

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

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE : Sciences

DEPARTEMENT : SNV

N° :



DOMAINE : SNV

FILIERE : Biotechnologie

OPTION : Biotechnologie végétale

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par : DAHMANI Chourouk , HADJ DOUDOU Meryem et TAHRI Hanan

Intitulé

**Utilisation des substances végétales des plantes
aromatiques dans différents domaines**

Nombre de jury :

Dr : ADOUI Nabila

M.C.B M'sila

Présidente

Dr : SMAILI Tahar

P.r M'sila

Rapporteur

Dr : MERABTI Karim

M.A.A M'sila

Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

Dédicaces

Je dédie ce mémoire de mon père disparu trop tôt. Allah yarhmou, qui m'a apporté et m'a appris et me sauver de tout, J'espère que vous êtes satisfait et fière de moi. A ma mère, source de vie, d'amour et ma dirigé vers la gloire, pour son soutien et encouragement durant mes études. Qu'ALLAH te garde et t'accorde la santé et longue de vie. Tu es une femme d'or je t'aime maman. A mes frères source de joie et de bonheur KAMEL ET BACHIR. Et mes chères sœurs HADEL ET HOUDA ET NOUSSIBA et son fils WASSIM, ANAÏSS. A toutes mes familles DAHMANI ET BEN HOUHOU ET BABI qui m'a supporté, je ne pourrais nommer de peur d'oublier quelqu'un.

CHOUROUK

A mes très chères parents , Ahmed et nadjia bouaziz. Sans eux je n'aurai pas pu être ce que je suis, en reconnaissance de leurs efforts et sacrifices, leurs amours, leurs soutiens et leurs encouragements durant toutes mes études et mes recherches. A la mémoire de mes grands-parents, dada Saïd, fatna, Mohamed taib, zaineb. A mon frère et mes sœurs, qui n'ont jamais cessé de m'apporter leurs soutiens et leurs affections ,abdelwahab ,aicha, Oum kaltoum,samira,hayat ;soundous.Aux fils de mes sœurs mes bébé d'amour,lotfi,salamo,ayan,amir.A mes chères amies ,chourouk,fatna,maroua, sincères amitiés pour leurs sympathies et aides , pour toutes ces années d'études (et soirées) passées ensemble. A mes chères cousine djomana, iman,zeyneb et Nassima.

Pour ce que j'aime le plus, le café.

HANAN

Je dédie ce modeste travail A l'homme de ma vie , mon exemple éternel , celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir , à toi mon père «ABD EL HAKIM» . A ma mère «NASSIMA» pour son amour et qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ses sacrifices et sa tendresse. A toute ma famille , aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur. Je n'oublie pas mon mari ma source de joie «HICHAM» et mon fils, mon prochain amant, «MOHAMED YAZAN», mon bonheur et mon espoir dans la vie je t'aime .

MERYEIM

Remerciements

Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve. Je tiens à remercier vivement mon encadreur, Mr SMAILI TAHAR, avoir encadré pour réaliser ce travail, pour ses précieux conseils et de m'avoir donné le meilleur de son savoir et aide. Je remercie également les membres de jury de nous faire l'honneur de juger mon travail. Je remercie profondément toutes les profs de département SNV sans oublier notre cher professeur Mr MARZOUG YAHYAOU, Allah yarhmou et MADANI CHERIF qu'il n'a pas épargné d'efforts. Toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce travail. Finalement, je remercie nos grandes familles, mes amies, mes collègues de Université Mohamed Boudiaf - M'sila et toute la promotion 2017 de l'SNV.

Tableau de matière

Dédicaces.....	I
Remerciements.....	II
Tableau de matière.....	III
Listes des figures.....	VI
Listes des tableaux.....	VIII
Listes des abréviations.....	IX
Introduction générale.....	1
Chapitre I.....LES PLANTES AROMATIQUES.....	2
1- Définition.....	3
2- Les types des plantes aromatiques.....	4
2-1- Les plantes spontanées.....	4
2-2- Les plantes cultivées	4
3- Composition chimique des plantes aromatiques.....	5
4- Classification des plantes aromatiques.....	5
5- Mode d'utilisation de plante aromatique.....	6
6- Plantes aromatiques : quelles variétés existent ?.....	6
7- les cinq plantes aromatiques les plus importants	6
8-Description botanique.....	10
8-1-La tige.....	10
8-1-1-Les Types des tiges.....	10
8-2- Racines.....	10

8-2-1- Les Types des racines.....	11
8-3- Feuille.....	12
8-3-1- Les différents types.....	13
8-4- La fleur.....	15
8-4-1- Les types de la fleur.....	16
8-5- Les graines.....	17
8-5-1- Les différents types de graines.....	17
9- La description botanique des plantes aromatique.....	18
10-Localisation des plantes aromatique et médicinale en Algérie.....	19
11- Les plantes aromatiques produites et consommées en Algérie.....	20
Chapitre II.....LES MÉTABOLITES SECONDERES.....	23
12-Les métabolites secondaires.....	24
12-1-Localisation.....	25
12-2- Les types des métabolites secondaires.....	25
a- les terpènes.....	25
b- les composés phénoliques ou les polyphénols.....	31
c- les alcaloïdes ou les composés azotés.....	35
12-3- Rôle écologique potentiel des composés secondaires.....	36
12-3-1- Favoriser la coopération avec les animaux.....	36
12-3-2- Lutter contre la compétition avec d'autres plantes.....	36
12-3-3- Lutter contre la prédation et les attaques des agents pathogènes.....	36
12-3-4- Les métabolites secondaires des plantes utilisés par les animaux.....	38
12-4- Mécanismes de sécrétion des composés organiques volatils dans les cellules spécialisées des plantes aromatiques.....	39

Chapitre III LES DOMAINES D'UTILISATIONS DES PLANTES AROMATIQUES42

13- Les domaines d'utilisation des plantes aromatiques.....	43
13-1-Domaine agro-alimentaire.....	48
13-1-1- Dans la gastronomie et la cuisine.....	48
13-2- Additifs alimentaires phytogéniques.....	50
13-2-1-Quand utiliser des additifs alimentaires photogéniques en engraissement....	51
14- Domaine phytosanitaire biocide.....	52
15-Dmaine des compléments alimentaires.....	53
16- Domaine medicinal (aromathérapie).....	54
17- Domaine des détergents, de la parfumerie et de la cosmétique.....	55
18- Domaine de sports.....	61
18-1- L'utilisation les plantes aromatique et leur huile essentielles chez le sporti...	61
18-2- Les huiles essentielles à conseiller chez le sportif.....	63
Conclusion générales.....	65
Références.....	66
Résumé.....	78

Listes des figures

- Figure 01: Quelques plantes aromatiques	3
- Figure 02: Quelques plantes aromatiques spontanées	4
- Figure 03: Quelques plantes aromatiques cultivées	5
- Figure 04: Le basilc <i>Ocimum basilicum</i>	7
- Figure 05: Le thyme <i>Thymus</i>	7
- Figure 06: La ciboulette <i>Allium schoenoprasum</i>	8
- Figure 07: La menthe <i>Mentha</i>	9
- Figure 08 : Le persil <i>Petroselinum crispum</i>	9
- Figure 09 : Racine	11
- Figure 10 : Racine pivotante	11
- Figure 11 : Racine fasciculée	12
- Figure 12 : Les deux parties de la feuille	13
- Figure 13 : Stipules	13
- Figure 14 : Foliole	13
- Figure 15 : Feuille dentée et Feuille lobée	14
- Figure 16 : Les formes d'une feuille	15
- Figure 17 : La position des feuilles	15
- Figure 18 : Les différentes type des fleurs	16
- Figure 19 : Les différentes type des graines	17
- Figure 20 : Les métabolites végétale	25
- Figure 21: La structure des terpènes	26

- Figure 22: Méthode de entraînement à la vapeur d'eau	30
- Figure 23: Méthode de hydrodistillation	30
- Figure 24: Méthode de l'hydrodiffusion	31
- Figure 25: La structure des flavonoïdes	33
- Figure 26: La structure des tanins	34
- Figure 27: La structure des coumarines.....	34
- Figure 28: La structure des alcaloïdes	35
- Figure 29: Domaines d'utilisation des PPAM sèches ou fraîches	44
- Figure 30: Statut des substances a base des plantes	51
- Figure 31: Quelque produit phytosanitaire biocide	52
- Figure 32: Des compléments alimentaires à base des plantes aromatiques.....	54
- Figure33 : Pyramide olfactive.....	57
- Figure 34: Parfum à base d'une plante aromatique	58
- Figure 35: Quelque produit cosmétique des plantes aromatique	60.

Listes des tableaux

- Tableau 1 : Zones importantes pour les plantes en Algérie	20
- Tableau 2 : Evolution de la production algérienne en plantes aromatiques	20
- Tableau 3 : Principales plantes consommées en Algérie.....	21
- Tableau 4 : Quelques classes de composés phénoliques.....	32
- Tableau 5 : Classement des additifs selon le cadre de la CEE et du codex.....	46
- Tableau 6 : L'usage de quelques plantes aromatiques dans la cuisine.....	49
- Tableau 7 : L'usage de quelques plantes aromatiques en cosmétique.....	60
- Tableau08 : L'indication les plantes aromatiques chez le sportif.....	63

Listes des abréviations

- ✓ **PA**: plante aromatique
- ✓ **HE** : Huile Essentielle
- ✓ **O2** : Oxygène
- ✓ **C°** : Température
- ✓ **CPG** : chromatographie en phase gazeuse
- ✓ **COV** : composé organique volatils
- ✓ **LANSM** : agence national de securité des medicaments
- ✓ **INSEE** :institú national de la statistique et des études économique
- ✓ **OMS** : le monde organisation de la santé
- ✓ **UE** : union européenne
- ✓ **CCE** : commission codex alimentarius

Introduction Générale

Des hommes et des plantes aromatiques, 40 000 ans avant notre ère, les peuplades aborigènes d'Australie connaissaient déjà un certain emploi de leurs plantes aromatiques au travers de feux d'eucalyptus et tea tree dont ils inhalaient les fumées pour traiter les affections respiratoires. Ils venaient d'inventer la fumigation qui évoluera par la suite pour nous donner l'inhalation. Ils préparaient également des onguents et pâtes à base d'argile et de feuilles finement broyées de tea tree pour traiter les blessures et autres plaies cutanées. Ces remèdes ont manifestement facilité les conditions de vie de ces peuples dans un milieu rude et hostile.

On y trouve la description de nombreuses plantes aromatiques rentrant dans la composition de préparations oléo-aromatiques pour le massage. C'est également en Chine que les archéologues ont exhumé un ustensile en terre cuite dont la seule utilisation possible était la distillation à la vapeur d'eau de plantes aromatiques infuses. Sur le pourtour du bassin méditerranéen, l'usage des plantes aromatiques occupait une place prépondérante aussi bien dans la vie quotidienne que lors de rituels. C'est en Égypte, entre 3 000 et 2 000 ans avant notre ère, que l'emploi des plantes aromatiques atteint un développement important. Les médecins de cette époque, également prêtres, les utilisaient pour soigner les malades mais aussi lors de pratiques magiques. De plus, l'embaumement qui consistait en une imprégnation complète des tissus du défunt avec un mélange sophistiqué de nombreuses plantes aromatiques, montrait déjà les propriétés antiputrides et anti fermentaires de plantes à essences [1].

L'objectif de ce mémoire est de présenter un aperçu du monde des plantes aromatiques et de leur utilisation dans différents domaines, dans le premier chapitre nous avons commencé par une études bibliographique regroupés la généralité des plantes aromatiques (définition, types, classification, mode d'utilisation).et nous rappelons la description (les caractères botaniques) et localisation.

Dans le deuxième chapitre, nous avons parlé sur les métabolites secondaires par exemple les huiles essentielles et leur biosynthèse.

Enfin, le troisième chapitre, nous avons donnés un aperçu sur le devenir et les usages de ses plantes et les différents secteurs valorisation appropriée.

Chapitre I :

Les plantes

aromatiques

Chapitre I : Les plantes aromatiques

1- Définition

Les plantes aromatiques sont des végétaux qui contiennent suffisamment des molécules aromatiques, Ils sont utilisés sous forme de drogues brutes, qui sont des parties séchées des plantes aromatiques (racines, tiges, bois, écorce, feuilles, fleurs, fruits, graines et, dans certains cas, plantes entières) ou leurs extraits [2]. Les plantes aromatiques sont une source d'arôme, de parfums, de saveurs, de produits cosmétiques et de boissons diététiques [3].

Elles sont ensembles des plantes utilisé en cuisine et en phytothérapie pour les arômes qu'elles dégagent ,et leur huiles essentielle que l'on peut extraire . son cultivées selon les besoin pour leurs feuilles bulbes graines fleurs racines tiges écorces [4]. Et fournissent des protéines, des fibres, des composants volatils (huile essentielle), des vitamines (complexe A, C et B), des minéraux (calcium, phosphore, sodium, potassium et fer) et des produits phytochimiques (substances bioactives présentes en petites quantités qui agissent, par exemple, comme antioxydants, bactéricides ou antiviraux) [5].



Figure 01: Quelques plantes aromatiques

2- Les types des plantes aromatiques**2-1- Les plantes spontanées**

Les plantes spontanées sont des espèces végétales qui se développent naturellement à l'état sauvage, sans l'intervention de l'homme [6].



Figure 02: Quelques plantes aromatiques spontanées

2-2- Les plantes cultivées

Les plantes cultivées proviennent de plantes sauvages, dont elles se distinguent généralement. Une plante cultivée vivace donne de nombreuses graines chaque année. C'est un fait bien connu que la plupart de nos plantes cultivées ne se maintiennent pas en dehors des cultures lorsque celles-ci sont abandonnées. L'intervention constante de l'Homme est nécessaire à la survie de ces plantes dans la concurrence vitale [7].



Figure 03: Quelques plantes aromatiques cultivées

3- Composition chimique des plantes aromatiques

La composition chimique des plantes aromatiques est complexe et constituée de deux fractions :

- La première fraction dite volatile est présente dans différents organes de la plante selon la famille ; cette fraction est composée de l'huile essentielle qui constituent des métabolites secondaires [8].
- La deuxième fraction dite non volatile de la plante, composés organiques non volatils, est composée essentiellement de coumarines et les flavonoïdes [9].

4- Classification des plantes aromatiques

La classification des plantes peut se faire en fonction de nombreux intérêts, il y a 04 classifications :

- Classification botanique (systématique).
- Classification thérapeutique (action physiologique).
- Classification chimique (nature du principe actif).
- Classification commerciale (intérêt commercial) [10] .

5- Mode d'utilisation de plante aromatique

Les plantes aromatique peuvent être faites sur la base des parties utilisées de la plante. Les racines, les tiges, les feuilles et les fleurs peuvent être des critères de distinction entre les différentes plantes aromatique. Les modalités d'utilisation de ces différentes parties de la plante peuvent permettre de spécifier et de classer les plantes aromatique. Ces différentes parties peuvent être utilisées à l'état naturel, séché, broyé, extrait, bouilli en infusion. L'utilisation combinée est également fréquente [11].

6- Plantes aromatiques : quelles variétés existent ?

Il existe de nombreuses variétés :

- **Les végétaux d'origines tropicales** : les verveines odorantes, la cardamome, la stévia, l'Estragon du Mexique, les sauges ananas, qui craignent les gros froids et doivent être protégés sous nos climats
- **Les plantes aromatiques méditerranéennes** : le thym, la sarriette, la sauge, le romarin, la lavande, l'origan, qui préfèrent les sols légers et secs et qui poussent en plein soleil
- **Les plantes aromatiques d'origines plus septentrionales** : les oseilles, les mélisses, les ciboulettes, les menthes, les estragons, qui demandent des sols riches et humides et qui peuvent pousser au soleil ou à mi-ombre [12].

7- Les cinq plantes aromatiques les plus importantes**a- Basilic**

Le Basilic ou Basilic romain (*Ocimum basilicum L.*) est une espèce de plantes herbacées thérophytes de la famille des Lamiacées (labiacées, labiées), cultivée comme plante aromatique et condimentaire. La plante est parfois appelée Basilic commun, Basilic aux sauces, Herbe royale¹ ou Grand Basilic [13].



Figure 04: Le basilc *Ocimum basilicum*

b- Le thym

Le thym dispose également de nombreuses espèces et variétés aux parfums différents. Il se taille deux fois par an, au début du printemps et après la floraison. En cuisine il est indispensable, il parfume les viandes, les soupes, les légumes d'été (courgettes, tomates, aubergines...), les poissons, le fromage [14].



Figure 05: le thyme *Thymus*

c- La ciboulette

La ciboulette est une herbe aromatique que l'on retrouve dans plusieurs plats et sauces de la gastronomie française. On la reconnaît grâce à sa saveur douce et fraîche. On la trouve sous forme de petite botte sur nos étals mais il est également facile d'en faire pousser chez soi [15].



Figure 06: La ciboulette *Allium schoenoprasum*

d- La menthe

Il existe de nombreuses menthes avec toutes sortes de parfum : anis, citron, banane, orange, chocolat, gingembre, fraise... Elles sont faciles à cultiver et plutôt envahissantes. On les utilise dans des préparations salées et sucrées, chaudes ou froides : taboulé, salades, viandes, fromages frais, sirop, glaces, thé [16].



Figure 07: La menthe *Mentha*

e-Le persil

Le persil est capricieux à cultiver. Effectivement, certaines règles sont à respecter si on souhaite en cultiver toute l'année. Cette plante aromatique aime un sol drainant, exposé au soleil. Il existe de nombreuses variétés de persil comme le frisé, le géant d'Italie, de Hambourg ou encore japonais... On l'utilise dans les crudités, avec des pommes de terre, de la viande de bœuf [17].



Figure 08 : Le persil *Petroselinum crispum*

8- Description botanique

Les plantes (plantaea) sont des organismes photosynthétique et autotrophes .caractérisées par des cellules végétale elle forment l'un des règnes des (EKARYOUTA). Il comprend des arbres, des fleurs et des herbes. Arbustes, mauvaises herbes, fougères, algues et bien plus encore [18].

8-1-La tige

La tige est un organe, le plus souvent aérien, servant de relais entre les racines et les feuilles dans l'échange de substances chimiques. La tige correspond à une alternance de **noeuds** et d'entre-noeuds, les noeuds étant le point de départ d'organes latéraux tels que les rameaux et les feuilles [18].

8-1-1- Les Types des tiges

La tige peut être :

- **Dressée** : la tige est suffisamment robuste pour se développer à la verticale.
- **Montante** : concerne souvent des plantes dont la souche est vivace et robuste mais dont les tiges aériennes sont grêles et herbacées.
- **Couchée ou rampante** : les tiges sont étalées au sol et ne montent pas ou peu, On parle également de plantes **prostrées**.
- **Volubile** : entoure un support pour y prendre appui.
- **Grimpante** : se fixe sur un support par des crampons qui sont des racines adventives ou par des vrilles, qui sont des feuilles transformées [18].

8-2- Racines

C'est le plus souvent un organe souterrain ayant pour rôle principal d'absorber l'eau et les sels minéraux indispensables à la plante et de fixer celle-ci dans le sol. La racine peut avoir également un rôle de réserve.

On peut définir 4 parties dans une racine :

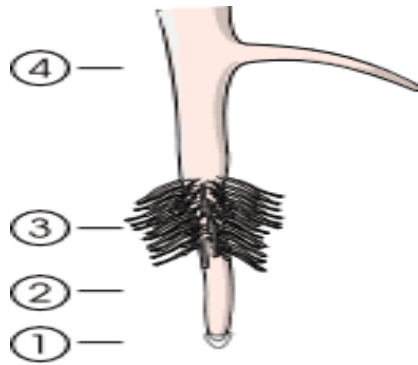


Figure 09 : Racine

- La zone subéreuse (4) correspond à la partie la plus âgée de la racine; elle porte les racines secondaires ou radicelles.
- La zone pilifère (3) émet des poils absorbants. Ce sont eux qui permettent l'absorption de l'eau et des sels minéraux.
- La zone d'accroissement (2) située derrière la coiffe, elle est responsable de la multiplication cellulaire.
- La coiffe (1) termine et protège la racine. C'est elle qui permet la pénétration dans le sol [18].

8-2-1- Les Types des racines

On distingue plusieurs types de racines selon l'écologie de la plante :

- **Racine pivotante**

La racine va chercher l'eau en profondeur. Ce sont principalement les arbres et les plantes de régions sèches qui possèdent ce système.

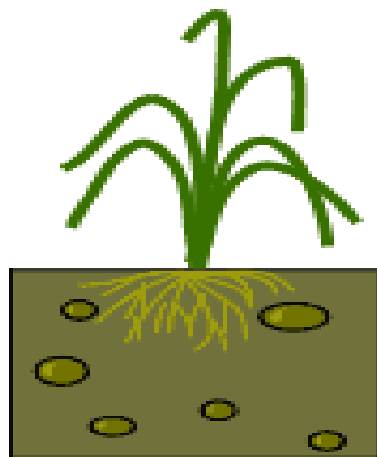


Figure 10 : Racine pivotante

- **Racine fasciculée** : les racines courent sous la surface du sol.

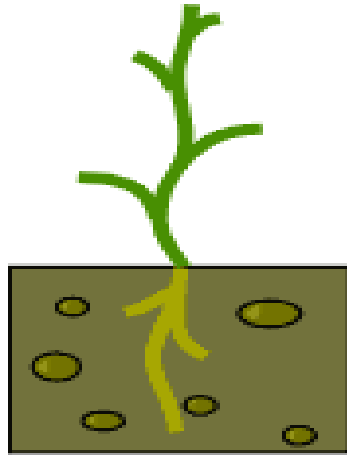


Figure11 : Racine fasciculée

- **Racine adventive** : racine prenant naissance sur une tige (souterraine ou aérienne) tel que les stolons du fraisier. Sert souvent à la multiplication végétative et au bouturage des plantes.
- **Racine traçante** : racine qui s'étend horizontalement, elle peut donner des tiges adventives ou drageons [18].

8-3- Feuille

Une feuille est un organe aérien très important dans la nutrition de la plante. C'est en effet le lieu de la photosynthèse qui aboutit à des composés organiques (sucres, protéines) formant la sève, utilisée par le végétal pour alimenter ses cellules.

La feuille est généralement composée de 2 parties :

- **Le limbe**, qui contient les cellules chlorophylliennes responsables de la photosynthèse,
 - **Le pétiole**, passage des vaisseaux conducteurs de sève de la tige vers le limbe.
- Une feuille sans pétiole apparent est dite **sessile** [18].

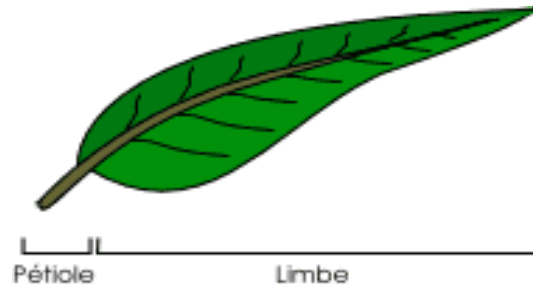


Figure 12 : Les deux parties de la feuille

8-3-1- Les différents types

Au point d'attache de la feuille sur la tige, il y a toujours un bourgeon axillaire.
NB : Les tiges des plantes herbacées contiennent souvent des cellules chlorophylliennes.

- **Stipules**, sortes de minuscules feuilles, peuvent être présentes, par paire, à la base du pétiole, sur la tige [18].

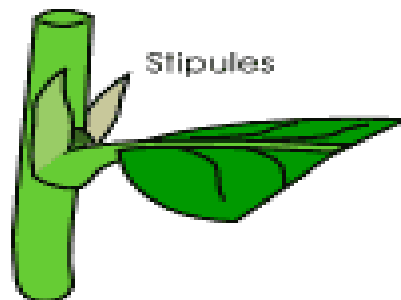


Figure 13 : Stipules

- **Foliole** :

La feuille peut être composée de **folioles** :

Pour distinguer les folioles des feuilles entières, il faut rechercher le **bourgeon** à la base du pétiole, s'il n'y en a pas c'est une foliole. (Ex : Rosiers, Frênes, Noyer, Luzerne...)



Figure 14 : Foliole

- Le bord d'une feuille peut être lisse, on dit alors qu'elle est **entière**, ou plus ou moins découpées. On distingue :

 Feuille dentée Si les dents sont très petites, on dit que la feuille est denticulée.	 Feuille lobée Si les lobes sont bien marqués et disposés régulièrement le long de la feuille, on emploie le terme de crenelé.
---	--

Figure 15 : Feuille dentée et Feuille lobée

- Les formes d'une feuille peuvent être très variées selon le végétal mais également selon la position de la feuille sur la tige [18].

 Lancéolée : la base du limbe est plus élargie que le sommet.	 Oblongue : la base du limbe est moins large que le sommet	 Lyrée : Feuille découpée dont le lobe terminale est bien plus grand que les autres.
 Pennée : Feuille découpée	 Palmée : Feuille découpée où les	 Digitée : Feuille palmée où les folioles ressemblent aux doigts d'une main.

où les folioles sont disposées en rang le long de la nervure principale	nervures secondaires partent en éventail depuis la base du limbe.	
 Spatulée : Feuille en forme de spatule, où le limbe se transforme progressivement en pétiole.	 Réniforme : Feuille arrondie en forme de rein.	 Linéaire : Feuille étroite et allongée.

Figure 16 : Les formes d'une feuille

- **La position des feuilles** sur la tige est un critère important dans la détermination des plantes, c'est généralement une caractéristique d'un Genre : [18].

		
Alterne (ex : Prunier)	Opposée (2 feuilles rattachées à un même noeud. Ex : Pervenche)	Verticillée (plusieurs feuilles sont rattachées à un même noeud. Ex : Gaillet)

Figure 17: La position des feuilles

8-4- La fleur

Seul le Sous-Embranchement des **Angiospermes** est caractérisé par la présence de fleurs qui après la reproduction se transforment en fruits. Les autres grands groupes de plantes (Bryophytes, Ptéridophytes, Préspermaphytes et Gymnospermes) ne possèdent pas de fleurs et donc n'ont pas de fruits. Leur reproduction se fait à partir de spores (Bryophytes et Ptéridophytes) ou d'ovules nus (Préspermaphytes et Gymnospermes) qui après reproduction

se transforment en graines nues. Nous ne nous intéresserons donc ici qu'au Sous-Embranchement des Angiospermes [18].

8-4-1- Les types de la fleur

- Types de fleurs annuelles qui fleurissent en été
- Types de fleurs annuelles: plantes qui fleurissent à l'automne
- Types de fleurs annuelles: plantes qui fleurissent en hiver
- Types de fleurs vivaces
- Types d'arbustes et de buissons à fleurs populaires
- Types d'arbustes à fleurs qui produisent des fleurs chaque année
- Types d'arbres à fleurs
- Types de fleurs tropicales pour la maison
- types de bulbes à fleurs [19].

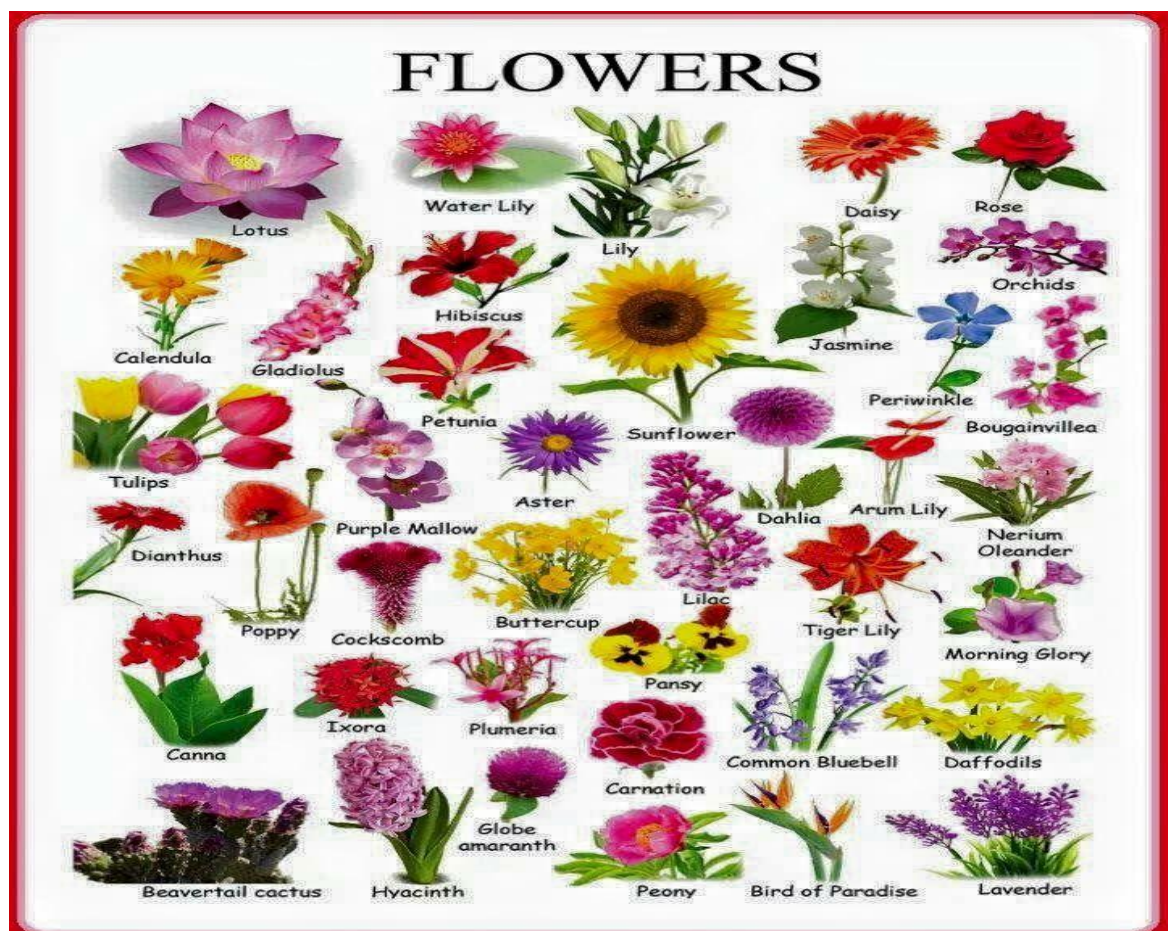


Figure 18 : Les différents types des fleurs

8-5- Les graines

Les graines sont une partie essentielle des plantes; pas en vain, **en eux est déposé le matériel génétique d'une éventuelle nouvelle génération.** Mais ils sont également importants pour l'agriculture et l'horticulture, car étant beaucoup moins chers qu'un semis, il est possible d'obtenir de nombreuses unités qui, si elles sont viables, germeront. De cette façon, nous pouvons avoir un plus grand nombre d'usines à faible coût [20].



Figure 19 : Les différents types des graines

8-5-1- Les différents types de graines

- Graines de bébé
- Graines créoles
- Graines comestibles
- Graines de fleurs
- Graines de fruits
- Graines de légumes
- Graines hybrides
- Graines améliorées

9- La description botanique des plantes aromatique

Dans le règne végétal dont les représentants, les plantes, sont bien au-delà du million d'espèces, seuls quelques pourcents possèdent la capacité à synthétiser en leur sein, une essence aromatique. L'objectif de l'ouvrage n'étant pas de faire un référencement complet de la botanique aromatique, ce sont les familles les plus largement utilisées qui sont nommées ci-dessous :

- Les lamiacées (ex-labiées) : thym, romarin, lavande et lavandin, sauge, menthe, origan, basilic, patchouli, etc. ;
- Les lauracées : laurier noble, cannelle de Chine et de Ceylan (écorce) , bois de rose, bois de Hô, ravintsara, litsée citronnée, etc. ;
- Les myrtacées : tea tree ou arbre à thé, niaouli, manuka, cajepout, giroflier, eucalyptus, myrte, etc. ;
- Les abietacées (ex-pinacées) : pins, sapins, épicéas, épinette, cèdres, pruche, etc. ;
- Les astéracées (ex-composées) : tanaïse annuelle, estragon, inule, camomille noble, matricaire, héliochryse, etc. ;
- Les apiacées (ex-ombellifères) : cumin, carotte, céleri, angélique, anis vert, fenouil, ajowan, carvi, etc. ;
- Les rutacées (agrumes) : citron, orange, bergamote, pamplemousse, mandarine, lime, limette, combawa, hystrix, yuzu, etc. ;
- Les poacées : citronnelles, palmarosa, lemongrass, gingergrass, ahibéro, etc. ;
- Les cupressacées : cyprès, genévriers, etc. ;
- Les anarcadiacées : lentisque pistachier ;
- Les burséracées : encens, myrrhe, élémi, etc [21].

Les plantes aromatiques comportent 3 catégories principales d'appareils sécréteurs :

1. Les poils glandulaires

La coupe de feuille révèle la structure des poils tecteurs et sécréteurs. Les poils sécréteurs sont arrimés dans le limbe de la feuille par une cellule dite basale sur laquelle reposent plusieurs unités biologiques d'une poche les surmontant et dans laquelle l'essence est transfusée puis stockée. Cette organisation constitue une véritable glande [21].

2. Les poches glandulaires (schizogènes ou schizolysigènes)

Aucun poil n'est visible au microscope ; par contre, la coupe de la feuille montre des petites vacuoles encerclées de cellules allongées. Ces glandes intralimbiques sont des structures glandulaires dites schizogènes [21].

3. Les canaux glandulaires

Les oléorésines et gommes résines sont secrétées par des canaux glandulaires schizogènes dont la coupe montre une gaine formée d'une couche de cellules sécrétrices en regard de la lumière du canal et d'une autre couche de cellules adjacentes en servant les premières et transformées en fibres lignifiées constituant une gaine protectrice [21].

10- Localisation des plantes aromatique et médicinale en Algérie

Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie Avec une superficie de 2 381 741 km² , l'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées

Dans le Hoggar et en absence de médecins, dans certaines contrées isolées, les Touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils. En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et que les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'eucalyptus contre la grippe). Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoïse blanche pour lutter contre les indigestions [22].

Ces plantes se localisent majoritairement dans des Zones Importantes pour les Plantes (ZIP). Une ZIP est un « site naturel ou semi-naturel présentant une richesse botanique exceptionnelle et/ou une composition remarquable de plantes. Yahi et al, en 2010 sur la base d'un travail bibliographique ont défini 14 ZIP en Algérie tellienne.

Ce tableau présente les zones importantes pour les plantes en algérie [23].

Les ZIP	Description	Données floristiques
El Kala 2	Monts de la Medjerda	32 menacées, 20 endémiques
Péninsule de l'Edough	Monts et péninsule	38 menacées, 11 endémiques
Bélezma	Massif forestier	43 menacées, 12 endémiques
Chaîne des Babors	Massif forestier	50 menacées, 23 endémiques
Massif de l'Akfadou	Massif forestier	38 menacées, 28 endémiques
Djurdjura	Massif forestier et pelouses orophytiques	88 menacées, 40 endémiques
Theniet El Had	Massif forestier	30 menacées, 19 endémiques
Chréa	Massif forestier et gorges	63 menacées, 22 endémiques
Djebel Ouahch	Milieux ouverts	21 menacées, 12 endémiques
Gouraya	Matorral et falaises calcaires	17 menacées, 11 endémiques
EL Kala 1	Complexe de zones humides et littorales	94 menacées, 20 endémiques
Guebès	Plaine, milieu marécageux	41 menacées, 4 endémiques
Sahel d'Oran	Falaises et dunes côtières	36 menacées, 2 endémiques

Tableaux 1 : Zones Importantes pour les Plantes en Algérie

Source : Yahi & al. 2010.

11– Les plantes aromatiques produites et consommées en Algérie

En 2011, environ 33 stères de plantes aromatiques de différentes espèces (romarin, myrte, etc.) ont été extraites en Algérie, alors que la production pour l'année 2010 était de 735.5 stères et pour l'année 2009 de 23 stères. Ces chiffres en apparence assez faibles au regard du potentiel de l'Algérie semblent être confirmés par des données concernant les importations et exportations algériennes.

Ces tableaux présentent l'évolution de la production algérienne en plantes aromatiques et les principales plantes consommées en Algérie [24].

Période	Quantité en stères
2007	1000.0
2008	2.0
2009	23.0
2010	735.5
2011	33.0

Tableaux 2 : l'évolution de la production algérienne en plantes aromatiques

Source : Ministère de l'Agriculture, 2015

Espèces	Noms scientifiques	Parties utilisées	Importance
Fenugrec	Trigonella foenum groecum. L	Graines	xxx
Verveine	Verbena citriodora HB et K	Feuilles	xxx
Sabline	Arenaria rubra . L	Plante entière	xxx
Coriandre	Coriandrum Sativum. L	Graines	xxx
Queue de cerise	Prunus cerasus . L	Queues	xxx
Armoise blanche	Artemesia herba alba .asso	Sommités fleuries	xxx
Marrube blanc	Marrubiumvulgare .L	Sommités fleuries	xxx
Globulaire	Globularia alypum. L	Sommités fleuries	xxx
Menthe verte	Mentha veridis . L	Feuilles	xxx
Origan	Majorana hortentis Moeneli	Sommités fleuries	xxx
Nigelle	Nigella sativa . L	Graines	xxx
Petite centaurée	Erithrea centaurium . L	Sommités fleuries	xxx
Cumin	Cuminum Cyminum L	Graines	xxx
Réglisse	Glycyrrhiza globra. L	Racines	xx
Romarin	Romarinus officinalis . L	Sommités fleuries	xx
Tyum	Thymus vulgari	Sommités fleuries	xx
Bigaradier	Citrus bigaradia . Duham	Feuilles et fleurs	xx
Séné	Cassia abovata.coll	feuilles	xx
Sauge	Salvia officinalis L	Sommités fleuries	xx
Lavande	Lavandula officinalis L	fleurs	xx
Noyer	Juglans regia L	Feuilles écorce	et xx

Myrte	<i>Myrtus communis</i> . L	Feuilles et fruits	xx
Alaterne	<i>Rhamnus alaternus</i> . L	Feuilles	xx
Menthe pouliot	<i>Menta pulegium</i> . L	Sommités fleuries	xx
Tym serpolet	<i>Tyymus serpillum</i> . L	Sommités fleuries	xx
Aubépine	<i>Carataegus monogyna</i> Jacq	Fleurs	xx
Camomille	<i>Matricaria camomilla</i> . L	Fleurs	xx
Anis vet	<i>Pimpinella anisum</i> . L	Graines	xx
Ortie	<i>Urtica urens</i> L	Sommités fleuries	x
Frêne	<i>Faxinus exelsior</i> L	Feuilles	x
Lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i> . L	Feuilles	x
Basilic	<i>Ocinum basilicum</i> . L	Sommités fleuries	x
Pétale de rose	<i>Rosa canina</i> . L	Pétales et fruit	x
Fenouil	<i>Foeniculum vulgar</i>	Graines	x

Tableaux 3 : Principales plantes consommées en Algérie

Source : Données de l'enquête, 2015.

Chapitre II :

Les

métabolites

secondaires

Chapitre II : Les métabolites secondaires

12-Les métabolites secondaires

La plupart des métabolites secondaires intéressent entrent dans des catégories qui les classent en fonction de leur origine biosynthétique. Les métabolites secondaires sont des produits chimiques produits principalement par les plantes pour lesquels aucun rôle n'a encore été trouvé dans la photosynthèse, la croissance ou la reproduction. Les métabolites secondaires sont divers; plusieurs milliers estimés à plus de 300 000 ont été identifiés dans plusieurs grandes classes [25]. Chaque famille, genre et espèce végétale produit un mélange caractéristique de ces métabolites secondaires. Ces produits chimiques sont également utilisés comme caractères taxonomiques dans la classification des plantes [26].

Les métabolites secondaires peuvent être classés en fonction de leur structure chimique (par exemple, cyclique et acyclique, contenant un fragment sucre), de leur composition (présence ou absence éléments, par exemple de azote) et de leur solubilité aqueuse, ou en fonction de la voie par laquelle ils sont synthétisés (par exemple, phénylpropanoïde, qui produit des tanins). Une classification simple comprend trois groupes principaux: les terpènes (fabriqués à partir d'acide mévalonique, composé presque entièrement de carbone et hydrogène), les composés phénoliques (fabriqués à partir de sucres simples, contenant des cycles benzéniques, d'O² et d'hydrogène) et des composés contenant d'azote (extrêmement divers). Cependant, il y a pas de système strict de classification des produits naturels: leur extrême diversité de structure, de fonction et de biosynthèse leur permet de intégrer parfaitement dans quelques catégories simples [27-31]. On distingue classiquement trois grandes catégories de métabolites secondaires chez les végétaux : les composés phénoliques, les alcaloïdes [27-31] et les composés terpéniques [32-40]. Les produits naturels sont une grande importance en médecine. Les métabolites secondaires sont largement utilisés dans les formulations pharmaceutiques pour les loisirs et la stimulation (les alcaloïdes comme la nicotine et la cocaïne). L'étude une telle utilisation des plantes est appelée «ethnopharmacologie» [32-40].

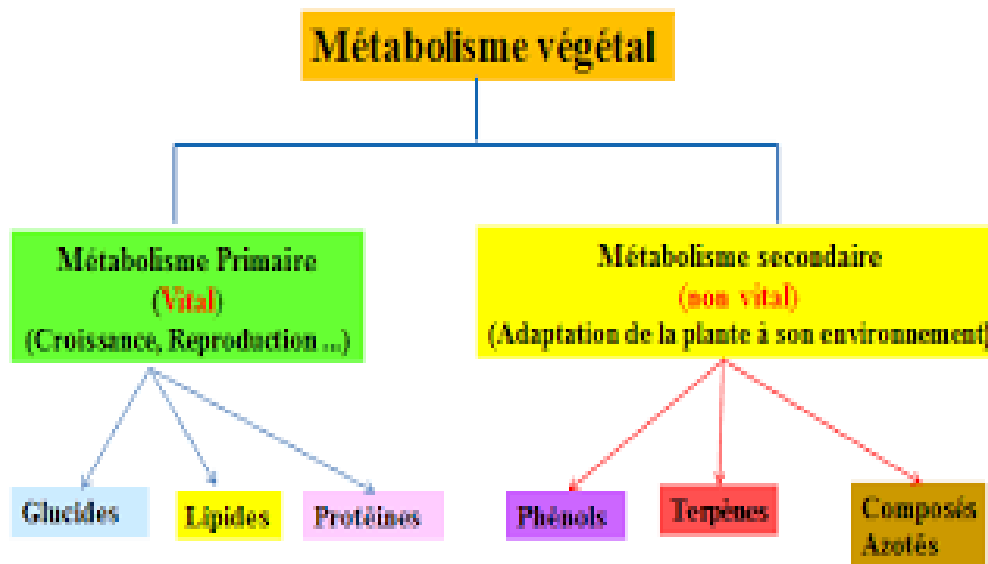


Figure 20 : Les métabolisme végétale

12-1- Localisation

- Retrouvés à différents organes de la plante (racine, tige, feuilles, fruits, fleurs et graines)
- Stockés parfois dans un organe autre que le lieu de synthèse.
- Localisation au niveau cellulaire, tissulaire, vacuole (nicotine, saponosides, hétérosides, tanins, anthocyanes)
- Constituants des parois (lignine) [41].

12-2- Les types des métabolites secondaires

On peut identifier trois types de métabolites secondaires :

a- Les terpènes

Les terpènes (Terpénoïdes) sont des constituants habituels des cellules végétales impliqués ou non dans des fonctions métaboliques essentielles. Ce sont des métabolites secondaires résultant de la condensation d'unités isoprénique à 5 atomes de carbone [42].

Les terpènes sont présents chez tous les êtres vivants et possèdent des structures, des propriétés physiques et chimiques, et des activités biologiques très diverses. Plusieurs d'entre eux sont exploités à échelle industrielle (industrie des cosmétiques et des parfums, industrie agroalimentaire pour les arômes et les colorants alimentaires, etc....) . Parmi eux, certains sont des substances odorantes, comme par exemple le menthol et le thymol, provenant d'huiles essentielles [43].

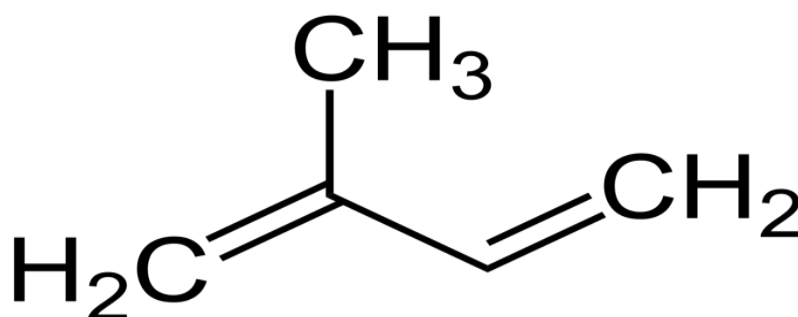


Figure 21: la structure des terpènes

a-1- Le rôle des terpènes

Les terpènes ont le rôle antioxydant, stabilisent in vitro les acides gras insaturés et les protègent en empêchant leur peroxydation par piégeage des radicaux libres. Ils peuvent aussi jouer un rôle comme agent régulateur de la stabilité, la fluidité et la perméabilité des membranes cellulaires [44].

a-2- Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des liquides aromatiques appelés aussi essences aromatiques, produits et emmagasinés dans certaines cellules de matières végétales [45]. Ils sont représentés l'ensemble des substances volatiles extraites du végétal, soit par entraînement à la vapeur (avec ou sans présence d'eau), soit par extraction par solvants volatils [46].

La volatilité des HE les oppose aux huiles de table (lipides), et les propriétés physiques de ces huiles rendent leur extraction à la vapeur particulièrement aisée. On les

appelle huiles essentielles et parfois essences, parce que comme l'essence elles s'enflamment. [46].

Les constituants majeurs des huiles essentielles sont des mono terpènes et des sesquiterpènes de formule générale $(C_5H_8)_n$. Les composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures incluent des alcools, des aldéhydes, des esters, des éthers, des cétones, des phénols et des oxydes. On estime qu'il y a plus de 1000 mono terpènes et 3000 de structures sesquiterpènes [47].

a-2-1- Localisation

Les huiles essentielles se rencontrent dans les familles des plantes à haute teneur en matières odorantes comme les conifères, rotacées, myrtacée, ombellifères et labiacées [48]. Souvent, on distingue deux types de dépôt des huiles essentielles dans les végétaux. Il s'agit des dépôts endogène et exogène. Les huiles essentielles sont produites dans les cellules sécrétrices, ou souvent dans des organes sécréteurs tels que les poils, les poches et les canaux sécréteurs [49].

a-2-3- Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles

Malgré la différence de constituants des huiles essentielles, ils possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques :

- Elles sont généralement liquides à la température ordinaire.
- Elles sont volatiles et entraînables à la vapeur d'eau.
- Elles sont généralement incolores ou jaune pâle lorsqu'elles viennent d'être préparées.
- Leur densité est généralement inférieure à 1.
- Elles sont peu solubles dans l'eau mais lui communiquent leur odeur.
- Elles sont solubles dans la plupart des solvants organiques et dans les huiles fixes.
- Elles sont sensibles à l'oxydation et donc de conservation limitée.27

A partir de ces propriétés que l'on prend des précautions de conservation, dans des flacons de petites tailles, bien bouchés, colorés ou en aluminium et si possible à basse température [50,51] .

a-2-4- Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes, contenant de très nombreuses espèces chimiques, identifiables par chromatographie. Il s'agit d'espèces organiques : des terpéniques et des aromatiques (aldéhydes, esters, alcools...) ; l'espèce majoritaire est appelée principe actif. En principe, toutes les parties d'une plante contiennent ces huiles essentielles, mais elles sont souvent majoritairement dans l'une d'elles. La teneur des plantes en huile essentielle est faible de 1 à 3% [52]. Les composés volatils ont la propriété de se solubiliser dans les huiles et les graisses et par la même ont reçu empiriquement le nom d'huile. Le terme « huile » soulignant le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances, le terme « essentiel » se comprenant comme la caractéristique principale de la plante. On regroupe l'huile essentielle en 11 familles de substances chimiques : – Les esters. – Les phénols – Les lactones et coumarines. – Les cétones. – Les acides. – Les aldéhydes aromatiques. – Les oxydes. – Les alcools. – Les aldéhydes aliphatiques. – Les sesquiterpènes. – Les monoterpènes [53].

a-2-5- Domaines d'utilisation des HE

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

➤ Dans les industries agro-alimentaires

Les huiles essentielles sont utilisées comme condiments, aromates ou épices. C'est le cas des essences de gingembre, de girofle, de vanille, de basilic, de poivre, de citrus. Les huiles essentielles extraites de citrus, par exemple, trouvent leur utilisation dans la confiserie, les sirops, les biscuiteries. On note leur intégration aussi dans les boissons, les produits laitiers, les soupes, les sauces, les snacks, les boulangeries ainsi que la nutrition animale [54].

➤ L'industrie de la parfumerie et de la cosmétique

Utilise fréquemment les huiles essentielles. La cosmétique est le secteur des produits d'hygiène naturels et synthétiques pour consommateurs. Elles sont intégrées dans des analgésiques pour la peau, les produits solaires [55].

On les retrouve aussi dans les préparations pour bains. Intégrées aux huiles de massage, leur teneur ne doit pas dépasser 3 à 4%. Le menthol, par exemple, à trouver une utilisation variée dans les produits tels que les dentifrices, mousses, nettoyantes, aliments, cigarettes et des préparations pharmaceutiques orales. L'huile de menthe poivrée a la troisième saveur mondiale, derrière les saveurs vanille et citron [56].

➤ **La médecine et l'industrie pharmaceutique**

Les propriétés pharmacologiques des HE leur confèrent un pouvoir antiseptique contre les bactéries, champignons et levures, en plus des propriétés bactériostatiques, bactéricides, vermicide, fongicides, antiseptiques, insecticides. Les Huiles essentielles de thym, girofle, lavande, eucalyptus. Le thymol, constituant principal de l'huile essentielle de thym, est 20 fois plus antiseptique que le phénol [56]. L'huile essentielle de Malaleuka a prouvé cliniquement son action antiseptique, antimicrobienne et antioxydant[56].

➤ **Dans diverses industries**

Ce sont surtout des industries chimiques qui utilisent des isolats (substances pures isolées des HE) comme matières premières pour la synthèse de principes actifs médicamenteux, de vitamines, de substances odorantes, etc.... [57]. Citons ainsi l'utilisation des isolats linalool, Dlimonène dans des shampoings et sprays insecticides pour les chats et les chiens

a-2-6- Méthodes d'extraction des huiles essentielles

a-2-6-1- Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielle pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter [58].

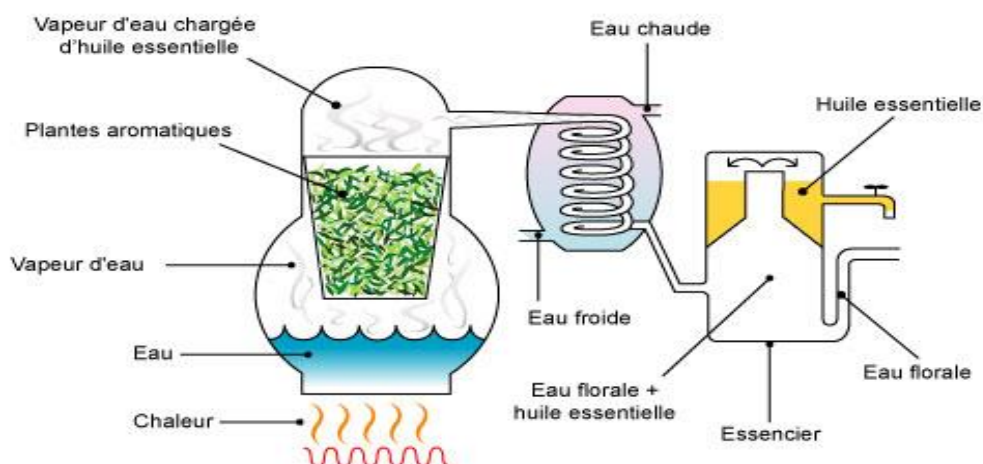


Figure 22 : Méthode d'entraînement à la vapeur d'eau

a-2-6-2- Hydrodistillation

Dans le cas de l'hydrodistillation qui est la méthode la plus utilisée, la composition du produit obtenu, le plus souvent, est différente de celle du mélange initialement présent dans les organes sécréteurs du végétales. Cela est du à la labilité des constituants des HE. Au cours de l'hydrodistillation, l'eau, l'acidité et la température C° peuvent induire l'hydrolyse des esters-par exemple- mais aussi des réarrangements, des isomérisations, des racémisations, des oxydations,.....etc [59].

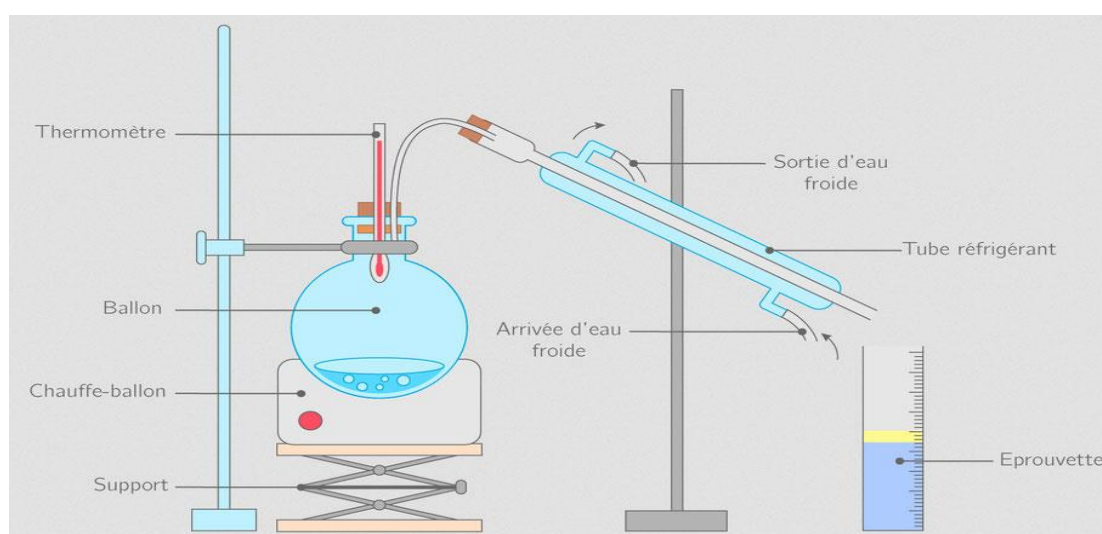


Figure 23 : Méthode de Hydro distillation

a-2-6-3- L'hydrodiffusion

Dans le cas de l'hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « Vapeur d'eau + huile essentielle » dispersé dans la matière végétale. Comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion présente l'avantage de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. [58].

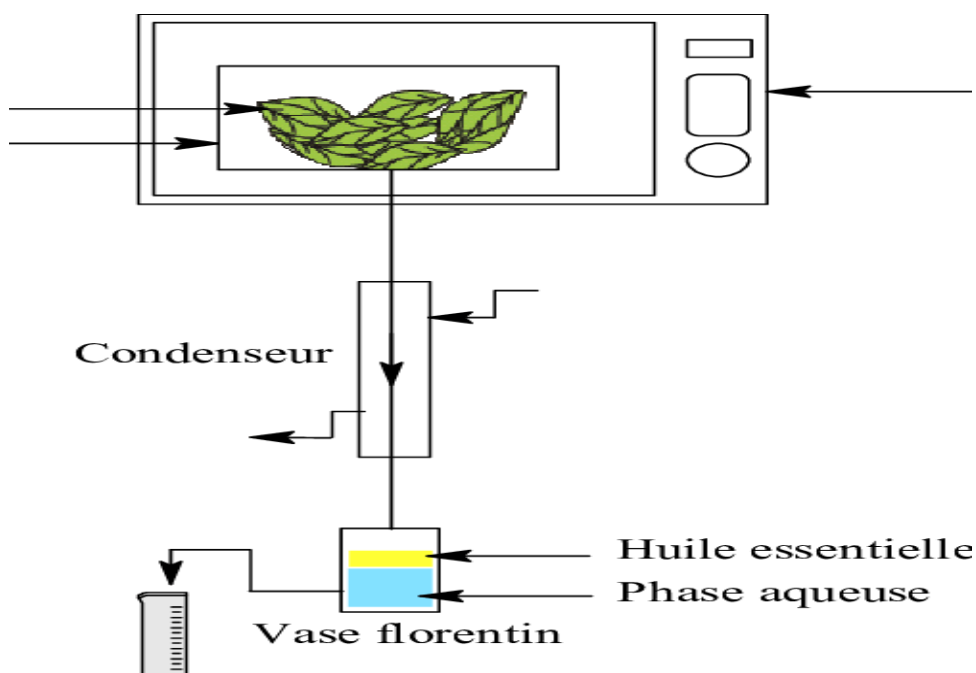


Figure 24: Méthode de L'hydrodiffusion

b- Les composés phénoliques ou les polyphénols

Les composés phénoliques sont les métabolites secondaires les plus largement distribués, présents de manière ubiquitaire dans le règne végétal, même si le type de composé présent varie selon le phylum considéré. Les composés phénoliques sont rares dans les bactéries, les champignons et les algues. Les bryophytes sont des producteurs réguliers de polyphénols dont les flavonoïdes, mais c'est dans les plantes vasculaires que se trouve toute la gamme des polyphénols [60-62].

Le terme phénolique est utilisé pour définir des substances qui possèdent au moins un groupement hydroxyle (OH) substitué sur un cycle aromatique. Ce nom provient du composé parent le plus simple : le phénol [63].

Structure	Classe
C6	phénols simples
C6-C1	acides benzoïques et composés voisins
C6-C2	acétophénone et acide phénylacétique
C6-C3	acides cinnamiques et composés voisins
C6-C3	coumarines, isocoumarines et chromones
C15	chalcones, aurones, dihydrochalcones
C15	flavanes, flavones, flavanones, flavanols, anthocyanines, anthocyanidines
C30	biflavonyles
C6-C1-C6 C6-C2-C6	benzophénones, xanthones, stibènes
C6-C4-C14	benzoquinones, naphthoquinones, anthraquinones
C18	betacyanines, betaxanthines
Lignanes, neolignanes	dimères ou oligomères
Lignines	polymères
Tannins	oligomères ou polymères
Phlédaphènes	polymères

Tableau 4 : Quelques classes de composés phénoliques

b-1-1- Les classes des composés phénoliques

b-1-1-1- Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont les polyphénols les plus abondants dans l'alimentation humaine, représentant plus de la moitié des huit mille composés phénoliques naturels que l'on trouve principalement dans les mûres, le cassis, les myrtilles, le raisin, les fraises, les cerises, les

prunes, la canneberge, la grenade et la framboise. Ce sont des composés de bas poids moléculaire, composés de quinze atomes de carbone; portent la structure C6–C3–C6. Ils sont principalement divisés en deux classes: les anthocyanes (dérivé glycosylé d'anthocyanidine, présent dans les fleurs et fruits colorés); et les anthoxanthines (un groupe de composés incolores divisé en plusieurs catégories, comprenant les flavones, les flavanes, les flavonols, les isoflavones et leurs glycosides) [64-68].

Ce sont des substances colorées responsables de la coloration de nombreux fruits, légumes et fleurs [69].

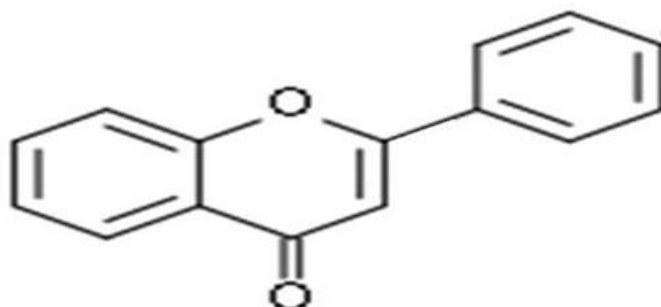


Figure 25 : la structure des flavonoïdes

b-1-2- Les Tanins

Les tanins sont des polyphénols que l'on trouve dans de nombreux végétaux et surtout les écorces d'arbre et les fruits (raisin, datte, café, cacao...). Ces premiers sont caractérisés par leur astringence, ils ont la propriété de précipiter les protéines (fongiques ou virales) et les métaux lourds. Ils favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation veineuse, tonifient la peau dans le cas des rides. Ils sont abondants dans les organes végétaux jeunes. Certains tanins auraient des propriétés anti-oxydantes et bactériostatiques [70].

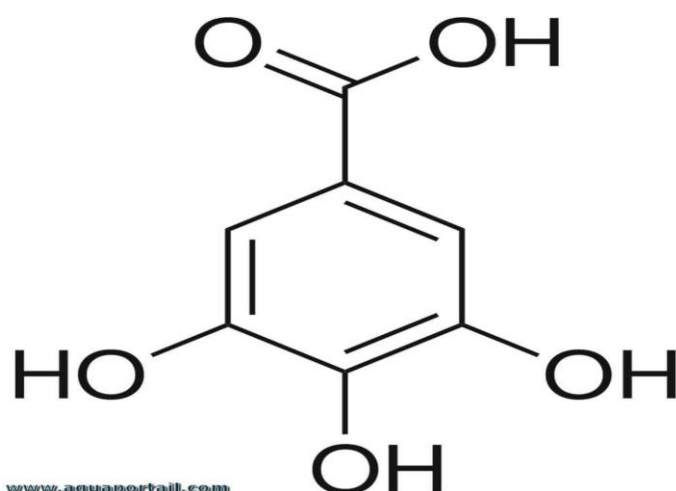


Figure 26 : la structure des tanins

b-1-3- Les coumarines

Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de la fève tonka d'où fut isolées pour la première fois en 1820 [71]. Elles sont issues du métabolisme de la phénylalanine via un acide cinnamique, l'acide p coumarique [72]. Les coumarines manifestent diverses activités biologiques, qui varient selon la substitution sur le cycle benzopyrane, telles que l'activité antifongique, anti-tumorale, anti agrégation plaquettaire, inhibitrice de plusieurs enzymes, antivirale, anti-inflammatoire. Anticoagulante, diurétique et analgésique [73]. La coumarine elle-même a fait l'objet de plusieurs études cliniques chez les patients atteints de cancers avancés : elle est immunostimulante et développerait une activité cytotoxique [74]. Elle a aussi un rôle capable de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, super oxydes et pyroxyles [75].

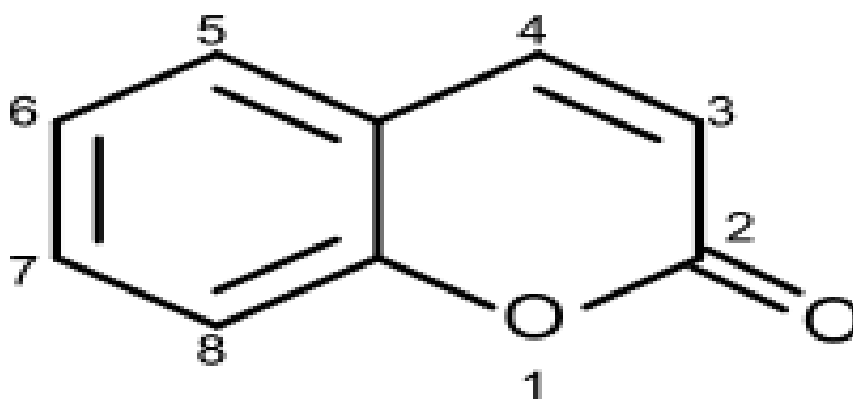


Figure 27 : la structure des coumarines

c- Les alcaloïdes ou les composés azotés.

Les alcaloïdes sont des composés cycliques contenant un ou plusieurs atomes d'azote [76]. Ils ont des propriétés basiques ou amères, à effets thérapeutiques ou toxiques [77] [78]. Ils sont responsables de la défense chimique de nombreuses plantes, du fait qu'ils ont une large gamme d'effets physiologiques sur les animaux et une activité antibiotique et répulsive contre les insectes. Deux groupes d'alcaloïdes ont été souvent étudiés du fait de leur rôle de défense : les alcaloïdes pyrrolizidiniques et quinolizidiniques [79]. Les alcaloïdes, extraits de *Capsicum frutescens* L., ont démontré leur effet insecticide contre *Antestiopsis orbitalis ghesquieri* ; insecte ravageur des caféiers, ils seraient recommandés comme insecticides alternatifs aux insecticides chimiques [80].

Les alcaloïdes exercent généralement des activités pharmacologiques sur les mammifères comme l'Homme. Jusqu'à aujourd'hui, plusieurs médicaments utilisés sont des alcaloïdes naturels, ils affectent chez l'être humain le système nerveux, particulièrement les transmetteurs chimiques tels l'acétylcholine, dopamine. Les alcaloïdes jouent plusieurs activités pharmacologiques : Analgésique (cocaïne), anti-malaria (quinine), anti-hypertensive (réserpine), antitussive (codéine), détressant cardiaque, stimulant central (caféine), diurétique, anesthésiant local (cocaïne), narcotique (morphine), anti-tumeur, etc.... [81].

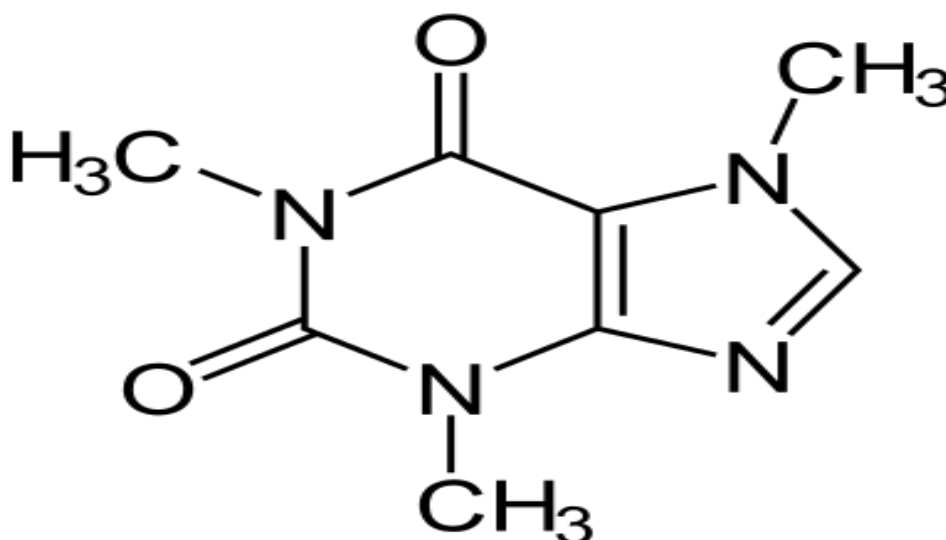


Figure 28: la structure des alcaloïdes

12-3- Rôle écologique potentiel des composés secondaires

12-3-1- Favoriser la coopération avec les animaux

Les métabolites secondaires peuvent être des moyens de signalisation et d'interaction entre les plantes et les animaux disséminateurs ou pollinisateurs. Nous avons vu dans le chapitre précédent que certains métabolites secondaires interviennent dans les mécanismes d'attraction des animaux, nécessaires à la dispersion des graines et des insectes pollinisateurs par l'intermédiaire de couleurs (anthocyanes, caroténoïdes...) et d'odeurs (huiles essentielles et différentes substances volatiles). Il est par ailleurs remarquable que ces produits apparaissent souvent au moment précis où la collaboration entre les deux parties (plante et animal) est nécessaire. Dans certains cas, les plantes peuvent rapidement répondre à un changement de pollinisateur par une modification de leur coloration : par exemple, les fleurs d'*Ipomopsis aggregata* passent du rouge au blanc par une dilution des anthocyanes, lorsque leurs premiers pollinisateurs migrent [82].

12-3-2- Lutter contre la compétition avec d'autres plantes

Des phénomènes d'allélopathie (« toxicité pour les autres ») sont connus pour différentes espèces de plantes. Ainsi les feuilles de noyer contiennent un glucoside phénolique qui, lorsqu'elles tombent au sol, s'hydrolyse et s'oxyde en juglone **24** sous l'action de la pluie. La juglone est une naphtoquinone, toxique pour la plupart des plantes, empêchant leur germination, excepté quelques-unes comme le paturin qui est devenu résistant [83-84].

12-3-3- Lutter contre la prédation et les attaques des agents pathogènes

On prête aux métabolites secondaires des plantes un rôle de défense contre les prédateurs et les pathogènes. Certaines observations semblent en accord avec cette hypothèse. Les stades juvéniles de croissance des plantes sont les formes les plus vulnérables aux différentes attaques et sont, de plus, des étapes nécessaires à l'accession à un stade reproductif inhérent à la transmission des gènes. Ce sont souvent ces formes immatures qui produisent des défenses chimiques qui disparaissent ensuite. Ainsi, les plantes ou arbres immatures de la forêt boréale produisent en hiver, les composés suivants [85].

- Pinosylvine
- Pinosylvine méthyl ether
- Acide papyriférique
- Salicyaldéhyde
- Glucosides phénoliques
- hydroxycyclohexenone
- trihydroxydihydrochalcone

Dans ces forêts, les lièvres (*Lepus americanus*) ne mangent pas les jeunes plants de *Betula resinifera* qui produisent des terpénoïdes comme l'acide papyriférique, mais ils consomment les formes adultes qui n'en contiennent plus. Une association avec la saison a aussi été démontrée pour ces formes qui entrent en dormance en hiver. Le castor (*Castor canadensis*) évite, pour sa part, la consommation des jeunes plants *Populus tremuloides* qui sont riches en métabolites secondaires. Il est aussi notable que les plantes à croissance lente et celles à feuilles persistantes – peut-être à cause de leur plus longue exposition aux pathogènes et aux prédateurs – possèdent aussi un plus fort taux de défenses chimiques [85].

Dans certains cas, des molécules toxiques, appelées *phytoalexines*, peuvent être synthétisées seulement en cas d'agression microbienne. Ainsi, ce type d'attaque déclenche la synthèse de resvératrol 57, un stilbène, par l'arachide (*Arachis hypogea*), ou de dianthalexine par l'oeillet (*Dianthus caryophyllus*). Parfois les produits existent sous forme inactive, ils ne deviennent toxiques que lors de l'infestation : c'est le cas des glucosides cyanogénétiques qui libèrent de l'acide cyanhydrique toxique pour un grand nombre de champignons [86].

12-3-4- Les métabolites secondaires des plantes utilisés par les animaux

Si beaucoup de plantes semblent à l'abri de l'attaque des prédateurs grâce à leur composition chimique, certaines subissent néanmoins l'attaque d'animaux qui se sont spécialisés, pouvant ainsi exploiter, voire même ravager, certaines espèces. En voici quelques exemples.

Des insectes peuvent utiliser des substances d'origine végétale comme protection par rapport aux prédateurs : la chenille du papillon *Danaus plexippus* se nourrit sur une Asclepiadaceae (*Asclepias curassavica*) contenant des cardénolides cardiotoxiques. Les prédateurs de ces insectes, des oiseaux, évitent alors ceux qui se sont nourris sur cette plante.

Les papillons Danainae se nourrissent sur le Séneçon (*Senecio vulgaris*) qui contient des alcaloïdes pyrrolizidiniques comme la sénécionine. Cet alcaloïde est hydrolysé chez le papillon en rétronécine qui, en plus d'être toxique pour les prédateurs, est transformé chez le papillon mâle, en phéromones d'accouplement attirant les femelles [83-84].

Le doryphore américain, *Leptinotarsa decemlineata*, s'est adapté à la solanine de *Solanum tuberosum* (Solanaceae), mais ne peut se nourrir de l'espèce sud-américaine voisine, *S. demissum* qui contient un alcaloïde proche, la demissine.

Les *Dendroctonus* sont des coléoptères xylophages qui élaborent des phéromones à partir de monoterpènes qui proviendraient des arbres attaqués. L' α -pinène de l'arbre attire les femelles pionnières qui utilisent ce produit pour l'oxyder en trans-verbénol. Cette substance agit comme phéromone d'agrégation de ces coléoptères qui envahissent alors les pins. La conversion de l' α -pinène en trans-verbénol serait réalisée par *Bacillus cereus*, bactérie présente dans l'intestin des insectes. Lorsque le pin cesse de produire l' α -pinène, la colonisation s'achève. Un autre exemple montre que les insectes présentent parfois des adaptations remarquables aux composés chimiques de leur hôte : certaines chenilles se protègent des propriétés phototoxiques des furanocoumarines linéaires des plantes (ces plantes poussent généralement au soleil) en se mettant elles-mêmes à l'ombre dans un enroulement de feuilles pour manger, évitant d'une part les effets nocifs des métabolites et se protégeant d'autre part, de l'attaque éventuelle de prédateurs par cet écran de feuilles toxiques [87].

12-4-Mécanismes de sécrétion des composés organiques volatils dans les cellules spécialisées des plantes aromatiques

L'étude s'est concentrée sur les cellules qui sécrètent des composés volatils odorants. ces cellules se trouvent dans une variété de plantes, collectivement appelées plantes aromatiques. Avec l'avènement des études microscopiques ,ils ont examiné les cellules des plantes aromatique et odorantes.

Organites impliqués dans la biosynthèse et en particulier dans la sécrétion sont al connus. Par exemple, une question à laquelle il faut répondre concerne la possibilité pour les produits chimiques d'être transportés directement à travers la membranes plasmique (sécrétion eccrine) ou par vésicules spécifiques d'exocytose (sécrétion granulocrine).les preuves relatives à cette question sont souvent contradictoires et l'existence des deux mécanismes pourrait être une hypothèse séduisante.

L'utilisation de la biologie moléculaire , de la microscopie confocale et de la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a permis de clarifier certaines voies de sécrétion

Cette revue portera sur des travaux récents portant sur des éléments des mécanismes de sécrétion des COV odorants au niveau ultra structural. Ici, le terme "sécrétion" est utilisé dans son sens large, bien que lorsque des sous-produits secondaires sont inutilisables ou nocifs pour l'organismes qui les secrètes , le terme exacte est excrétion [88].

a- Diversités des cellules sécrétrices de COV chez les plantes aromatiques

Les cellules sécrétantes sont classées selon leur forme ou selon les produits chimiques qu'elles sécrètent [89,90]. par exemple sels minéraux et eau, polysaccharides huiles essentiels ,etc.... les cov sont très souvent lipophiles et par conséquent sécrétés dans les huiles essentielles ,même si certains d'entre eux ,comme les dérivés caroténoïdes ou le phényléthanol par exemple, sont également hydrosolubles .il peuvent être sécrétés par des osmophores ,des cellules à papilles coniques, des trichomes glandulaires, des conduits, des cavités et Occasionnellement ,par des cellules non spécialisées. Dans certains fleurs , des grappes spécialisées de cellules, appelées osmophores, sont réparties sur les sépales et les

pétales d'une manière qui semble attirer les insectes pollinisateurs, c'est le cas chez les orchidaceae par exemple [91,92,93,94].

b- Localisation des voies de biosynthèse des COV

Pour tenter de comprendre comment les COV sont sécrétés, il est important de trouver où ils sont synthétisés dans la cellule. Dans les études microscopiques, la production d'huiles essentielles était souvent attribuée aux plastes en raison de l'observation de gouttelettes d'huile ou de plastoglobules dans le stroma. Ceci est en accord avec certaines expériences de fractionnement cellulaire et avec l'immunolocalisation de l'isopentényl pyrophosphate isomérase, gényl diphosphate synthase, limonène cyclase et des enzymes du 2-C-méthyl-D voie de l'érythritol-4-phosphate, tous impliqués au début de la biosynthèse des monoterpènes. Cependant, il y a des rapports contradictoires dans la littérature concernant les sites cellulaires et intracellulaires de la gényl diphosphate synthase dans les cellules végétales. Certaines données suggèrent l'existence de deux formes de cette enzyme selon la méthionine utilisée pour initier la traduction. Le plus grand pourrait être ciblé sur les plastes et le plus petit pourrait être cytosolique. On ne sait pas encore comment ces isoformes de la gényl diphosphate pourraient opérer au cours du métabolisme des isoprénoides chez les plantes [95].

La prochaine étape de la biosynthèse des terpènes cyclases et synthase connues semblent posséder des séquences ciblant les plastes [96]. Les dernières étapes de certaines voies de biosynthèse des monoterpènes sont connues pour être localisées dans le réticulum endoplasmique, comme en témoigne la localisation des limonène hydroxylases. [97-98]. Néanmoins, des données récentes semblent montrer que toutes les dernières étapes de certaines voies de biosynthèse des monoterpènes pourraient être cytosoliques [99].

c- Structure de la paroi cellulaire et de la cuticule des cellules sécrétant des COV

Une fois que les COV ont traversé la membrane plasmique, ils peuvent être stockés sous la cuticule dans certains cas. Dans les osmophores, dans les cellules à papilles coniques et dans certains trichomes sécrétoires (par ex la plupart des trichomes des solanacées ou des rosacées).

Les COV se volatilisent rapidement , probablement pour attirer les pollinisateurs. A l'opposé, dans les conduits, dans les cavités et dans certains trichomes sécrétoires (par exemple la plupart des trichomes des lamiacées), les COV sont souvent stockés avant de pouvoir atteindre l'atmosphère, probablement pour repousser les agents pathogènes et les herbivores. De nombreuses études se sont concentrées sur la composition chimique des cires de pétales, mais une seule d'entre elles a tenté de corréler cela avec l'émission de COV pendant le développement de la fleur [100].

Très souvent les huiles essentielles sont stockées dans un espace sous-cuticulaire qui se dilate lors de la sécrétion et sont ensuite libérées par rupture de la cuticule [99,101].

Chapitre III : Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

Chapitre III : Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

13- Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

L'intérêt croissant des consommateurs pour les substances d'origine naturelle en plus de l'augmentation des préoccupations concernant les additifs synthétiques potentiellement nocifs ont entraîné l'utilisation de plantes aromatiques, leurs extraits et huiles essentielles, en tant qu'ingrédients fonctionnels dans les produits pharmaceutiques, les denrées alimentaires et les aliments pour animaux les industries [102]. Ces industries sont actuellement à la recherche d'efficacité, substances sûres et rentables avec des modes d'action clairement définis et des avantages prouvés. Les composants dérivés de plantes ont des la possibilité de répondre à ces demandes. Bien qu'il y ait encore un manque de connaissances, en particulier en ce qui concerne la cohérence des résultats des essais in vivo et des mécanismes d'action de divers composants au sein des plantes aromatiques [103]. Elles pourraient être appliquées en tant que composés de nouvelle génération pour la santé humaine et animale et la nutrition. Il est également important de prendre en considération le fait que l'amélioration de la santé animale peut se traduire par améliorer la salubrité et la qualité des aliments, ce qui profite au consommateur.

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

Les plantes aromatiques, également connues sous le nom d'herbes et d'épices, sont utilisées au Moyen-Orient depuis environ 5000 av. J.-C. pour leurs propriétés conservatrices et médicinales, en plus d'améliorer l'arôme et saveur des aliments [104-106]. Leur utilisation se poursuit sans diminution aujourd'hui et selon le Monde Organisation de la santé (OMS) près de 80% de la population de la planète, en particulier dans les pays en développement dépend toujours des médicaments produits par les plantes pour leurs soins de santé [107-108]. En outre, les additifs alimentaires dérivés de plantes, également appelées phytogéniques ou phytobiotiques ou botaniques, peuvent être inclus dans les animaux régimes alimentaires pour améliorer leur productivité et les propriétés des aliments pour animaux et des produits animaux qui en résultent [109]. Parmi ces additifs naturels, les plantes aromatiques, leurs extraits et leurs huiles essentielles ont été examinés en raison de leurs avantages par rapport aux antibiotiques en tant que facteurs de croissance. Ils sont exempts de résidus et généralement reconnu comme sûr (GRAS) [109-111].

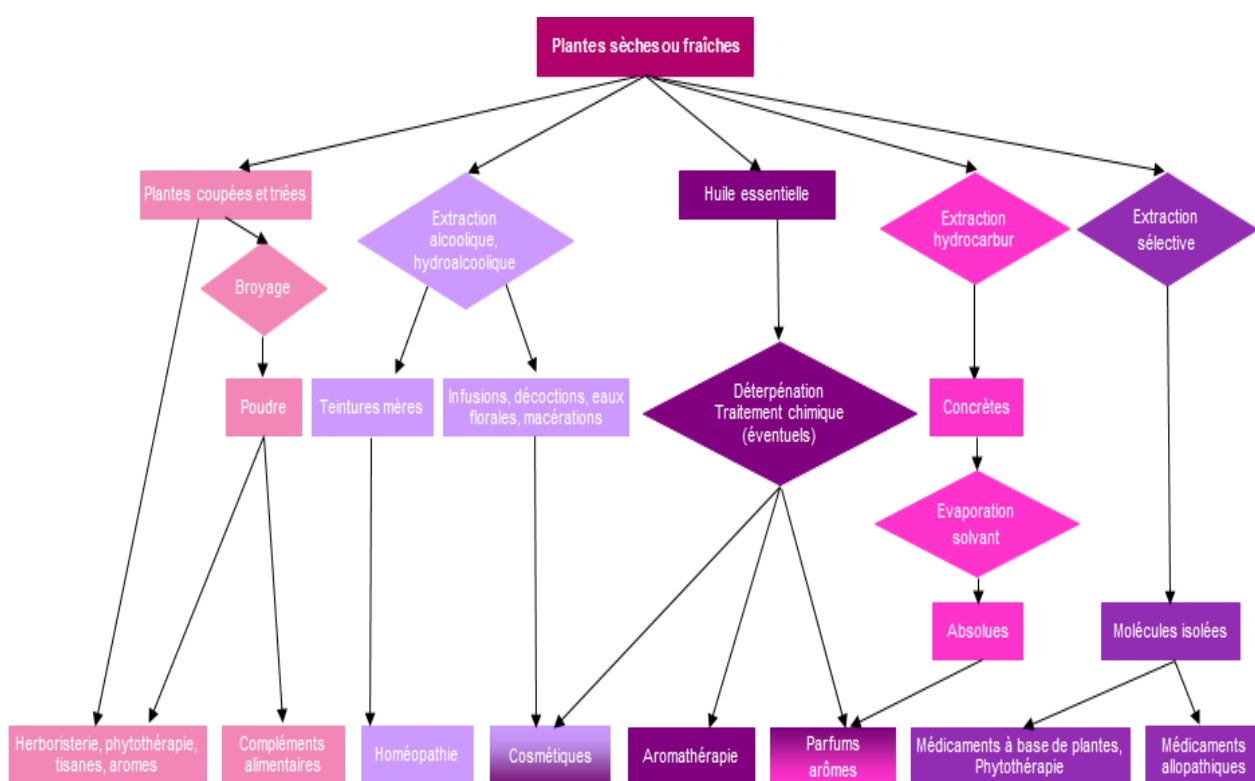


Figure 29 : Domaines d'utilisation des PPAM sèches ou fraîches

a- Les additifs

Les additifs alimentaires sont les outils indispensables et nécessaires des industries agroalimentaires. Selon la définition adoptée par l'Union Européenne « on entend par additif alimentaire toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, traitement conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet qu'elle devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires »[112]. celui-ci bénéficie d'un code qui se compose de la lettre "E" suivie d'un numéro permettant d'identifier la catégorie [113].

Classement des additifs selon le cadre de la CEE	Classement des additifs selon le cadre du Codex alimentarius.
1. Colorant 2. Conservateur 3. Antioxygène 4. Emulsifiant 5. Sel de fonte 6. Epaississant 7. Gélifiant 8. Stabilisant 9. Exhausteur de goût 10. Acidifiant 11. Correcteur d'acidité (et de pH) 12. Antiagglomérant 13. Amidon modifié 14. Edulcorant 15. Poudre à lever	1. Correcteur d'acidité et du pH (tamponnant), 2. Antiagglomérant (desséchant, antiadhérant), 3. Antimoussant, 4. Antioxygène(et synergiste d'antioxydation), 5. Agent de charge, 6. Edulcorant, 7. Colorant (et adjuvants de coloration), 8. Stabilisateur de couleur, 9. Emulsifiant (plastifiant, dispersant, surfactif), 10. Sel de fonte (émulsifiant pour fromage

16. Antimoussant	seulement),
17. Agent d'enrobage (et de glisse)	11. Exhausteur de goût,
18. Agent de traitement de la farine	12. Agent de traitement de farine (conditionneur de
19. Affermissant	pâte),
20. Humectant	13. Gélifiant,
21. Séquestrant	14. Agent de glisse (d'enrobage, lustrage, vernissage),
22. Enzyme	15. Conservateur (antimicrobien),
23. Agent de charge	16. Gaz propulseur (et gaz pour le stockage,
24. Gaz propulseur et gaz d'emballage.	emballage),
	17. Stabilisant (liant, séquestrant, ajusteur de densité),
	18. Epaisissant (agent de texture, gonflant),
	19. Poudre à lever,
	20. Agent moussant
	21. Humectant (mouillant, rétenteur d'humidité)

Tableau 5: Classement des additifs selon le cadre de la CEE et du Codex alimentarius

b- Les conservateurs

L'industrie alimentaire dispose d'une vaste gamme de procédés chimiques de conservation. Il s'agit en principe, de substances capables de retarder ou d'arrêter la fermentation, l'acidification des aliments en inhibant la prolifération de micro-organismes (conservateurs proprement dites) ou d'empêcher des réactions chimiques dues à la présence d'oxygène (antioxydants) [114].

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

Ils assurent la conservation des aliments en les protégeant des altérations microbiologiques qui peuvent entraîner notamment le développement de toxines.

Ils servent donc non seulement à assurer la sécurité sanitaire mais Aussi à garantir la stabilité organoleptique des aliments [115].

c- Les arômes

Le règlement CE n°178/2002 englobe les arômes dans le concept de « denrées alimentaires ». La Directive « Arômes » 88/388/CEE se caractérise par le fait qu'elle fixe les définitions de l'arôme et des agents d'aromatisation.

La Directive 88/388/CEE définit l'arôme comme étant tout produit ou substance qui, étant destiné à être ajouté à des denrées alimentaires pour leur donner une odeur, un goût ou une odeur et un goût, entre dans l'une des catégories d'aromatisants, à l'exception des substances ayant exclusivement un goût sucré, acide ou salé [116].

d- Les colorants

Des substances qui ajoutent ou redonnent de la couleur à des aliments pour animaux, ou bien des substances, qui utilisées dans l'alimentation animale[115]. Venant des végétaux, les chlorophylles (E 140, E 141), la curcumine (E 100), les dérivés caroténoïdes ou congénères (E 160a,b,c,d et E161b), les anthocyanes (E 163) et le rouge de betterave (E 162) [lui-même mélange de plusieurs types, dont E 160], sont plus variés que les catégories précédentes et d'un emploi plus général. L'orcéine, extraite de lichens n'est plus autorisée dans l'Union Européenne. S'ajoute, bien évidemment à cette classe de colorants, le charbon végétal (E 153) [117].

13-1- Domaine agro-alimentaire

L'industrie- agro-alimentaire est une importante utilisatrice de plantes aromatiques.

13-1-1- Dans la gastronomie et la cuisine

L'usage des plantes aromatiques dans la gastronomie et la cuisine, reste fortement ancré dans toutes les cultures méditerranéennes. Menthe, origan, persil, romarin, sauge... sont largement présentes dans notre alimentation quotidienne sans parler de leur rôle thérapeutique indéniable. Elles accompagnent les recettes les plus sages aux plus originales et vous permettent de profiter de leurs bienfaits : fromage à la grecque, omelette aux fines herbes, soupe au pistou, concombre à la menthe pour n'en citer que quelques-unes [118].

Plantes aromatiques	Leurs usages en cuisine
Sauge	Elle fait merveille en salade. Vous pouvez, par exemple, glisser délicatement des feuilles de sauge sous la peau d'un poulet ou en intercaler entre une caille et les bardes qui l'entourent.
Romarin	Cet aromate est à marier avec précaution vu son goût puissant. Il est indispensable avec les recettes provençales et se marie très bien avec viandes blanches, lapin, veau, volaille ainsi qu'avec le mouton dont il masque le goût fort
Persil	On utilise surtout les feuilles hachées en décoration de pratiquement tous les plats salés.
Orange	Pour aromatiser vins chauds, pâtisseries et liqueurs
Mélisse	Le froissement des feuilles dégage une odeur agréablement citronnée. Ces jeunes pousses parfument les salades, parfois aussi pour aromatiser entremets, glaces et boissons diverses.
Laurier noble	Les feuilles et l'huile essentielle sont employées en cuisine pour parfumer délicatement plats et sauces.
Gingembre	Rhizome dont la pulpe très aromatique est piquante. aliment de base des cuisines asiatiques; il aromatise sauces, viande, poisson, fruits de mer, riz,

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

	tofu et potages. On en fait de la confiture et des friandises confites.
Estragon	Il aromatise à merveille le poulet, certains poissons et autres sauces béarnaises et tartares. Souvent utilisé pour aromatiser les cornichons au vinaigre.
Fenugrec	Les graines de fenugrec laissent un arrière-goût de caramel et de sirop d'érable lorsqu'elles sont grillées. On les cuit à la manière du gruau ou on les utilise comme condiment. Elles aromatisent soupes, légumes, cornichons, chutneys et plats mijotés
Curcuma	Réduit en poudre après cuisson, il assaisonne soupes, sauces, salades, lentilles, riz, oeufs, poissons et crustacés.
Coriandre	son parfum particulier s'associe parfaitement aux fruits de mer, poissons, riz, vinaigrettes. Elle fait merveille dans les desserts comme les salades d'orange ou d'ananas frais. Pour en exhaler tout le parfum, faites griller les grains à la poêle avant de les concasser
Verveine adorante	Pour de délicieuses tisanes au goût citronné, pour aromatiser vos desserts, glaces, crème, flan...
Thym	Utilisé pour parfumer les grillades, le riz, les salades. On le retrouve également seul ou parmi le bouquet garni pour parfumer les ragoûts, sauces, gibiers... Son pouvoir odorant puissant donne une tonalité résolument ensoleillée à vos préparations.
Basilic	Utilisé dans de nombreuses salades. On l'associe souvent aux tomates, au poisson. Il parfume les sauces à base d'huile ou de vinaigre, il incarne parfaitement la cuisine méditerranéenne
Céleri	Minuscules graines aromatiques provenant du céleri, dont le goût, légèrement âcre, parfume un grand nombre de plats. Entières ou en poudre, elles sont ajoutées aux soupes, sauces et ragoûts et peuvent aussi être utilisées dans les pains et certains biscuits salés.

Tableau 6 : L'usage de Quelques plantes aromatiques dans la cuisine

13-2- Additifs alimentaires phytogéniques (nutrition animale)

Les plantes et leurs principes actifs sont utilisés en production animale depuis peu et de plus en plus. Il a été démontré que de nombreux principes actifs d'extraits de plante ou d'huiles essentielles, améliorent les performances des vaches laitières, des veaux ou encore des bovins en engraissement. Les additifs alimentaires phytogéniques ne sont pas limités aux applications bovines, mais conviennent également aux petits ruminants tels que les moutons, les chèvres et les camélidés pour la production de lait ou de viande [119].

Les additifs alimentaires phytogéniques, connus sous le nom de PFA sont des substances d'origine végétale ajoutées à l'alimentation animale à des niveaux recommandés dans le but d'améliorer l'appétence, la digestibilité, la santé intestinale et les performances. Ces composés peuvent avoir un large éventail de propriétés par exemple, les herbes, les épices, les huiles essentielles et les oléorésines contiennent une grande variété de substances chimiques, à savoir les phénols et les flavonoïdes, qui peuvent avoir des effets bénéfiques sur l'utilisation des nutriments en stimulant les enzymes digestives. Leur impact positif sur la digestibilité influence l'indice de consommation et réduit le rejet de nutriments dans l'environnement, ce qui à son tour améliore la performance économique et le respect de l'environnement [119].

Les PFA ne stimulent pas simplement l'ingestion, mais ils présentent également diverses propriétés bénéfiques qui améliorent la santé, la performance et le bien-être des animaux. Un certain nombre de PFA ont été notés pour leur activité antimicrobienne, antioxydant et potentiellement antiparasitaire et antivirale. Ils peuvent aider à stimuler le système endocrinien et immunitaire pour atténuer le stress cellulaire et renforcer la capacité naturelle de l'animal à résister aux pathogènes [119].

13-2-1- Quand utiliser des additifs alimentaires photogéniques en engraissement

Pour :

- Améliorer l'ingestion
- Adaptation plus rapide face aux stress
- Renforcer l'intégrité intestinale
- Augmentation du GMQ
- Meilleure conversion d'alimentation [119].

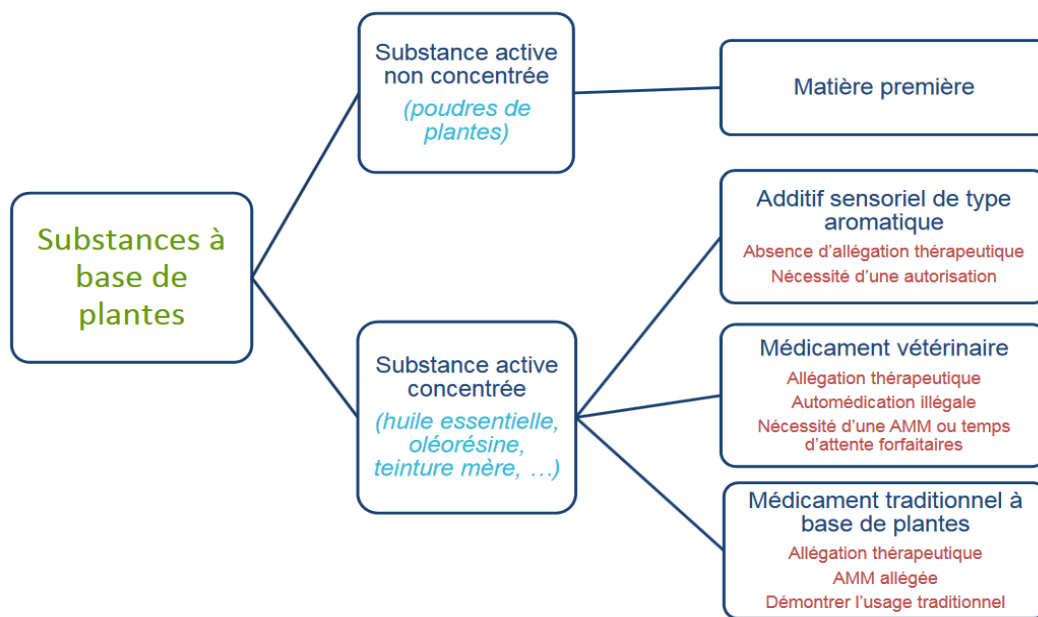


Figure 30: Statut des substances à base des plantes

14- Domaines phytosanitaire biocide

Les produits phytosanitaires sont les produits destinés à lutter contre les parasites animaux et végétaux nuisibles aux cultures et aux produits récoltés. Ce sont des antiseptiques, herbicides, insecticides, certains engrais, etc.

Les biocides sont des substances ou des préparations destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique. Ces produits de la vie courante regroupent les désinfectants ménagers, les insecticides.

Les biocides à base de plantes (huiles essentielles surtout) regroupent majoritairement les produits assainissants atmosphériques, les produits anti moustiques, les désinfectants pour les mains, les antipoux, etc [120].



Figure 31: quelque produit phytosanitaire biocide

15- Domaine des compléments alimentaires

Les compléments alimentaires sont notamment des produits d'origine végétale, tels que des extraits de plantes traditionnellement consommées.

Le concept de complément alimentaire a été défini par la directive 2002/46/CE, transposée en droit français par le décret du 20 mars 2006 : « On entend par complément alimentaire les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés... » [120].

Les compléments alimentaires se présentent sous forme de gélules, comprimés, ampoules, sachets de poudre. Ils peuvent fournir vitamines, minéraux (calcium, magnésium...) ou oligoéléments (zinc, sélénium...), acides gras essentiels (oméga 3...), probiotiques, des plantes (poudre...) ou extraits de plantes. Au préalable de la mise sur le marché, l'entreprise doit établir une déclaration de mise sur le marché d'un complément alimentaire, suivant le Décret n° 2006-352 du 20 mars 2006). 546 plantes sont autorisées en tant que compléments alimentaires selon l'arrêté du 24 juin 2014 établissant la liste des plantes autorisées dans les compléments alimentaires et les conditions de leur emploi [120].



Figure 32: des compléments alimentaires à base des plantes aromatiques

16- Domaine medicinal (aromathérapie)

Le terme aromathérapie vient du grec *aroma* signifiant “arôme” et *therapeia* “soins”. Selon la définition du dictionnaire Larousse l’aromathérapie désigne la Thérapeutique par ingestion, massage du corps ou inhalation d’huiles essentielles végétales ou d’essences aromatiques. » Pour rappel, la phytothérapie se distingue de l’aromathérapie car elle utilise les plantes entières. L’aromathérapie est une thérapie qui utilise les huiles essentielles (ou essences) extraites par distillation. Ces huiles essentielles sont des produits très concentrés et complexes, à utiliser avec précaution et en respectant les doses prescrites, car ils ne sont pas sans danger. Les voies d’administration sont la voie percutanée (à travers la peau), la voie orale et la diffusion dans l’air [120].

D’après la Pharmacopée Française, une huile essentielle est & quot; un produit généralement de composition complexe, obtenu à partir d’une matière première végétale botaniquement définie, soit par distillation à la vapeur d’eau, soit par un procédé mécanique

sans chauffage & quot ;. Cette définition nous indique que les l'huiles essentielles sont des mélanges complexes et qu'elles peuvent être obtenues par des méthodes de fabrication différentes. Il est possible de retrouver plus de 200 molécules dans une huile d'où sa complexité [121]. Selon l'ANSM leur utilisation et leur revendication sont soumises à la réglementation des produits cosmétiques, des biocides (sprays assainissant), ou des médicaments à base de plantes. Une huile essentielle peut être considérée comme un médicament si elle est présentée comme ayant des propriétés pour soigner ou prévenir des maladies humaines ou lorsqu'elle a une action pharmacologique, immunologique ou métabolique. Elle peut également être utilisée comme excipient (aromatisant par exemple) dans la formule d'un médicament. En pharmacie, les huiles essentielles peuvent être délivrées sous forme de préparations magistrales ou telles quelles. Les huiles essentielles sont à distinguer des essences qui sont directement produites par la plante alors que les HE sont obtenues par distillation de l'essence. L'essence est une substance aromatique sécrétée naturellement par les organes reproducteurs de la plante [122].

17- Domaine des détergents, de la parfumerie et de la cosmétique

a-Détergents

Selon l'INSEE, la fabrication de savons, détergents et produits d'entretien, regroupe :

- la fabrication d'agents de surface organiques.
- la fabrication de papier, d'ouate, de feutre, etc. enduit ou recouvert de savon ou de détergent,
- la fabrication de glycérine,
- la fabrication de savon,
- **la fabrication de préparations tensioactives :**
 - ✓ poudres pour lessives, sous formes solides ou liquides, et détergents,
 - ✓ préparations pour la vaisselle,
 - ✓ adoucissants pour textiles,
- **la fabrication de produits d'entretien :**
 - ✓ préparations pour parfumer ou désodoriser les locaux,

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

- ✓ cires artificielles et cires préparées,
- ✓ cirages et crèmes pour le cuir,
- ✓ cires et encaustiques pour l'entretien du bois,
- ✓ brillants pour les carrosseries, le verre et les métaux,
- ✓ pâtes et poudres à récurer, y compris les articles en papier, ouate, feutre, etc. enduits ou recouverts de celles-ci [120].

Le secteur des savons, détergents et produits d'entretien utilise énormément de produits de synthèse. Les huiles essentielles sont encore utilisées, dans une moindre mesure, pour parfumer (voire désinfecter dans les produits biologiques). Les huiles essentielles utilisées dans ce domaine sont en majorité les huiles essentielles d'agrumes (citron, pamplemousse...), lavandin (lavande en moindre quantité) et à odeur boisée (eucalyptus radié, pin sylvestre, arbre à thé, laurier noble...) [120].

b- Parfumerie

La nature offre aux parfumeurs une gamme de senteurs unique , que ce soit au niveau de la fleur elle-même et du fruit ,ou au niveau des feuilles (plantes aromatiques), des écorces , des tiges, des résines, des graines, du bois ou des racines. Au fil des années , les parfumeurs ont développé des techniques pour extraire l'essence et conserver toutes les qualités du parfum d'origine [123].

Les matières premières végétales sont très utilisées en parfumerie. Plusieurs dizaines de plantes peuvent faire partie d'un même parfum. Si les fleurs sont les parties des végétaux les plus employés en parfumerie ,elles ne sont pas les seules.

Certaines matières utilisées quotidiennement à d'autres fins sont également connues des parfumeurs [123].

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

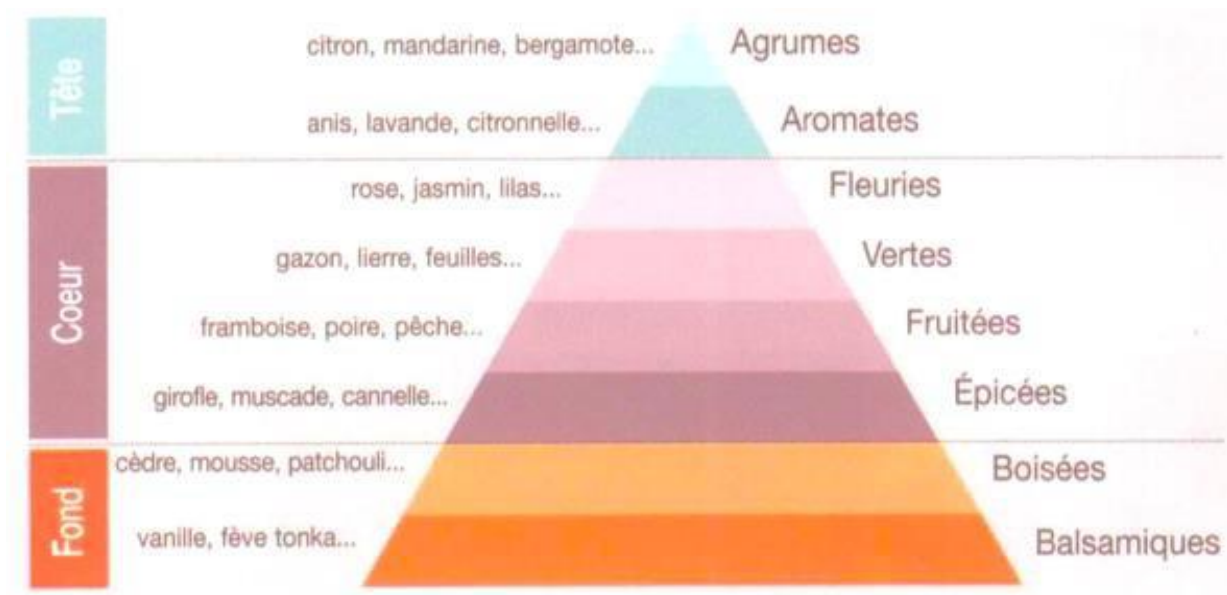


Figure33: Pyramide olfactive

Selon l'INSEE, la fabrication de parfums et de produits pour la toilette comprend:

- **La fabrication de parfums et de produits pour la toilette**
 - ✓ parfums et eaux de toilette,
 - ✓ produits de beauté ou de maquillage,
 - ✓ préparations de protection solaire et pour le bronzage,
 - ✓ préparations pour manucures et pédicures,
 - ✓ shampooings, laques pour cheveux, préparations pour l'ondulation ou le défrisage des cheveux,
 - ✓ dentifrices et produits pour l'hygiène buccale, y compris les préparations destinées à faciliter l'adhérence des dentiers,
 - ✓ préparations pour le rasage, y compris les préparations pour le pré-rasage et l'après-rasage,
 - ✓ désodorisants et sels pour le bain,
 - ✓ dépilatoires [120].

- la fabrication de savon cosmétique.

Cette définition est reprise par les professionnels de la parfumerie. Dans ce cas, la parfumerie inclut des produits cosmétiques.



Figure 34: Parfum à base d'une plante aromatique

c-Cosmétique

Les plantes aromatiques entrent dans la composition de nombreux produits cosmétiques, sous forme d'huiles essentielles, d'extraits de plantes ou d'herbes lyophilisées.

La cosmétique est définie par le Code de la Santé Publique (article L5131-12) : « On entend par produit cosmétique toute substance ou mélange destiné à être mis en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain, notamment l'épiderme, les systèmes pileux et capillaire, les ongles, les lèvres et les organes génitaux externes, ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles » [120].

Ainsi, le marché des produits cosmétiques est segmenté de la manière suivante :

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

- Les soins du visage parmi lesquels on retrouve les soins solaires, les soins du corps, du visage (anti-âge...) ;
- Les produits à vocation d'hygiène : déodorants, produits de bains et douche, ou encore les soins buccodentaires ;
- Les produits de parfumerie ;
- Les soins capillaires, incluant les shampooings, les soins pour cheveux et produits de coloration ;
- Les produits de maquillage [120].

Plantes aromatiques	Leurs usages en cosmétique
Thym	Les déodorants, pour les soins des peaux et cuirs chevelus gras, dans les démaquillants et aussi dans les dentifrices et les bains de bouche.
Basilic	Complexe anti-stress et sommeil et soin correcteur anti-taches
Fenouil	Les feuilles sont désinfectantes et légèrement astringentes (peaux sèches et encrassées) et contribuent à lutter contre les rides. Pour la beauté des dents et des gencives, la poudre de semences est efficace.
Mélisse	Les feuilles sont adoucissantes, astringentes, rafraîchissantes, revitalisantes et sont surtout employées pour les peaux grasses.
Persil	Les feuilles sont astringentes et anti-rides. Cette plante est aussi réputée pour éclaircir le teint, atténuer les taches de rousseur, aviver la couleur des cheveux (en infusion). Les semences réduites en poudre et appliquées en friction sur le cuir chevelu seraient bénéfiques contre la chute des

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

	cheveux.
Orange	Masque cheveux et visage à la poudre d'orange
Gingembre	Un masque anti-âge Il nettoie et exfolie la peau naturellement.
Menthe	L'huile essentielle de menthe trouve naturellement sa place dans la composition de produits de beauté pour le visage, le corps et les cheveux. Dans les soins de beauté et de démaquillage, L'eau florale de menthe poivrée permet d'apaiser les irritations, les démangeaisons, les rougeurs et les coups de soleil.
Lavande	Baume nourrissant corps et savon.

Tableau 07 : L'usage de Quelques plantes aromatiques en cosmétique



Figure 35: Quelque produit cosmétique des plantes aromatique

18- Domaine de sports

18-1- L'utilisation des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles chez le sportif

Dans cette partie, nous présentons les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles les plus souvent retrouvées dans le sport.

Les plantes aromatiques	Indications chez le sportif
1_ Romarin officinal, <i>Rosmarinus officinalis</i> L (Lamiaceae).	Ses propriétés myorelaxantes, via la dissolution des cristaux d'acide urique et lactique, sont particulièrement intéressantes ici. En plus des effets antidouleurs qu'elle possède, elle sera aussi utilisée pour les crampes, et aussi bien en prévention que pour les soulager [124].
2_ Eucalyptus citronne, <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook (Myrtaceae).	Les propriétés qui nous intéressent ici sont anti-inflammatoires, antalgiques et antipyrétiques. Les propriétés analgésiques et antipyrétiques sont similaires à l'acétylsalicylate de lysine, Il s'agit donc d'une alternative thérapeutique dans le traitement des maladies inflammatoires [124].
3_ La menthe poivrée, <i>Mentha x piperita</i> (Lamiaceae).	Le menthol et le menthone agissant comme antispasmodique sur les fibres musculaires de l'appareil digestif et respiratoire, grâce à une action antagoniste sur les récepteurs 5-HT ₃), celles pour les douleurs n'ont pas été concluantes. Il semblerait qu'en l'appliquant sur la peau, on ait une

Chapitre III: Les domaines d'utilisations des plantes aromatiques

	sensation de froid qui va diminuer la sensibilité des récepteurs à la douleur [124].
4_ Laurier noble, <i>Laurus nobilis</i> (Lauracees).	Nous intéressante pour les problèmes articulaires et musculaires. L'effet du 1,8-cineole [124]. possède des activités antalgiques et anti-inflammatoires semblables à la morphine et au piroxicam [124].
5_ Palmarosa, ou géranium des Indes, <i>Cymbopogon martinii</i> Watson (Poacees).	Elle sera utilisée, seule ou en association avec l'arbre à thé, chez le sportif, pour soigner les problèmes de mycose des orteils et des chaussures, très fréquents dans le sport [124].
6_ Tea tree, ou arbre à thé, <i>Malaleuca alternifolia</i> Cheel (Myrtacees).	. pour soigner ses infections cutanées de type pied d'athlète, pure ou mélangée à un antifongique en pommade, très courant chez les sportifs, et à traiter ses chaussures [124].
7_ Basilic tropical, <i>Ocimum basilicum</i> , var <i>basilicum</i> (Lamiacees).	Ses propriétés anti-inflammatoires liées au méthyl-chavicol et au linalol, vont nous intéresser ici. Elle est utilisée en cas de crampes ou de tension musculaire. Mais également, et surtout, pour la récupération après l'effort, grâce à la présence du linalol
8_ Hélichrysum italienne, ou Immortelle, <i>Hélichrysum italicum</i> (Asteracees).	Cette huile est très utile, notamment pour tous les problèmes liés à un coup ou une entorse. C'est l'huile essentielle que tous les sportifs devraient avoir.
9_ Lavande officinale, <i>Lavandula</i>	Ses propriétés cicatrisantes et antidouleurs

officinalis (Lamiacees).	sont utilisées chez le sportif.
10_ Le lavandin super, Lavandula burnatii super(Lamiacées).	Il s'utilise avant l'effort pour ses propriétés relaxantes et calmantes, Fin d'aider le sportif, soit à gérer son stress, soit à détendre ses muscles.

Tableau08 : L'indication des plantes aromatiques chez le sportif.

18-2- Les huiles essentielles à conseiller chez le sportif

Toutes les huiles essentielles proviennent des plantes. Elles se composent d'un ensemble de molécules, qui vont donner à cette huile essentielle ses propriétés. Les molécules les plus fréquemment rencontrées ayant des structures chimiques similaires [124].

Au niveau des préparations de mélanges d'huiles essentielles, celle-ci peut être faite par le pharmacien, ou par le patient directement. « Les pharmaciens peuvent réaliser des préparations magistrales ou officinales à base de plantes, en conformité avec les bonnes pratiques de préparations (BPP) qui leur sont opposables. » [124]. Ils ne s'utilisent que rarement pures. Pour les diluer, on se servira des huiles végétales pour la voie externe [124].

a. L'échauffement

L'utilisation des huiles essentielles ici ne remplace en aucun cas un échauffement, elles permettent juste de préparer les muscles à l'effort et de se mettre en mouvement.

b. Prévention des crampes

Pour les huiles essentielles, utilisez quelques gouttes du mélange suivant pour masser les muscles, notamment les plus sujets aux crampes (les extrémités et les muscles des jambes).

c. La confiance en soi, gérer le stress

Sur le même principe, l'huile essentielle de vande officinale peut être utilisée pour gérer le stress en appliquant trois gouttes d'huile essentielle pure sur la voûte plantaire, le plexus solaire ou les poignets

d. La récupération

L'utilisation d'huiles essentielles peut aider dans ce processus : Savon composé d'un mélange d'huiles essentielles de gaulthérie, de couchée et de genévrier commun . Il est aussi possible de faire un mélange tropical avec du basilic pin sylvestre.

Conclusion générale

Au terme de cette recherche modeste, nous pouvons formuler un certain nombre de conclusions.

Les plantes aromatiques sont des végétaux constituent une richesse naturelle très importante dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur. Elles sont une source d'arôme, de parfums, de saveurs qui plus utilisée dans le domaine agroalimentaire, parce que elle utilisée comme antioxydants et antimicrobien. Qui contient des molécules bioactives

Elles ont eu de nombreuses applications et se révèlent d'être utilisées à l'état frais, congelées ou sec. Ils sont synthétisent des molécules odorantes et volatiles qui constituent les huiles essentielles. Ces huiles sont extraites à partir de différents organes végétaux (feuilles, fleurs, fruits,...etc.) par différentes méthodes.

A partir de notre travail, on a constaté que les huiles essentielles révèlent des activités biologiques variées et très importantes. Ces activités permettent les utiliser dans plusieurs domaines : pharmaceutique, alimentaire et cosmétique et aussi dans le sport. Malgré que les chercheurs ont découvert différentes activités biologiques importantes pour ces huiles essentielles il y a des activités qui sont appliquées dans certains domaines, et reste quelques activités qui n'étaient pas valorisées. Les activités biologiques des plantes aromatiques sont connues par Ces propriétés qui sont dues essentiellement à la fraction d'huile essentielle et aux composés phénoliques contenues dans les plantes

Enfin, nous pouvons dire qu'on peut utiliser les métabolites secondaires de différentes plantes aromatique dans différents domaines soit agro-alimentaires, pharmaceutique thérapeutique et cosmétique Etc.

Références

- [1] **Baudoux, D. (2017).** Aromathérapie: 100 huiles essentielles. Dunod.
- [2] **Namdeo, A. G. (2018).** Cultivation of medicinal and aromatic plants. In *Natural products and drug discovery* (pp. 525-553). Elsevier.
- [3] **Singh, J. (2008).** Maceration, percolation and infusion techniques for the extraction of medicinal and aromatic plants. *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants*, 67, 32-35
- [4] https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante_aromatique
- [5] **Costa, D. C., Costa, H. S., Albuquerque, T. G., Ramos, F., Castilho, M. C., & Sanches-Silva, A., (2015).** Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. *Trends in Food Science & Technology*.
- [6] **Marouf, A. (2000).** Dictionnaire de botanique.
- [7] **André, g. Haudricourt et louis hédin. (1949).** L'homme et les plantes cultivées.
- [8] **Heinrich, G., Schultze, W., Pfab, I. et Boettger, M. (1983).** The site of essential oil biosynthesis in *Poncirus trifoliata* and *Monarda fistulosa*. *Physiologie Vegetale*
- [9] **Kubeczka, K. H., Bartsch, A. & Ullmann, I. (1982).** Recent studies on essential oils of Apiaceae. *Aetherische Oele, Ergeb. Int. Arbeitstag*, 158-187.
- [10] **Kateb J., (1989).** « Le travail sur la culture des plantes médicinales » ; Ed. Masson ; Paris.
- [11] **Neffati, M., Sghaier, M. (2014).** Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) au niveau des zones désertiques de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie). *Observatoire du Sahara et du Sahel: Tunis, Tunisia*.
- [12] <https://om.ciheam.org/om/pdf/b73/00007156.pdf>
- [13] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Basilic_\(plante\)#Description](https://fr.wikipedia.org/wiki/Basilic_(plante)#Description)

- [14] <https://monjardinmamaison.maison-travaux.fr/mon-jardin-ma-maison/plantes-par-type/plantes-aromatiques-plantes-par-type/10-plantes-aromatiques-a-faire-pousser-jardin>
- [15] <https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?d>
- [16] <https://monjardinmamaison.maison-travaux.fr/mon-jardin-ma-maison/plantes-par-type/plantes-aromatiques-plantes-par-type/10-plantes-aromatiques-a-faire-pousser-jardin>
- [17] <https://monjardinmamaison.maison-travaux.fr/mon-jardin-ma-maison/plantes-par-type/plantes-aromatiques-plantes-par-type/10-plantes-aromatiques-a-faire-pousser-jardin>
- [18] <https://www.tela-botanica.org/ressources/ressources-pedagogiques/un-aperçu-de-botanique/>
- [19] <https://fr.feelingsandflowers.com/types-flowers-different-kinds-flowers-with-name>
- [20] <https://www.jardineriaon.com/fr/types-de-graines.html>
- [21] **Baudoux, D. (2017).** Aromathérapie: 100 huiles essentielles. Dunod.
- [22] **Mokkedem. O. (2004).** Les plantes médicinales et aromatiques en Algérie : situation et perspectives. In : Actes du séminaire international sur le développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans le bassin méditerranéen, Djerba, 1-3 juin 2004. IRA-ICARDA, ARS-USDA. p. 28-36.
- [23] **Yahi N., Benhouhou S. (2010).** Algérie. In : Radford E.A, Catullo G., Montmollin B. de (dir.). Zones importantes pour les plantes en Méditerranée méridionale et orientale. Sites prioritaires pour la conservation. UICN. p. 27-3
- [24] <https://om.ciheam.org/om/pdf/b73/b73.pdf>
- [25] **Hanson, J. R. (2003).** Natural products: the secondary metabolites (Vol. 17). Royal Society of Chemistry.
- [26] **Keeling, C. I., & Bohlmann, J. (2006).** Genes, enzymes and chemicals of terpenoid diversity in the constitutive and induced defence of conifers against insects and pathogens. *New Phytologist*, 170(4), 657-675.

- [27] **Caporale, L. H. (1995).** Chemical ecology: a view from the pharmaceutical industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(1), 75-82.
- [28] **Wink, M. (1999).** Introduction: Biochemistry, role and biotechnology of secondary metabolites. *Biochemistry of plant secondary metabolism*, 1-16.
- [29] **Facchini, P.J., (June 2001).** “Alkaloid biosynthesis in plants: biochemistry, cell biology, molecular regulation, and metabolic engineering applications”, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, V. 52, n°1, 29–66.
- [30] **Verpoorte, R., van der Heijden, R., & Memelink, J. (1998).** Plant biotechnology and the production of alkaloids: prospects of metabolic engineering. In *The Alkaloids: Chemistry and Biology* (Vol. 50, pp. 453-508). Academic Press.
- [31] **Kutchan, T. M. (1995).** Alkaloid Biosynthesis [mdash] The Basis for Metabolic Engineering of Medicinal Plants. *The plant cell*, 7(7), 1059.
- [32] **Croteau, R., Kutchan, T. M., & Lewis, N. G. (2000).** Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry and molecular biology of plants*, 24, 1250-1319.
- [33] **Wallach, O. (1887).** Zur Kenntniss der Terpene und ätherischen Oele. *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, 238(1-2), 78-89.
- [34] **Ruzicka, L. (1953).** The isoprene rule and the biogenesis of terpenic compounds, *Experientia*, 9(10), 357-367.
- [35] **Lynen, F., Eggerer, H., Henning, U., & Kessel, I. (1958).** Farnesyl-pyrophosphat und 3-Methyl- Δ^3 -butenyl-1-pyrophosphat, die biologischen Vorstufen des Squalens. Zur Biosynthese der Terpene, III. *Angewandte Chemie*, 70(24), 738-742.
- [36] **Bloch, K., Chaykin, S., Phillips, A. H., & De Waard, A. (1959).** Mevalonic acid pyrophosphate and isopentenylpyrophosphate. *Journal of Biological Chemistry*, 234(10), 2595-2604.

Références

- [37] **Tavormina, P. A., Gibbs, M. H., & Huff, J. W. (1956).** The utilization of β -hydroxy- β -methyl- δ -valerolactone in cholesterol biosynthesis. *Journal of the American Chemical Society*, 78(17), 4498-4499.
- [38] **Breitmaier, E. (2006).** Terpenes: flavors, fragrances, pharmaca, pheromones. John Wiley & Sons. 21(5), 377.
- [39] **McGarvey, D. J., & Croteau, R. (1995).** Terpenoid metabolism. *The plant cell*, 7(7), 1015.
- [40] **Langenheim, J.H., (June 1994).** "Higher plant terpenoids: a phytocentric overview of their ecological roles", *Journal of Chemical Ecology*, V. 20, n°6, 1223–1280.
- [41] https://elearning-facscm.univ-annaba.dz/pluginfile.php/16064/mod_resource/content/1/Métabolites%20secondaires-21.pdf
- [42] **Paris, R., & Moyse-Mignon, H. (1965).** Précis de matière médicale: par RR Paris et H. Moyse. Masson.
- [43] **M'eny, M. (2000).** Étude chimiques des substances extractibles d'Okoumé.
- [44] **Meyer, O. (2004).** Biosynthèse des isoprénoïdes: Synthèses d'analogues du 1-désoxy-D-xylulose 5-phosphate, inhibiteurs potentiels de la voie du méthylérythritol phosphate (Doctoral dissertation, Université Louis Pasteur (Strasbourg)(1971-2008)).
- [45] **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
- [46] <http://WWW.TPBIOCH.HTM>.
- [47] **BELAÏCHE P., (1979).** Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie. Tome I. L'Aromathérapie. Ed. Maloine S.A. Paris
- [48] **Bernard, T., Perineau, F., Bravo, R., Delmas, M., & Gaset, A. (1988).** Extraction des huiles essentielles: chimie et technologie. *Informations chimie*, (298), 179-184.
- [49] **Berigaud, B. (2002).** « Aromathérapie ».Edit. Pardes.

- [50] **Gürdal, B., & Kültür, Ş. (2013).** An ethnobotanical study of medicinal plants in Marmaris (Muğla, Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146(1), 113-126.
- [51] **Bulut, G., & Tuzlaci, E. (2013).** An ethnobotanical study of medicinal plants in Turgutlu (Manisa—Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 149(3), 633-647.
- [52] **Sargın, S. A., Akçicek, E., & Selvi, S. (2013).** An ethnobotanical study of medicinal plants used by the local people of Alaşehir (Manisa) in Turkey. *Journal of ethnopharmacology*, 150(3), 860-874.
- [53] **Leto, C., Tuttolomondo, T., La Bella, S., & Licata, M. (2013).** Ethnobotanical study in the Madonie Regional Park (Central Sicily, Italy)—Medicinal use of wild shrub and herbaceous plant species. *Journal of ethnopharmacology*, 146(1), 90-112.
- [54] **Mosaddegh, M., Naghibi, F., Moazzeni, H., Pirani, A., & Esmaceli, S. (2012).** Ethnobotanical survey of herbal remedies traditionally used in Kohghiluyeh va Boyer Ahmad province of Iran. *Journal of ethnopharmacology*, 141(1), 80-95.
- [55] **Boudjelal, A., Henchiri, C., Sari, M., Sarri, D., Hendel, N., Benkhaled, A., & Ruberto, G. (2013).** Herbalists and wild medicinal plants in M'Sila (North Algeria): An ethnopharmacology survey. *Journal of ethnopharmacology*, 148(2), 395-402.
- [56] **Bruni, A., Ballero, M., & Poli, F. (1997).** Quantitative ethnopharmacological study of the Campidano Valley and Urzulei district, Sardinia, Italy. *Journal of Ethnopharmacology*, 57(2), 97-124.
- [57] **De Feo, V., & Senatore, F. (1993).** Medicinal plants and phytotherapy in the Amalfitan coast, Salerno province, Campania, Southern Italy. *Journal of Ethnopharmacology*, 39(1), 39-51.
- [58] **Lucchesi, M. E. (2005).** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).
- [59] **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} édition, Ed. TEC et DOC, Paris.

- [60] **Stafford, H. A. (1991).** Flavonoid evolution: an enzymic approach. *Plant Physiology*, 96(3), 680-685.
- [61] **Swain, T., (1975).** “Evolution of flavonoid compounds”, In: Harborne JB, Mabry TJ, Mabry H (eds) *The flavonoids*. Chapman & Hall, London, pp 1096–1138.
- [62] **Harborne, J.B., (1980).** “Plant phenolics”, In: Bell EA, Charlwood BV (eds) *Encyclopedia of plant physiology*, V. 8, Secondary plant products. Springer, Berlin, pp 329–402.
- [63] **Bravo, L. (1998).** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
- [64] **Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.
- [65] **Gonthier, M. P., Remesy, C., Scalbert, A., Cheynier, V., Souquet, J. M., Poutanen, K., & Aura, A. M. (2006).** Microbial metabolism of caffeic acid and its esters chlorogenic and caftaric acids by human faecal microbiota in vitro. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 60(9), 536-540.
- [66] **Rice-Evans, C., Miller, N., & Paganga, G. (1997).** Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science*, 2(4), 152-159.
- [67] **Henning, S. M., Niu, Y., Liu, Y., Lee, N. H., Hara, Y., Thames, G. D., ... & Heber, D. (2005).** Bioavailability and antioxidant effect of epigallocatechin gallate administered in purified form versus as green tea extract in healthy individuals. *The Journal of nutritional biochemistry*, 16(10), 610-616.
- [68] **Lotito, S. B., & Frei, B. (2006).** Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: cause, consequence, or epiphenomenon?. *Free Radical Biology and Medicine*, 41(12), 1727-1746.
- [69] **GUINARD, JL. (1979).** *Abrégé de biochimie végétale* 2ème Ed; Masson, Paris. 1 (2), 193-197.

- [70] **Lucchesi, M. E. (2005).** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).
- [71] **Raffaelli, B., Hoikkala, A., Leppälä, E., & Wähälä, K. (2002).** Enterolignans. *Journal of Chromatography B*, 777(1-2), 29-43.
- [72] **LESLEY, B. (1996).** Plantes médicinales et aromatiques, Ed. Lavoisier. Paris. pp. 58-61.
- [73] **MAGED,A. S. J. BRAZ. (2002).** *Chem. Soc*, 13, 67-69.
- [74] **Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales (No. 581.634 B7).
- [75] **Madhavi, D. L., & Salunkhe, D. K. (1995).** Toxicological Aspects of Food. *Food Antioxidants: Technological: Toxicological and Health Perspectives*, 267.
- [76] **Roberts, M. F., & Wink, M. (1998).** Biochemistry, ecology, and medicinal applications. *Alkaloids*. Plenum Press, New York, London, 1-7.
- [77] **Jean louis guignard. (2000).** Biochimie végétal.paris : 2ème Edition de l'abrégé Dunod, p.203.
- [78] **Delille, L. (2007).** les plantes médicinales d'Algérie.Alger : Édition BERTI, p.122 .
- [79] **Royer, M. (2013).** Étude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- [80] **Nsambu, M., Muhigwa, B., Rubabura, K., Bagalwa, M., & Bashwira, S. (2014).** EVALUATION IN VITRO DE L'ACTIVITE INSECTICIDE DES ALCALOÏDES, SAPONINES, TERPENOÏDES ET STEROÏDES EXTRAITS DE *Capsicum frutescens* L.(SOLANACEAE) CONTRE *Antestiopsis orbitalis ghesquierei*, INSECTES RAVAGEURS DES CAFEIERS [EVALUATION IN VITRO ACTIVITY OF INSECT ALKALOID, SAPONINS, TERPENOIDS OR STEROIDS EXTRACTS *Capsicum frutescens*

Références

L.(SOLANACEAE) AGAINST Antestiopsis orbitalis ghesquierei, PESTS OF COFFEE TREES]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 8(3), 1231.

[81] **BHAT S.V., NAGASAMPIGI B.A. et SIVAKUMAR M.; (2005).** Chemistry of Natural Products; Ed 1: NAROSA, SPRINGER; p: 115-252

[82] **Harborne, J. B. (2014).** *Introduction to ecological biochemistry*. Academic press.

[83] Paige, K.N., Whitham,T.G. (1985). Individual and population shifts in flower color by scarlet gila: a mechanism for pollinator tracking. Science, 227, 315-317.

[84] **Sévenet, T., & Tortora, C. (1994).** Plantes, molécules et médicaments. Nathan.

[85] **Bryant, J. P., Reichardt, P. B., Clausen, T. P., Provenza, F. D., & Kuropat, P. J. (1992).** Woody plant-mammal interactions.

[86] **Guignard, J.L. (1996).** Biochimie végétale. Masson, Paris, 255 p..

[87] **Barbault, R. (1997).** écologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère.Masson, Paris, 285 p.

[88] **Buvat, R. (1989).** Secretory cells and secretory tissues. In Ontogeny, Cell Differentiation, and Structure of Vascular Plants (pp. 482-557). Springer, Berlin, Heidelberg.

[89] Kronstedt-Robards E . and RobardsA.W. 1991, In : « Endocytosis, exocytosis and vesicle traffic in plants, Hawes C.R., Coleman J.O.D. and Evans D.E. eds, Cambridge University Press, Cambridge », 199.

[90] **Fahn, A. (2000).** Structure and function of secretory cells.

[91] **Pridgeon, A. M., & Stern, W. L. (1983).** Ultrastructure of osmophores in Restrepia (Orchidaceae). *American Journal of Botany*, 70(8), 1233-1243.

[92] **Pridgeon, A. M., & Stern, W. L. (1985).** Osmophores of Scaphosepalum (Orchidaceae). *Botanical Gazette*, 146(1), 115-123.

- [93] **Curry, K. J. (1987).** Initiation of terpenoid synthesis in osmophores of *Stanhopea anfracta* (Orchidaceae): a cytochemical study. *American Journal of Botany*, 74(9), 1332-1338.
- [94] **Whitten, W.M. (1986).** Bull. Torrey Bot. Club 113, 288
- [95] **Bouvier, F., Suire, C., d'Harlingue, A., Backhaus, R. A., & Camara, B. (2000).** Molecular cloning of geranyl diphosphate synthase and compartmentation of monoterpene synthesis in plant cells. *The Plant Journal*, 24(2), 241-252.
- [96] **Bohlmann, J., Meyer-Gauen, G., & Croteau, R. (1998).** Plant terpenoid synthases: molecular biology and phylogenetic analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(8), 4126-4133.
- [97] **Bouwmeester, H. J., Gershenzon, J., Konings, M. C., & Croteau, R. (1998).** Biosynthesis of the monoterpenes limonene and carvone in the fruit of caraway: I. Demonstration of enzyme activities and their changes with development. *Plant Physiology*, 117(3), 901-912.
- [98] **Lupien, S., Karp, F., Wildung, M., & Croteau, R. (1999).** Regiospecific cytochrome P450 limonene hydroxylases from mint (*Mentha*) species: cDNA isolation, characterization, and functional expression of (-)-4S-limonene-3-hydroxylase and (-)-4S-limonene-6-hydroxylase. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 368(1), 181-192.
- [99] **Turner, G. W., Gershenzon, J., & Croteau, R. B. (2000).** Development of peltate glandular trichomes of peppermint. *Plant physiology*, 124(2), 665-680.
- [100] **Goodwin, S. M., Kolosova, N., Kish, C. M., Wood, K. V., Dudareva, N., & Jenks, M. A. (2003).** Cuticle characteristics and volatile emissions of petals in *Antirrhinum majus*. *Physiologia Plantarum*, 117(3), 435-443.
- [101] **Figueiredo, A. C., & Pais, M. S. S. (1994).** Ultrastructural aspects of the glandular cells from the secretory trichomes and from the cell suspension cultures of *Achillea millefolium* L. ssp. *millefolium*. *Annals of Botany*, 74(2), 179-190.
- [102] **Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M., & Bruni, R. (2005).** Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as

functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry*, 91(4), 621-632.

[103] **Giannenas, I. (2008)**. How to use plant extracts and phytochemicals in animal diets. In *World nutrition forum, the future of animal nutrition* (pp. 111-129). Nottingham University Press: Nottingham, UK.

[104] **Chang, J. (2000)**. Medicinal herbs: drugs or dietary supplements?. *Biochemical pharmacology*, 59(3), 211-219.

[105] **Li, T. S. C. (2006)**. The range of medicinal herbs and spices. In *Handbook of herbs and spices* (pp. 113-125). Woodhead Publishing.

[106] **Piccaglia, R., Marotti, M., Giovanelli, E., Deans, S. G., & Eaglesham, E. (1993)**. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial crops and Products*, 2(1), 47-50.

[107] **Collin, H.** Herbs, spices and cardiovascular disease. In *Handbook of Herbs and Spices*; Peter, K.V., Ed.; Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK, Volume 3, pp. 126–137.

[108] **Gurib-Fakim, A. (2006)**. Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular aspects of Medicine*, 27(1), 1-93.

[109] **Windisch, W., Rohrer, E. L. I. S. A. B. E. T. H., & Schedle, K. (2009)**. *Phytogenic feed additives to young piglets and poultry: Mechanisms and application* (pp. 19-38). Nottingham University Press: Nottingham, UK.

[110] **Brenes, A., & Roura, E. (2010)**. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal feed science and technology*, 158(1-2), 1-14.

[111] **Varel, V. H. (2002)**. Livestock manure odor abatement with plant-derived oils and nitrogen conservation with urease inhibitors: A review. *Journal of Animal Science*, 80(E-suppl_2), E1-E7.

Références

- [112] **Directive cadre communautaire N° 89/107/CEE du (21 décembre 1988)**. transposée en droit Français par décret N° 89.674 18 septembre 1989.
- [113] **Commission Codex alimentarius., (1981)**. Norme générale pour l'étiquetage des additifs alimentaires vendus en tant que tels. Codex Standard 107-1981, 4 p.
- [114] **Société suisse pour la protection (SPE) .(1987)**. Les agents conservateurs (lutes contre les imcrobes et les réactions chimiques). In Additifs alimentaires – souvent superflus parfois bienvenus-. 2ème Ed. GERG, Genève, pp. 83-93.
- [115] **Règlement (CE) n° (1831/2003)** .relatif aux additifs destinés à l'alimentation des animaux.
- [116] **BLAQUIERE, C., FERRARI, V., & GIROD-QUILAIN, I.** (2006). Les arômes alimentaires: les bases de la réglementation européenne. *Industries* 123(6), 7-17.*alimentaires et agricoles*,
- [117] **Drake, J.P.(1975)**. Food colours—harmless aesthetics or epicurean luxuries?. *Toxicology*, 5(1), 3-42.
- [118] **Amiour,A,F.(2018)**.Les plantes aromatiques et les antioxydants (mémoire de master, université de Constantine).
- [119] performance solution+BIOMIN.(en ligne). additifs photogéniques
<https://www.biomin.net/fr/espece/ruminants/additifs-alimentaires-phytogeniques/>
- [120] établissement nationale des produits de l'agriculture.(2018). plantes à parfum médicinales et aromatiques : données et bilans de France AgriMer ,2016.
<https://www.franceagrimer.fr>
- [121] Pharmacopée Européenne 9ème Édition, 2016, éditions de l'Europe.
- [122] Agence Nationale de Sécurité du Médicament
<https://www.ansm.sante.fr/Activites/Medicaments-a-base-de-plantes/Les-huilesessentielles/offset/3>.

Références

[123] **Girard, C. (2013).** Les parfums dans les produits cosmétiques (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

[124] **Thomas, A. (2016).** L'utilisation des huiles essentielles chez le sportif (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

Résumé

L'objectif de cette étude consiste à Actuellement, La migration vers les produits d'origine naturelle constitue un refuge pour les chercheurs vu leurs avantages incessants. Les plantes aromatiques et médicinales se considèrent comme richesse abondante de ces produits naturels à propriétés biologiques importantes. Dans le présent travail nous nous sommes intéressés à l'étude des plantes aromatiques en général, et nous avons également abordé l'étude des plantes aromatiques produites et consommées en Algérie en particulier, et la deuxième partie a été consacrée aux métabolites secondaires et leurs types (terpènes, composés phénoliques, alcaloïdes ou composés azotés). Quant à la troisième partie, nous avons évoqué les secteurs d'utilisation des plantes aromatiques tels que : le secteur agro-alimentaire, le secteur phytosanitaire bioside, le secteur des compléments alimentaires, le secteur médicinales (aromatherapy), secteur détergent et parfumerie et cosmétique, en particulier en utilisant des huiles aromatiques dans le sport et pour les athlètes.

Mots clés:

Les plantes aromatiques - métabolites secondaires - agro-alimentaire - phytosanitaire bioside - compléments alimentaires – aromatherapy – détergent – parfumerie – cosmétique – les huiles aromatiques .

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو أن الهجرة إلى المنتجات ذات الأصل الطبيعي تشكل حاليًا ملاذًا للباحثين نظرًا لفوائدها المستمرة. تعتبر النباتات العطرية والطبية ثروة وفيرة من هذه المنتجات الطبيعية ذات الخصائص البيولوجية الهامة. في العمل الحالي كنا مهتمين بدراسة النباتات العطرية بشكل عام ، كما تناولنا دراسة النباتات العطرية المنتجة والمستهلكة في الجزائر على وجه الخصوص ، وخصص الجزء الثاني للمستقلبات الثانوية وأنواعها. مركبات ، قلويدات أو مركبات نيتروجينية). أما الجزء الثالث فقد ذكرنا قطاعات استخدام النباتات العطرية مثل: قطاع الأغذية الزراعية ، وقطاع الصحة النباتية المبيدات الحيوية ، وقطاع المكملات الغذائية ، والقطاع الطبي (العلاج بالروائح) ، وقطاع المنظفات والعطور ومستحضرات التجميل، و بالأخص استعمال الزيوت الطيارة في الرياضة و للرياضيين.

الكلمات المفتاحية

النباتات العطرية - المستقلبات الثانوية - الأغذية الزراعية - المبيدات الحيوية للصحة النباتية - المكملات الغذائية - العلاج بالروائح - المنظفات - العطور - مستحضرات التجميل - الزيوت الطيارة .

Abstract

The objective of this study is to Currently, the migration to products of natural origin constitutes a haven for researchers in view of their unceasing benefits. Aromatic and medicinal plants are considered an abundant wealth of these natural products with important biological properties. In the present work we were interested in the study of aromatic plants in general, and we also approached the study of aromatic plants produced and consumed in Algeria in particular, and the second part was devoted to secondary metabolites and their types, (terpenes, phenolic compounds, alkaloids or nitrogen compounds). As for the third part, we mentioned the sectors of use of aromatic plants such as: the agro-food sector, the bioside phytosanitary sector, the sector of food supplements, the medicinal sector (aromatherapy), the sector of detergent and perfumery and cosmetics, especially using aromatic oils in sports and for athletes.

Keywords

Aromatic plants - secondary metabolites - agro-food - phytosanitary bioside - food supplements - aromatherapy - detergent - perfumery – cosmetics – aromatic oils.

