. Fundamentals of Inflammation. Cambridge University Press: p 2-3.

Coulibaly, A. (2001). Etude des plantes utilisées dans le traitement des plaies au Mali : polysaccharides de *Biophytum petersianum* Klotz (oxalidaceae). Thèse de pharmacie. Bamako p: 101.

Conner, E. M. Grisham, M. B. (1996). Inflammation, free radicals, and antioxidants. *Nutrition*. 12 : p 274-277.

D

Damoon, A., Hosna, G., Majid, A., Sara, A., Wesam ,K.(2015).*Future Natural Products* 1 (1), 48-59.

Dangles O, Stoeckel C, Wigand MC, Brouillard R. Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. *Tetrahedronb Lett*. 1992, 33: 52:27-30.

De Sousa, A.C Alviano, D.S Blank, A.F. Alves, P.B. Aliano, C.S. Gattass, C.R. (2004). *Melissa officinalis* L. essential oil: antitumoral and antioxidant activities. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 56 : p 677-681.

Deysson, G. (1979). Organization et Classification des Plantes Vasculaires-Systematique. *SEDES*, Paris

Donatien, K. (2008). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes -extraction, identification d'alcaloïdes – caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. Thèse de doctorat. Université de Bamako.

Dröge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev*. 82 : p 47-95.

Dulce, R. (2000). Le céleri plante aphrodisiaque de Grecs et Romain

Dupont, F., & Guignard, J. L. (2007). *Botanique: systématique moléculaire*. Elsevier masson

E

Edziri, H. Mastouri, M. et Aouni, M. (2012). Polyphenols content, antioxidant and antiviral activities of leaf extracts of *Marrubium deserti* growing in Tunisia. *South Afr J Botany* 80 : p 104–9.

El Haib, A. (2012). Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse de doctorat. Université de Toulouse

EL Kalamouni, C. (2010). Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse de doctorat. Université de Toulouse.

F

Farnsworth, N. (1994). *Ethnopharmacology and drug development in ethnobotany and the search for new drugs*. Wiley Chichester: ciba foundation symposium.42-59p.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*: p 108-115.

Fridovich, I. (1970). Quantitative aspects of the production of superoxide anion radical by milkxanthine oxidase. *J Biol Chem.*, 231: p 899-911.

Formica, J.V. Regelson, W. (1995). Review of the Biology of 147yclooxyg and related bioflavonoids. *.Fd Chem.Toxic*, 33 : p 1061-1080

G

Gahbiche S., (2009). la phytothérapie, école supérieure des sciences et techniques de la santé de Sousse.

Gallouin, F. Arvy, M.P. (2003). Épices, aromates et condiments. Edition Belin France: p 403.

Gelodar, G. Nazify habib abadi S. (1997). Effect of celery, a pple tart and carrots on somebiochemical parameters in diabetic rats. *J Kerman Univ Med Sci*. 3(40): p 114-119.

Ghestem, A. Seguin, E. Paris, M. Orecchioni, A.M. (2001). Le préparateur en pharmacie. Dossier 2. (Ed) *Tec & Doc*, Paris : p 275.

Goudable, J. Favier, A. (1997). Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Cliniqueet Métabolisme*. 11 : p 115-120.

Grisham, M. B. Granger, D. N. (1988). Neutrophil-mediated mucosal injury. Role of reactiveoxygen metabolites. *Dig Dis Sci.*, 33 : p 6-15.

Grunwald J. Janick C. guide de la phytothérapie. 2ème édition. Italie : marabout ; 2006.

H

Hadi M. (2004). La quercitine et ses dérivés : molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres ; étude et application thérapeutiques. Thèse Doctoral Pharmaco chimie. Université Louis Pasteur, Paris : p155.

Hambaba, L. Boudjellal, K. Abdeddaim, M. Aberkane, M.C. et Boudiaf K. (2012). Étude in vitro des activités antimicrobienne et antioxydante des extraits du fruit d'*Elaeagnus angustifolia* L. *Phytothérapie* (2012) 10 : p 350-356.

Harbone, J.B. (1993). Introduction to Ecological Biochemistry, 4th Ed; Academic Press: London.

Hajji, S. Beliveau, J. Simon, D. (1985). Actes-colloque international. Plantes aromatiques. Maroc : p 229-230.

Hennebelle, T. Sahpaz, S. Bailleul, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1 : p 3-6.

Hmamouchi, M. (1999). Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. Editions Fedala, Mohammedia.

Huang, D. Ou, B. Prior, R.I. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J.Agric. Food Chem*, 53: p 1841-1856.

Hilinaruthnadia. Les bénéfices et les inconvénients de la phytothérapie. [en ligne] [consulté le : 16/04/2021]. Disponible sur : [http:// :hilinaruthnadia.e-monsite.com](http://hilinaruthnadia.e-monsite.com).

I

ISERIN, P. Masson, M. Restellini, J. P. Ybert, E. Moulard, F. Zha, E. De la Roque, R. De la Roque, O. Vican, P. Deelesalle –Féat, T. Biaujeaud, M. Ringuet, J. Bloth, J. et Botrel A. (2001). Larousse des plantes médicinales : identification, Préparation, soins. Ed Larousse : p 10-12.

J

Julien, P. (2005). Caractérisation des huiles essentielles par CPG/Ir, CPG/SM-(IE et IC) et RMN du carbone-13 de *cistus albidus* et de deux *asteraceae* endémiques de corse : *eupatorium cannabinum* subsp. *corsicum* et *doronicum corsicum* . Docteur de l'université de corse.

K

Khanbaba, K. Ree, T.R. (2001). *Tannins: Classification and Defenition. Journal of RoyalSociety of Chemistry*, 18: p 641-649.

Kohen, R. Nyska, A. (2002). Oxidation of biological systems: Oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicolo Pathol.* 30 : p 620-650.

Kumar, V. Abul K, A. Nelson, F. Richard, M. (2007). Robbins Basic Pathology, 8th Edition, p: 20-60.

Kyle, A.B. Wallace. (1950). The exposure method of treatment of burns. *British Journal of Plastic Surgery*. 3: p 144-150.

L

Leong, L.P. Shui, G. (2002). An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singaporemarkets. *Food Chem*, 76: p 69-75.

Lewis, D. Saleh M. Bryan, G. Veitch, A. (1985). The Anti-inflammatory Activity of *Celery*.

Lewis, K. (2001). In search of natural substrates and inhibitors of MDR pumps. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* 3 : p 247-254.

Li, C. Oldham, C.D. May, S.W.N. (1994). N-Dimethyl-1,4-phenylenediamine as an alternative .reductant for peptidylglycine. Alpha-amidating mono-oxygenase catalysis. *Biochem. J.* 300: p 31-36

Lucchesi, M.E. (2005). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes, Conception etApplication à l'extraction des huiles essentielles, Thèse de doctorat en sciences, Université de la réunion.

Lund, T. Onarheim, H. Reed, R.K.(1992). Pathogenesis of oedema formation in burn injuries. *World J Surg.* 16: p 2-9.

Lutge U., Kluge M., Bauer G. (2002). *Botanique* (3é èd). Technique et documentation. Lavoisier . Paris. 211p.

M

Marfak, A. (2003). *Radiolyse Gamma des Flavonoïdes* . Etude de Leur Réactivité avec Les radicaux issus des Alcools : Formation de depsides. Thèse de doctorat. Université deLimoges : p 187.

Martin, S., et Andriantsitohaina, R., (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire. *Annales de cardiologie et d'angéologie*, 51 : p 304-315.

Mbarek, L.A. Mouse, H.A. Elabbadi, N. Bensalah, M. Gamouh, A. Aboufatima, R.O. Benharref, A. Chait, A. Kamal, M. Dalal, A. Zyad, A. (2007). Anti-tumor properties of blackseed (*Nigella sativa* L.) extracts. *Brazilian Journal of Medicinal and Biological Research*. 40: p 839-847.

Middleton, E. Kandaswami, C. Theoharides, T.C. (2000). The effects of plant *flavonoids* on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacol Rev*, 52: p 673-839.

Miles E. Les huiles essentielles pour les nuls. Editions First-Gründ ; Paris ; 2013.

Miller, N. J. Rice-Evans, C. Davies, M. J. Gopinathan, V. Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci*, 84 : p 407–412.

Mohammedie Z.,(2013), étude phytochimique et activité biologique de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'Algérie, thèse, université de Tlemcen. p22.

Momin, R. A.Nair, M. G. (2001). Mosquitocidal, nematocidal, and antifungal compounds from *Apium graveolens* L. seeds. *J Agric Food Chem*, 49: p 142-5.

Mompon, B. Lemaire, B. Mengal, P. Surbled, M. (1998). Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. Ed. INRA, Paris.

Monti, D. Chetoni, P. Burgalassi, S. Najarro, M.O. Sætton, M.F. Boldrini, E. (2002). Effect of different terpene-containing essential oils on permeation of estradiol through hairless mouse skin. *International Journal of Pharmaceutics*, 237: p 209-214.

Morel, Y and Barouki, R. (1999). Repression of gene expression by oxidative stress. *Biochem J*. 342(3): p 481-496.

N

Naema, N. F., Dawood, B., and Hassan, S. (2010). A study of some Iraqi medicinal plants for their spasmolytic and antibacterial activities. *Journal of Basrah Researches (Sciences)*, 36(6): p 67-73.

Nathan, C. (2002). Points of control in inflammation. *Nature*, 420 : p 846-852.

Narayana, K.R. Reddy, M.S. Chaluvadi, M.R. Krishina, D.R. (2001). Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian Journal of Pharmacology*, 33: p 2-16.

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.*, 75, 311-335.

Nijveldt, R.J. Nood, E. Hoorn, D.E. Boelens, P.G. Norren, K. Leeuwen, P. (2001). Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am. J. Clin Nutr.*, 74 : p 418–425.

Nourshargh, S. Fritz, K. Elisabetta, D. (2006). The role of JAM-A and PECAM-1 in modulating leukocyte infiltration in inflamed and ischemic tissues. *Journal of Leukocyte Biology*, 80: p 714-718.

O

Odoul M. (2003). Les huiles essentielles la lettre "l'institut français de shiatsu ".2:1 -12.

Oussou, K.R. (2009). Etude chimique et activité biologique des huiles essentielles de sept plantes aromatiques de la pharmacopée Ivoirienne. Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan : p 241.

P

Peronny, S. (2005). La perception gustative et la consommation *des tannins* chez le MAKI (Lemur Catta). Thèse de Doctorat du Muséum national d'histoire naturelle. Discipline Eco-Ethologie : p151.

Pierron, C. (2014). Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France : exemples d'applications en gériatrie-gérontologie et soins palliatifs. Thèse Doctorat en Pharmacie. Université Lorraine.

Pietta, P.G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of natural products.*, 63 : p 1035-1042.

Popov, I. Lewin, G. Baehr, R. (1987). Photochemiluminescent detection of antiradical activity. I. Assay of superoxide dismutase. *Biomed Biochim Acta*, 46: p 775–779.

R

Rankin, J.A. (2004). Biological mediators of acute inflammation. *AACN Clinical Issues*, 15 : p 3-17.

Rhayour, K. (2002). Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*. Thèse de doctorat. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fès (Maroc).

Ribéreau-Gayon, P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, Paris : p 254.

Richter, G. Métabolisme des végétaux, physiologie et biochimie. (1993). Pressespolytechniques et universitaires romandes : p 292.

Rodrigues, M. R. Rodriguez, D. Russo, M. Campa, A. (2002). Macrophage activation includes high intracellular myeloperoxidase activity. *Biochem Biophys Res Commun.* 292: p 869-873.

S

Saija, A. Scalese, M. Lanza, M. Marzullo, D. Bonina, F. Castelli, F. (1995). *Flavonoids* as antioxidant agent's importance of their interaction with biomembranes. *Free radical biology & medicine*, 19 : p 481-486.

Sallé, J.L. (1991). Les huiles essentielles synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Edition Frison-roche, Paris: p 21.

Sanchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Internat J Food Sci Technol* 8 : p 121–37.

Sevanian, A. Nordenbrand, K. Kim, E. Ernester, L. Hochstein, P. (1990). Microsomal lipid peroxidation: The role of NADPH-cytochrome P450 reductase and cytochrome P450. *Free Radic Biol Med.*, 8: p 145-152.

Schaefer, H. Redelmeier, T.E. (1996). Skin Barrier : principles of percutaneous absorption, Karger, Basel.

Singer, A.J. Clark, R.A.F. (1999). Cutaneous Wound Healing – N Engl J Med; vol. 341: p 738-746.

Sipailiene, A. Venskutonis, P.R. Baranauskiene, R. et Sarkinas, A. (2006). Antimicrobial activity of commercial samples of thyme and marjoram oils. *Journal of Essential Oil Research*, 18: p 698-703.

Sofowara A., (2010). Plantes médicinales et médecine traditionnelle d’Afrique, Ed. KARTHALA .

Sowbhagya, HB. Srinivas, P. Krishnamurthy, N. (2010). Effect of enzymes on extraction of volatiles from *celery* seeds. *Food chemistry*. 120(1): p 230-234.

Stefanova, T. Nikolova, N. Michailova, A. Mitov, I. Ancovi, I., Zlabinger, G.I. Neychev, H. (2007). Enhanced resistance to *Salmonella enteric sero var typhimurium* infection in mice after coumarin treatment. *Microbes and infection*. 9: p 7-14.

Stevens, C.D. (2010). Clinical immunology and serology. Therd edition, F.A. Davis Company Philadelphia: p 2-10.

Sultana S, Ahmed S, Jahangir T, Sharma S. (2005). Inhibitory effect of celery seeds extracts on chemically induced hepatocarcinogenesis: modulation of cell proliferation, metabolism and Syed Mansoor, A. Kumar Swamy, S. Jayaverra, K.N. Rao, V. Vijay Kumar, S. (2008). Anti inflammatory, antipyretic and analgesic activity of methanolic extract of *feronia limonia* fruit pulp. *Pharmacologyonline* 3: p 852-857.
altered hepatic foci development. *Cancer Lett April* 18;221(1): p11-20.

Syed Sufiyan, F. Rajeev, K.S. (2012). Review on the Pharmacognostical & Pharmacological Characterization of *Apium Graveolens* Linn. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(1): p 36-42.

T

Tran, M.A. Watts, R.J. Robertson, G.P. (2009). Use of liposomes as drug delivery vehicles for treatment of melanoma. *Pigment Cell & Melanoma Res.*, 22(4):p 388-399.

U

Umezu, T. (1999). Anticonflict effects of plant-derived essential oils. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 64 : p 35-40.

V

Vansant, G. (2004). Radicaux libres et antioxydant : principe de base symposium. *Antioxydant et alimentation* ». Institut Danone.

Vasanthkumar, R. Jeevitha, M. (2014). Evaluation of antiobesity activity of *Apium graveolens* stems in rats. *International Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences* Vol. 5 (2): p 159-162.

Vivas, N. Nonier, M-F. Pianet, I. Vivas de Gaulejac, N. Fouquet, E. (2006). Proanthocyanidins from *Quercus petraea* and *Q. robur* heartwood: quantification and structures. *Comptes rendus chimie*, 9: p 120-126.

W

Wang, J. Mazza, G. (2002). Effects of Anthocyanidins and Other Phenolic Compounds on the Production of Tumor Necrosis Factor α in LPS/IFN- γ -Activated. *Journal of Agric Food Chem.* (15): p 4183-9.

Wayner, D. D. M. Burton, G. W. Ingold, K. U. et Locke, S. (1985). Quantitative measurement of the total peroxyl radical-trapping antioxidant capacity of human blood plasma by controlled peroxidation. *FEBS Letters*, 187 : p 33-37.

Weill, B. Batteux, F. Dhainaut, J. (2003). Immun- pathologie et réactions inflammatoires. Editions, De Boeck Université (Paris) : p 12-23.

Y

Yahyaoui, N. (2005). Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Mentha Spicata* L sur *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera,

Bostrychidae) et *Tribolium confusum* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach.

Yoshikawa, M. Harada, E. Naitoh, Y. Inoue, K. Matsouda, H. Shimoda, H. Yamahara, J. Murakami, N. (1994). Development of bioactive Function in *Hydrangeae dulcis* folium. III. On the antiallergic and antimicrobial Principles of *Hydrangeae dulcis* folium, Chem. Pharm. Bull, 42: p 2225-2230

Z

Zegha N.d, Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister (Ecole doctorale) Option Biotechnologie végétale, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département de biologie végétale et écologie, 2009.

Zhao, R.J. Koo, B.S. Kim, G.W. Jang, E.Y. Lee, J.R. Kim, M.R. Kim, S.C. Kwon, Y.K. Kim, K.J. Huh, T.L. Kim, D.H. Shim, I. Yang, C.H. (2005). The essential oil from *Angelica gigas* NAKAI suppresses nicotine sensitization. Biological and Pharmaceutical Bulletin.28: p 2323-2326.

الملخص

تعتبر الكرفس عشبة تنتمي الى العائلة الخيمية كما انها تحتل مكانة اساسية في الغطاء النباتي الجزائري اضافة الى غناها بالمواد الفعالة التي تخولها العديد من المزايا العلاجية و التي تدفعنا الى دراستها و تقدير قيمتها.

في اطار تثمين النباتات العطرية المزروعة اخترنا *Apium graveolens L.* والمعروفة باللغة العربية الكرفس و الذي يستعمل خاصة في المطبخ الجزائري.

يهدف هذا البحث الى المساهمة في دراسة المواد الفعالة للنبتة العطرية *Apium graveolens L.*

و تعريف بعض المركبات البيولوجية على وجه الخصوص و النشاط المضاد للاكسدة , سمية , نشاط مضاد للالتهاب , نشاط مسكن للآلام , نشاط خافض للحرارة , نشاط شفاء الحروق بالاضافة الى نشاط مضاد للميكروبات.

الكلمات المفتاحية

الزيوت الاساسية , دراسة الكيمائية .فعالية بيولوجية , نشاط مضاد اكسدة , نشاط مضاد التهابات.

Résumé

Le céleri est une plante bisannuelle de la famille des Apiacées qui occupe une place importante dans la flore algérienne, sa richesse en principes actifs et qui lui confèrent de nombreux avantages thérapeutiques et qui nous méritant d'être étudiée et valorisée.

Dans le cadre de la valorisation des plantes condimentaires cultivées, nous avons choisie *Apium graveolens L.*, qui est utilisé notamment dans la cuisine algérienne.

Le présent travail a pour but contribution à l'étude phytochimique et biologique de la plante aromatique *Apium graveolens L.*

Difiner quelques activités biologiques de ces composés, notamment l'activité antioxydante, la toxicité, l'activité anti-inflammatoire, l'activité analgésique, l'activité antipyrétique, l'activité cicatrisante ainsi que l'activité antimicrobienne.

Les mots clés

Apium graveolens L., les huiles essentielles, activités biologique.

Abstract

Celery is a biennial plant of the Apiaceae family which occupies an important place in Algerian flora, its richness in active principles and which confer many therapeutic advantages and which deserve to be studied and valorized.

Within the framework of the valorization of the cultivated condimentary plants, we chose *Apium graveolens L.* which is used in particular in the Algerian kitchen.

The present work aims to contribute to the phytochemical and biological study of the aromatic plant *Apium graveolens L.*

Difiner some biological activities of these compounds, in particular the antioxidant activity, the toxicity, the anti-inflammatory activity, the analgesic activity, the healing activity as well as antipyretic activity.

The key words

Apium graveolens L. , essential oils , biological activities ,