

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed SeddikBenyahia- Jijel

جامعة محمد الصديق بن يحي - جيجل

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences de l'environnement
et des sciences agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم علوم المحيط و العلوم الألاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique**

- ♣ Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
- ♣ Filière : Sciences Agronomiques
- ♣ Option : Phytopharmacie Appliquée

*Effets des huiles essentielles sur la conservation des fraises, de
pomme de terre, et des glands de chêne-liège*

Jury :

Président : Mr. ROULA S.E.

Examineur: Mr. YOUNSI S.E.

Encadreur : Mr SEBTI M.

présenté par :

MAHIOUS Nour elhouda

MELLIT Rahma

Numéro d'ordre :

Session : Juin 2020

Année Universitaire 2019-2020

Remerciement

Avant tout, Louanges à DIEU de nous avoir guidé toute notre vie, et qui nous a mener de la force nécessaire pour pouvoir arpenter et acheminer les échelons du succès de notre travail ;

Louanges à DIEU pour ce qu'on a et ce qu'on est ;

Louanges à DIEU d'avoir mis sur notre chemin des gens qui nous ont soutenus, encadré et supporter durant tout le trajet de notre destinée ;

Ainsi, nous présentons à grand cœur ému de joie, nos sincères remerciements à Dr. SEBTI MOHAMED notre encadreur que DIEU a su guider, et nous aider à atteindre notre but et objectif visé après tant d'années de labour et travail ;

Nous le remercions pour sa disponibilité, sa patience, ses conseils précieux, et les connaissances dont il nous a dotés pour l'accomplissement de notre mémoire.

*Egalement, nous tenons à remercier tous les professeurs et enseignants **Mr. YOUNSI** et **Mr. ROULA** qui ont accepté de juger et d'examiner ce travail, et dont leur présence valorisera d'une façon indubitable le travail que nous avons effectué.*

Finalement, nous remercions tous ceux qui nous ont supporté, aider et soutenu durant l'exercice de notre travail

Dédicace

Avec l'aide de bon DIEU, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à :
Premièrement à mes parents : Kamel et Ghania est surtout mon père qui a été un grand support durant toute la durée de préparation.

Et un grand spécial dédicace à mes tante Sara et Samira qui je les considère comme mes grandes sœurs pour le tous leur soutien et leur Conseils qui m'a toujours aidé dans ma vie sans oublier ma chère tante Hanane, Mounir, Mounira, et ma grand-mère Roukiaqui nous a quittés, qu'Allah ait pitié d'eux.

Mes frères : Islam et Ishak

Ma sœur : Narimane

A ma chère amie : Amel

A mon oncle Omar et ma tante Rebecca

A mes amies : Safia, Aya, Souhila, ibtissem, Abir, Douâe

Mon grand-père : El Arbi

Toutes mes tantes et oncles et cousins

Pour leur présence de tous les instants

Pour le soutien qu'ils m'ont apporté

Nourelhouda

Dédicace

A mes chers parents, A ceux à qui je ne pourrais jamais rendre assez d'hommage, mon père ABD EL MALEK et ma mère ZAHIA, pour tous leurs sacrifices, encouragements, leur amour, leur soutien tout au long de mes études.

A mon mari, pour sa patience, ses encouragements, et son soutien moral.

A mes beaux-parents, pour leur patience, et leur soutien aussi.

A ma petite NOUR SINE, ma fille, mon bonheur, qui lira un de ces jours ces mots, pour ainsi lui dire merci d'avoir été dans ma vie, et autant de succès pour toi mon ange dans ta future conquête de la vie.

A mes chères sœurs Amina et Sara, qui m'ont donné le courage et l'inspiration pour continuer, je vous aime.

A mes frères Daoud, et Yakoub.

A ma belle-sœur Siham et ses enfants.

A mes beaux-frères Karim, et Bilal pour leur support.

Et aux enfants de mes sœurs.

A mes belles sœurs et leurs enfants, surtout Meryem.

A mes beaux-frères surtout Houssam pour leur aide

A toute ma Famille et mes Amies.

A toutes mes enseignantes et mes enseignants.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime

Rahma

Table de matière

Liste des figures

Liste des photos

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Sommaire

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Généralités sur les plantes aromatiques et médicinales

I.1. Plantes aromatiques et médicinales 3

I.1.1. Plantes aromatiques 3

I.1.2. Plantes Médicinales 3

I.1.3. Utilisation..... 3

I.1.4. Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie 3

I.2. Les Huiles essentielles..... 4

I.2.1. Définitions des huiles essentielles 4

I.2.2. Localisation des huiles essentielles dans la plante 4

I.2.3. Propriétés physico-chimiques des HES 5

I.2.3.1. Propriétés Physiques 5

I.2.3.2. Propriétés chimiques 6

I.2.4. Composition chimique..... 6

I.2.4.1. Composés terpéniques(Les mono-terpènes, Les Sesquiterpènes) 6

I.2.4.2. Composés aromatiques dérivés du phénylpropane 8

I.2.4.3. Les composés d'origines diverses 8

I.2.5. Chémotypes (chimiotypes ou race chimiques) 9

I.2.6. Extraction des huiles essentielles..... 9

I.2.6.1. La distillation et L'hydrodistillation 9

I.2.6.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau..... 10

I.2.6.3. Hydrodiffusion 11

I.2.6.4. L'expression à froid 11

I.2.6.5. L'extraction par les solvants 12

I.2.6.6. Extraction au CO₂ supercritique 13

I.2.6.7. Hydrodistillation par micro-ondes sous vide : 13

I.2.6.8. L'enfleurage 14

I.2.7. Méthodes d'analyses des huiles essentielles 14

Table de matière

I.2.7.1. La Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG).....	14
I.2.7.2. Le couplage Chromatographie en Phase Gazeuse/Spectrométrie de Masse (CPG/SM).....	15
I.2.8. Facteurs de variabilité de la composition des huiles essentielles.....	15
I.2.8.1. Facteurs de variabilité d'ordre naturel	15
I.2.8.2. Facteurs d'origine technologique	16
I.2.9. Activités biologiques des huiles essentielles	16
I.2.9.1. Activités antibactériennes	17
I.2.9.2. Activités antifongiques	17
I.2.9.3. Activités antivirales	17
I.2.9.4. Activité antiparasitaire.....	17
I.2.9.5. Activité antiseptique	18
I.2.9.6. Activités antioxydants	18
I.2.10. Utilisations des huiles essentielles	18
I.2.10.1. Produits cosmétiques et parfumerie.....	18
I.2.10.2.Médecine et produits pharmaceutiques	18
I.2.10.3. Dans l'industrie agroalimentaire	18
I.2.10.4. En phytoprotection	18
I.2.11. Condition favorable à la conservation	19
I.3. Conclusion	19

Chapitre II : Maladies des denrées alimentaires et semences stockées

II.1. Généralités sur les maladies microbiennes	20
II.1.1. Les virus phytopathogènes	20
II.1.1. Quelques virus des plantes	20
II.1.2. Les bactéries phytopathogènes	20
II.1.2.1. Les principaux genres des bactéries phytophages	21
II.1.3. Les champignons phytopathogènes	22
II.1.3.1. Les principaux champignons phytopathogènes.....	22
II.2. Les maladies des fraises	23
II.2.1. Quelques maladies importantes des fraises	24
II.2.1.1. Lésion des racines (pratylenchus)	24
II.2.1.2. La pourriture noire	25
II.2.1.3. Blanc du fraisier (Oidium)	25
II.2.1.4. La pourriture grise (Botrytis)	26

Table de matière

II.2.1.5. La tache bactérienne angulaire.....	27
II.2.1.6. Insecte ravageur (pucerons)	27
II.2.2. Effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de la fraise.....	28
II.2.2.1. Résultats d'étude	28
II.3. Généralités sur les maladies de la pomme de terre	28
II.3.1. Les principales maladies de la pomme de terre Maladies	29
II.3.1.1. Gale poudreuse	29
II.3.1.2. Rhizoctone brun	29
II.3.1.3. Pourriture molle	30
II.3.1.4. Mildiou	30
II.3.1.5. Gale commune	30
II.3.1.6. Maladies virales	31
II.3.1.6.1. Virus X de la pomme de terre (PVX)	31
II.3.1.7. Virus Y de la pomme de terre (PVY)	32
II.3.1.8. Potato leafroll virus (PLRV)	32
II.3.2. Effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de la pomme de terre	32
II.4. Généralités sur les maladies des Glands de chêne-liège	33
II.4.1. Maladies des glands.....	33
II.4.1.1. Champignons	33
II.4.1.2. Reconnaissance et évolution des dégâts	34
II.4.2. Effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de glands de chêne lièges .	34
II.5. Conclusion.....	35

Chapitre III : Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

III.1. La fraise.....	36
III.1.1. Description botanique et morphologique	36
III.1.2. Les variétés les plus cultivé dans notre région	37
III.2. Pomme de terre	37
III.2.1. Description botanique et morphologique	37
III.2.1.1. Racine	38
III.2.1.2. Stolon	38
III.2.1.3. Tubercule	38
III.3. Chêne-liège	39
III.3.1. Description botanique et morphologique	39

Table de matière

III.4. Les huiles essentielles.....	40
III.4.1. Notion de constituants majeurs des huiles essentielles.....	40
III.4.2. Simulation des huiles essentielles	40
III.4.2.1. Constituants majeurs des huiles essentielles	40
III.4.2.2. Effet combiné des huiles essentielles	41
III.4.2.3. Classement des huiles essentielles	41
III.4.3. Discussion	45
Conclusion générale	46
Référence bibliographique.....	47
Résumé	

Listes des figures

N° Figure	Titre	Page
1	Poches schizogènes d'une feuille d'eucalyptus citronnée vues en microscopie électronique à balayage.	5
2	Cellule sécrétrice d'huile essentielle dans un rhizome de gingembre (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe) au microscope électronique à balayage.	5
3	Exemples de structures de monoterpènes.	7
4	Exemples de structures de sesquiterpènes.	7
5	Exemples de structures de composés dérivés du phénylpropane.	8
6	Appareil d'hydro-distillation système clevnger.	10
7	Entraînement à la vapeur d'eau.	10
8	Schéma explicatif d'hydrodiffusion.	11
9	Appareil d'expression à Froid.	12
10	Les différents types d'extraction par solvants.	12
11	Appareillage hydrodistillation par micro-ondes sous vide.	14
12	Lésions brunes sur racines de fraisier.	25
13	Les fruits, tiges et fleurs sont recouverts d'un duvet blanc caractérisant le mycélium de l'oïdium du fraisier (<i>Podosphaeraaphanis</i>).	26
14	Feutrage grisâtre sur les fruits des fraises.	27
15	Petites lésions gonflées sur les tubercules jeunes de la pomme de terre.	29
16	La formation de la lésion nécrotique.	31
17	Glands attaqués par <i>Ciboria</i> , l'enveloppe est éclatée longitudinalement.	34

Listes des figures

18	Coupe schématique du cœur d'un fraisier.	36
19	Description végétale et terminologie.	39

Liste des tableaux

N° Tableaux	Titre	Page
II.1	Les principaux genres des bactéries phytophages	21
II.2	Les principaux champignons phytopathogènes	22
II.3	Les principaux organismes nuisibles du fraisier	23
III.1	Classement de quelques espèces par propriété phytopharmaceutique.	42

Liste des abréviations

°C	Degré Celsius
µl/ml	Microlitres en Millilitres
µm	Micromètre
ADV	Adénovirus
ARN	Acide ribonucléique
CO₂	Dioxyde de carbone
CPG	Chromatographie en Phase Gazeuse
DSA	Direction des Services agricoles
ECP	Effet cytopathique
ECV 11	Echovirus 11
FAO	Food and Agriculture Organization
HE	Huile essentielle
HEs	Huiles essentielles
HPLC	chromatographie en phase liquide à haute performance
HSV1	Herpes simplex virus type 1
HSV11	Herpes simplex virus type 11
INRA	Institut national des recherches agronomique
IR	Indice de rétention
M	Mètre
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.
Mm	Millimètre
P	Pression
PAM	Plantes aromatiques et médicinales
PBA	<i>Pectobacterium atrosepticum</i>
PBC	<i>Pectobacterium carotovorum</i>
pH	potentiel Hydrogène
PLRV	Potatoleaf roll virus
PVY	Virus Y de la pomme de terre
RMN	Résonance Magnétique Nucléaire
SM	Spectrométrie de Masse
T	Température

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

Avec la croissance démographique de la population humaine, il en résulte une augmentation de la consommation alimentaire et par voie de conséquence nous assistons à une augmentation de la production agricole pour combler les besoins croissant en aliments.

Parmi les cultures il y a des fruits et semences faisant parties des denrées alimentaires qui occupaient un espace important dans l'agriculture, la sylviculture et l'économie mondiale et régionale. A titre d'exemple, la culture de la fraise a subi un développement considérable au cours des années (de l'année 2001 jusqu'à présent) dans notre wilaya de Jijel dont la région de sidi Abdelaziz est nommée la première en production des fraises que ce soit qualitativement ou quantitativement (**DSA, 2018**), et cela pour ses intérêts nutritionnels, dont elle a la particularité d'être une source non négligeable en vitamine C, (**Giampieriet al., 2012**).

Cette augmentation en production a créé un défi, car ces fruits sont connus comme des fruits charnus, fragiles, et les sucres contenus dans ces fruits favorisent non seulement le développement des microorganismes mais aussi la pourriture du fruit ce qui rend leur conservation limitée à quelques jours (**Skiredj, 2006**) ; donc les maladies post-récolte sont les principales causes de la perte de ces produits frais (**Brat et Cuq, 2007**), et donc les fraises doivent être de haute qualité microbiologique, car la présence de microorganismes tels que les bactéries, levures et moisissures mésophiles (poussent mieux à température ambiante) et psychrophiles (poussent mieux à basse température), qui en plus de réduire la durée de conservation des fruits, peuvent transmettre des agents pathogènes, posant un risque pour la santé des consommateurs (**Cenci et al, 2007 ; Carvalho et al, 2005**). D'autres produits pouvant connaître le même sort tel que la pomme de terre pour ses problèmes de stockage ainsi que la semence destinée aux semis.

De plus la préservation de ces produits nécessite d'adopter des mesures protectrices, qui sont importantes lorsque les fruits et graines entiers sont destinés à une commercialisation à l'état frais, ou prêt à l'emploi (**Brat et Cuq, 2007**), et donc de minimiser la présence des agents pathogènes dans ces denrées alimentaires fraîches, grâce à des manipulations soigneuses, et également par un stockage sous conditions qui ralentissent le développement des maladies (**Shewfelt, 1986**).

Donc la problématique qui se pose pour les producteurs de ces produits est comment les faire stocker durant la plus longue période possible sans faire endommager ces qualités nutritionnelles et physiques ; et selon (**Sommer, 1985**), l'application des pesticides est la meilleure méthode efficace pour contrôler les maladies.

Introduction générale

Mais, puisque leur impact négatif est potentiel sur l'environnement et la santé humaine (**Martínez et al. ,1997**), tous ces effets-là ont encouragé les chercheurs scientifiques à trouver des agents naturels alternatifs pour inhiber la croissance des microorganismes indésirables (**Shehata et al, 2020**), donc la tendance actuelle porte sur l'utilisation des molécules bioactives comme un outil technologique (**Serrano et al, 2008 ; Cagnon et al, 2013**) et pour leurs propriétés antimicrobiennes qui peuvent inhiber ou réduire la croissance de nombreux agents pathogènes (comme *Escherichia coli*, *Aspergillus flavus*), et leurs propriétés bénéfiques pour la santé (comme antioxydant, anti-inflammatoire, propriétés anticancéreuses). Les extraits de plantes aromatiques et en particulier les huiles essentielles (qui se composent de quelques constituant majeur tels que l' α - / β -pinène, le sabinène, d-limonène ect ...), ont toujours été utilisés pour prolonger la durée de conservation des aliments et plus récemment, ils ont eu un regain d'intérêt. (**Deans, 1987 ; Collins, 1993**). Par sa richesse diversité en végétation qui change d'une région à l'autre due à sa situation géographique et sa vaste superficie, donc un grand nombre de plantes aromatique et médicinales y poussent spontanément. (**Bouzidi et al, 2019**).

Dans la présente étude on vise à analyser et synthétiser quelques résultats d'études portant sur les effets aérosols de de quelques huiles essentielles utilisées dans trois cas d'études dont les huiles testées ont été extraites à partir de plantes très communes en Algérie.

Le manuscrit est axé sur trois chapitres à savoir :

Chapitre I est représenté Généralités sur les plantes aromatique et médicinale,
Chapitre II représente les maladies des denrées alimentaires et semences stockées,
Chapitre III représente la simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

Enfin, nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale.

Chapitre 1

Chapitre I Généralités sur les plantes aromatique et médicinales

I.1. Plantes aromatiques et médicinales

I.1.1. Plantes aromatiques

Les plantes aromatiques sont un ensemble de plantes qui contient des substances volatiles odorantes dans une ou plusieurs parties (racines, bois, tiges, feuillages, fleurs et fruits) ces dernières se présentent sous forme d'huile essentielle, d'exsudat de gomme, de baume et d'oléorésine, de plus l'arôme qui caractérise ces plantes est dû à une variété de composés chimiques complexes (**Joy et al, 2001**).

Ces plantes appartiennent à la famille des Astéracées, Apiacées, Lamiacées, Rutacées, Zingibéracées etc. (**Verma, 2012**).

I.1.2. Plantes Médicinales

Une plante médicinale est une plante que l'on cultive ou que l'on cueille dans son milieu naturel pour ses propriétés médicinales, elles sont des drogues végétales dont au moins une de ces parties possède des propriétés médicamenteuses, ce qui rend le monde végétal l'origine d'un grand nombre de médicaments, et pour cela l'homme depuis des milliers d'années les utilise pour se traiter des divers maux (**Farnsworth et al, 1986 ; Delaveau, 1974**).

Elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur (**Dutertre, 2011**).

Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**Elqaj et al, 2007**).

I.1.3. Utilisation

Les plantes aromatiques et médicinales préservent des produits chimiques extractibles, et utiles dans plusieurs domaines dont leur métabolite secondaire se trouve dans certain nombre de composé de parfumerie, aromes et pharmaceutiques (**Joy et al, 2001**).

I.1.4. Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie

Les plantes aromatiques et médicinales (PAM) constituent une ressource naturelle renouvelable (**Khalfi-habes et al, 2014**), et l'Algérie est reconnue par sa diversité variétale en ces PAM qui sont classées en fonction de leur degré de rareté : 289 espèces assez rares, 647 espèces rares, 640 espèces très rares, 35 espèces rarissimes et 168 espèces endémiques (**FAO, 2012**). Mais malheureusement ces dernières années, des dizaines de plantes médicinales et aromatiques ont disparu (**Benziane et Ismail, 2001**).

I.2. Les Huiles essentielles

I.2.1. Définitions des huiles essentielles

Huiles essentielles est un terme qui a plusieurs définitions dont on a :

- Selon la Commission de la Pharmacopée Européenne (2008), une huile essentielle est un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenue à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changements significatifs de sa composition.
- Les HES sont des liquides huileux aromatiques, volatils avec une forte odeur et souvent colorés et d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ils peuvent être synthétisés par tout organe végétal et stockés dans des cellules sécrétoires, des cavités, des canaux, des cellules épidermiques ou des trichomes glandulaires (**Burt, 2004 ; Bakkali et al, 2008**). Ainsi Ils sont généralement un mélange complexe de terpènes (principalement mono-, C10 et Sesquiterpènes, C15) et leurs dérivés oxygénés, de plus ils trouvent une application étendue dans les industries des arômes, de la parfumerie, des cosmétiques et de la pharmacie (**Verma, 2012**).

Selon Bruneton (2009), les huiles essentielles ne contiennent pas de corps gras comme les huiles végétales. Le terme "huile" vient de leur caractère hydrophobe et de leur propriété de se solubiliser dans les graisses, alors que le terme "essentielle" fait référence à l'odeur dégagée par la plante productrice.

I.2.2. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieures (**Lawrence, 1995**).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, et souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : comme les cellules à huiles essentielles des Lauraceae ou des Zingiberaceae, poils sécréteurs des Lamiaceae (organ vulgaire), (**Svoboda et al, 2000 ; Svoboda, 2003**), poches sécrétrices (Myrtaceae), canaux sécréteurs (Asteraceae) (**Bruneton, 1999**).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans différents organes végétaux :

- Les fleurs : bergamotier, tubéreuse.
- Les feuilles : eucalyptus, laurier noble, menthe poivrée (figure 1).

Chapitre I Généralités sur les plantes aromatique et médicinales

- Les organes souterrains : racines (angélique), rhizomes (gingembre, curcuma) (figure2).
- Les fruits : aneth, anis, badiane.
- Les graines : muscade, coriandre.
- Le bois et les écorces : cannelle, santal, bois de rose (Svoboda et al, 2000 ; Svoboda, 2003).

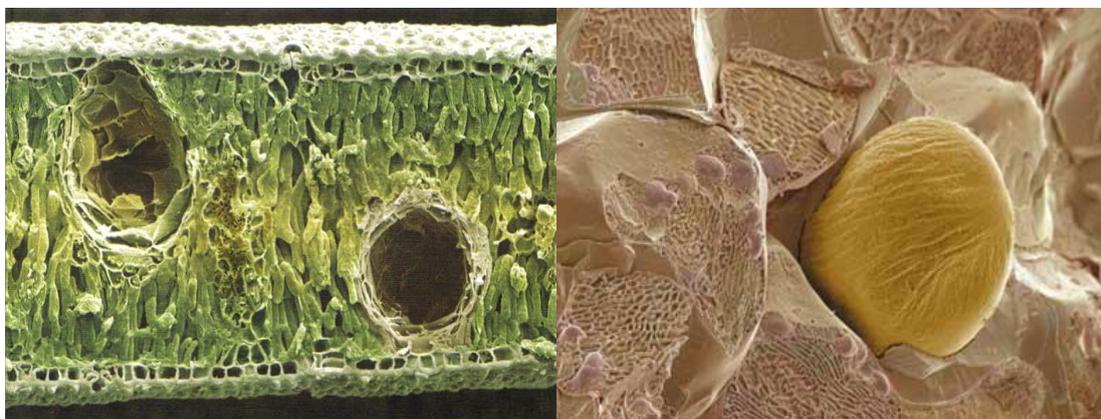


Fig.1 : Poches schizogènes d'une feuille d'eucalyptus citronnée vues en microscopie électronique à balayage (image colorisée, x204) (Svoboda et al, 2000).

Fig.2 : Cellule sécrétrice d'huile essentielle dans un rhizome de gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe) au microscope électronique à balayage (image colorisée, x813)(Svoboda et al, 2000).

I.2.3. Propriétés physico-chimiques des HEs

D'après Bardeau (2009), les propriétés physico-chimiques des HEs dépendent de plusieurs facteurs, comme par exemple les conditions environnementales et climatiques, la saison de la cueillette des plantes, les conditions de stockage, la méthode utilisée pour leurs extractions et les conditions d'analyses employées pour l'identification des constituants de ces huiles.

I.2.3.1. Propriétés Physiques

Malgré la différence en composition chimique de ces huiles, ils présentent un certain nombre de caractères communs dont la plupart sont les suivants :

- Les huiles essentielles sont liquides à température ambiante mais aussi volatiles au fait de leur masse moléculaire relativement faible ce qui les différencie des huiles fixes (**Bonnafous, 2013**).
- Leur couleur est très variable et la plupart ont une couleur jaune presque imperceptible. Elles foncent au court de leur vieillissement (oxydation).

Chapitre I Généralités sur les plantes aromatique et médicinales

- Dans certains cas extrêmes, les huiles essentielles vieilles et oxydées présentent un risque toxique important (**Kaloustianet Hadji-Minaglou, 2012 ; Faucon, 2012**).
- Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau (sauf les huiles essentielles de sassafras, de girofle ou de cannelle qui constituent des exceptions) et ont un indice de réfraction élevé et la plupart devient active à la lumière polarisée (**Bruneton, 2008 ; Baser et Buchbauer, 2010**).
- Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques et les huiles végétales, et entraînaient à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau (**AFSSAPS, 2008**).

I.2.3.2. Propriétés chimiques

Les HEs constituent des mélanges complexes de composés organiques possédant des structures et des fonctions chimiques très diverses, en particulier celle des isoprénoides (Monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, triterpènes, caroténoïdes), (**Stashenko et al, 2003**), et d'autre part des groupes des composés aromatiques dérivés de phenylpropane, beaucoup moins fréquents (**Bruneton, 1993**).

Ils s'oxydent à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène en même temps que leur odeur se modifie, leur point d'ébullition augmente et leur solubilité diminue (**Franchomme et Péroël, 2001**).

Elles peuvent se combiner à l'eau pour former des hydrates (**Franchomme et Péroël, 2001**).

I.2.4. Composition chimique

D'après Huerta (2012), Les HEs pures et naturelles sont les seules à posséder la bonne concentration de composés chimiques, et donc les propriétés adéquates.

Elles sont des mélanges de structures extrêmement complexes, pouvant contenir plus de 300 composés différents (**Croteau et al, 2000**), appartenant principalement à trois catégories de composés : les composés terpéniques et les composés aromatiques et composé d'origine diverse (**Bruneton, 2009**).

I.2.4.1. Composés terpéniques

Il s'agit d'une famille de composés largement répandus dans le règne végétal, les terpènes sont les plus volatils. C'est à dire, ceux dont la masse moléculaire n'est pas élevée (**Bakkali et al, 2008 ; Teisseire, 1991**).

Selon **Bakkali et al (2008)**, Ils sont des hydrocarbures naturels, de structures cycliques ou de chaînes ouvertes. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'unités isopréniques à 5 atomes de carbone (C₅H₈). Ils sont subdivisés selon le

Chapitre I Généralités sur les plantes aromatique et médicinales

nombre d'entités isoprènes en **monoterpènes** formés de deux isoprènes (C₁₀H₁₆), les **sesquiterpènes**, formés de trois isoprènes (C₁₅H₂₄), les **diterpènes**, formés de quatre isoprènes (C₂₀H₃₂). Les **tetraterpènes** sont constitués de huit isoprènes qui conduisent aux caroténoïdes.

➤ Les mono-terpènes

Sont des Hydrocarbures en C₁₀, volatils, entraînés à la vapeur d'eau, d'odeur souvent agréable et représentent la majorité des constituants des H.E, parfois plus de 90%. Il existe plus de 900 mono-terpènes connus qui se trouvent principalement dans 3 catégories structurales : ils peuvent être acycliques (myrcène, ocimène), monocycliques (α - et γ -terpinène, *p*-cymène) ou bicycliques (pinènes, 3-carène, camphène, sabinène) (figure 3) (Bruneton, 2009,1993 ; Buckle, 1997).

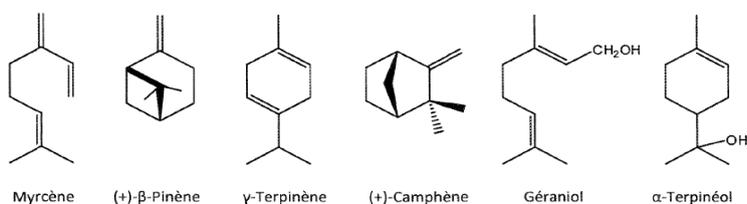


Fig.3 : Exemples de structures de monoterpènes (Piochon, 2008).

➤ Les Sesquiterpènes

Sont des dérivés d'hydrocarbures en C₁₅H₂₂ (alliance de trois unités isoprènes). C'est la classe la plus diversifiée des terpènes qui se répartissent en divers catégories structurales : acycliques (Nerolidol), monocycliques (Bisabolène), bicycliques (Caryophyllène), tricycliques (Cedrene), polycycliques (figure 4) (Soualeh et Soulimani, 2016). Elles contiennent plus de 3000 molécules (Bruneton, 1999). Elles sont légèrement hypotenseur, calmantes et anti-inflammatoires mais peuvent être néphrotoxiques (Marine et al, 2013).

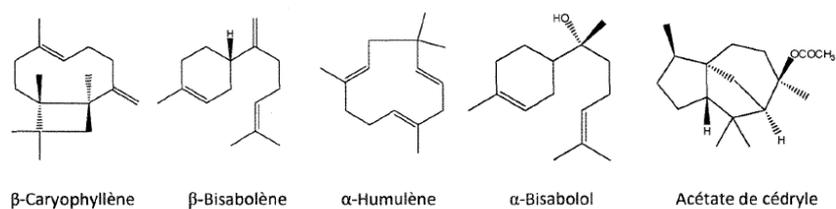


Fig.4 : Exemples de structures de sesquiterpènes (Piochon2008).

I.2.4.2. Composés Aromatiques Dérivés Du Phénylpropane

C'est une autre catégorie de composés volatils qu'on rencontre assez souvent (composés aromatiques dérivent du phénylpropane (C₆C₃). Ce groupe est moins fréquent que les terpènes et leurs dérivés. Dont très souvent il s'agit d'allyle et de propénylphénol, et Ils sont généralement caractérisés par la présence d'un groupement hydroxyle fixe à un cyclephényle et caractéristiques dans certaines huiles essentielles d'Apiaceae: (fenouil, persil, cannelles (eugénole, myristicine, asarones, cinnamaldéhyde) (figure 5) (Sangwan et al, 2001 ; Bruneton, 1999 ; Teisseire 1991).

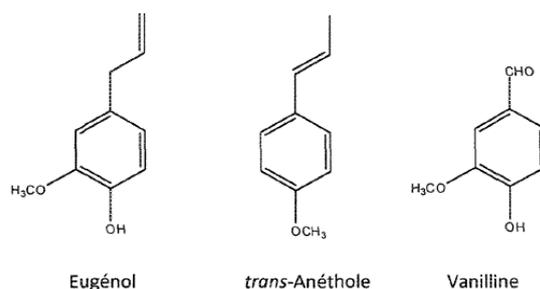


Fig.5 : Exemples de structures de composés dérivés du phénylpropane (Piochon2008).

2.4.3. Les composés d'origines diverses

Il s'agit de produits résultants de la transformation de molécules non volatiles (composés issus de la dégradation d'acides gras ou d'autres composés), ils sont contribués souvent aux arômes de fruits (Bruneton, 1999).

Selon Teisseire(1991), Les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydro distillation, et d'autres composés tels que les éthers, les composés soufrés, les composés azotés, et les sesquiterpènes. Ces produits peuvent être azotés ou soufrés On a :

- Les alcools : menthol, géranol, linalol.
- Les aldéhydes : géranial, citronellal.
- Les cétones : camphre, pipéritone.
- Les phénols : thymol, carvacrol.
- Les esters : acétate de géranyle.
- Les acides : acide géranique, les oxydes ; 1,8-cinéole, les phénylpropanoïdes ; eugénol.
- Les terpènes : le limonène, para-cymène(Teisseire, 1991).

I.2.5. Chémotypes (chimiotypes ou race chimiques)

Le chémotype d'une HE est une forme de classification chimique, biologique et botanique, elle permet à partir d'une plante de même espèce d'indiquer le composant biochimique majoritaire ou distinctif, donc on distingue des huiles essentielles avec composition biochimique différente (Franchomme et Penoël, 2001), ce qui signifie que les individus de la même espèce botanique, peuvent présenter des différences significatives au niveau de leur composition chimique et cela dépend de plusieurs facteurs comme la qualité du sol, le climat, l'altitude, l'hygrométrie, etc. (Zhiri et Baudoux, 2005).

La connaissance des chémotypes d'une huile essentielle et leur comportement est fondamentale, car elle permet d'envisager l'activité pharmacologique et prévoir la pharmacocinétique et la biodisponibilité (Franchomme et Penoël, 2001).

I.2.6. Extraction des huiles essentielles

Des différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général, le choix de la méthode d'extraction des huiles essentielles dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles) (Hellal, 2010). Il existe plusieurs techniques d'extraction telles que :

I.2.6.1. La distillation et L'hydrodistillation

Le principe de la distillation repose sur la propriété des huiles essentielles d'être volatiles sous l'effet de la chaleur, dont il est alors entraîné par la vapeur d'eau (Bruneton, 1999).

Cette méthode est basée sur l'existence d'un azéotrope de température d'ébullition inférieure aux points d'ébullition des deux composés (Franchomme et al, 2001).

➤ L'hydrodistillation

S'agit de la méthode la plus simple et la plus ancienne pour l'extraction des huiles essentielles, Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition, les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolysat par simple différence de densité. (Figure 6) (Bruneton, 2009).

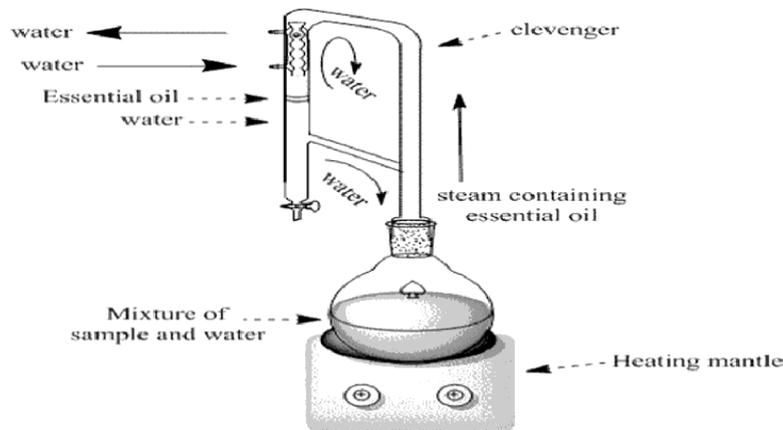
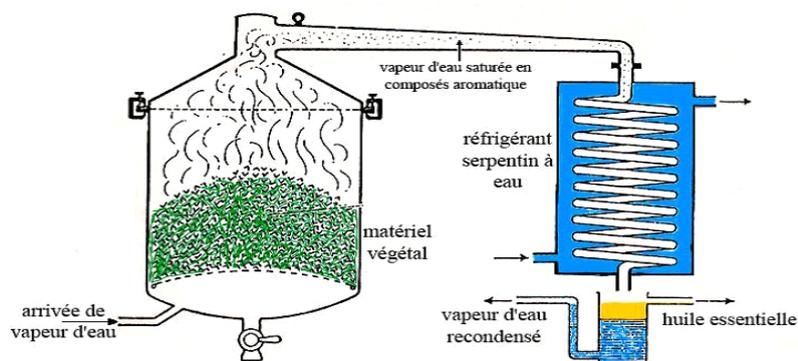


Fig.6 : Appareil d'hydro-distillation système clevnger (Samadiet al, 2017).

I.2.6.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter (**Dastmalchi et al, 2008**), mais placée sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau, la vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant, puis se condense dans le serpentin de l'alambic avant d'être récupérée dans un essencier. (**Lucchesi, 2005**), et les parties insolubles dans l'eau sont décantées pour donner l'huile essentielle (figure 7) (**Dastmalchi et al, 2008**).

Cette méthode est utilisée dans la distillation à partir des plantes fraîches telles que la menthe et les plantes qui portent leurs huiles essentielles dans les feuilles. Puisque la plante fraîche est riche en eau, donc il n'est pas nécessaire de l'immerger (**Moyse, 1971**).



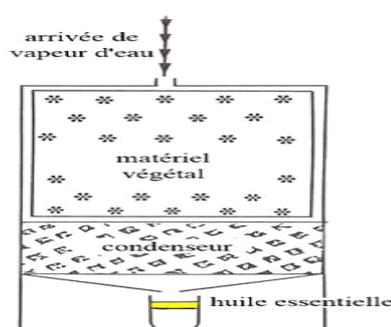
Entraînement à la vapeur d'eau

Fig.7 : Entraînement à la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005).

I.2.6.3. Hydrodiffusion

Elle est une forme de distillation à la vapeur, mais contrairement aux autres systèmes de distillation, la vapeur est introduite par le haut pour passer à travers la matière végétale. Son principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « vapeur d'eau-HE » dispersé dans la matière végétale, (Meyer-Warnod, 1984). Et comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau elle présente l'avantage de ne pas mettre en contact direct l'eau et la matière végétale. (Figure 8) (Lucchesi, 2005).

De plus, elle permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur. (Tongnuanchan et Benjakul, 2014).



Hydrodiffusion

Fig.8 : Schéma explicatif d'hydrodiffusion (Lucchesi, 2005).

I.2.6.4. L'expression à froid

Elle constitue le plus simple des procédés, souvent utilisée, elle s'applique aux agrumes dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences (Roux, 2008).

Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essences, l'huile essentielle ainsi libérée et entraînée par un flux d'eau et séparée par décantation ou centrifugation (figure 9) (Chaintreau et al, 2003), d'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau (Bruneton, 1993).

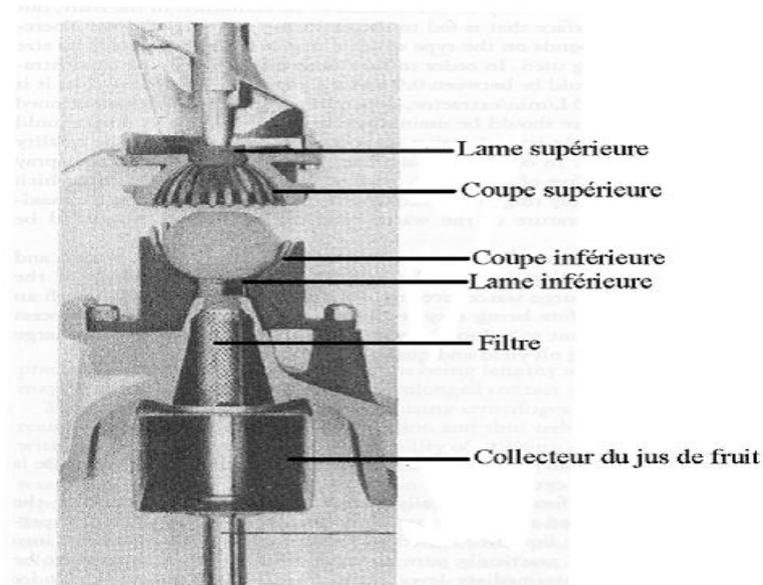


Fig.9 : Appareil d'expression à Froid (Dugo, 2002).

I.2.6.5. L'extraction par les solvants

Le principe de cette technique consiste à faire macérer la plante dans le solvant afin de faire passer les substances odorantes dans le solvant (Ouis, 2015), et placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique (figure 10) (El haib, 2011).

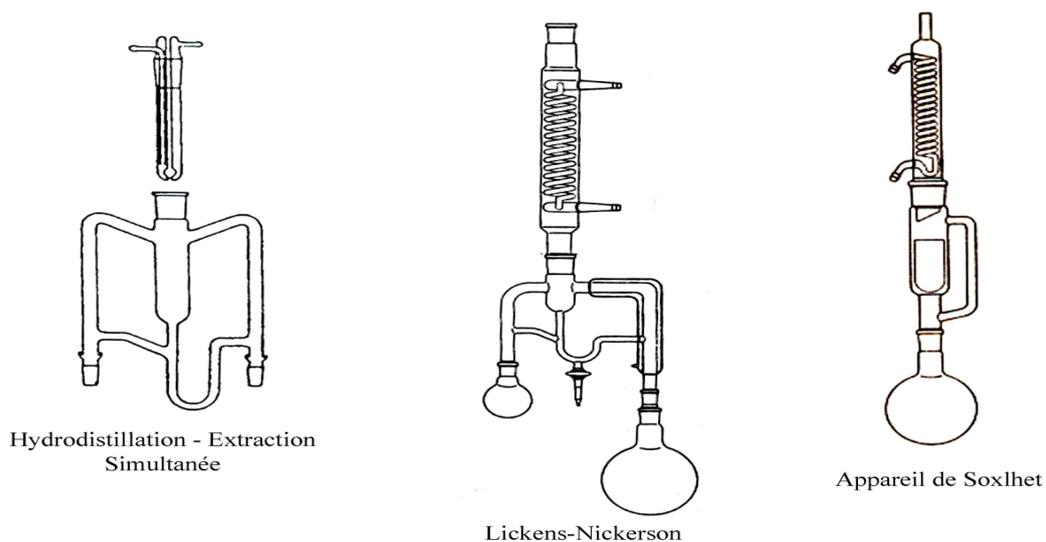


Fig.10 : Les différents types d'extraction par solvants (Lucchesi, 2005).

I.2.6.6. Extraction au CO₂ supercritique

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé : le CO₂ supercritique. Au-delà du point critique (P = 73,8 bars et T = 31,1 °C), le CO₂ possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction (**Pellerin, 2001**). Le principe général de la méthode est le suivant :

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

Elle présente énormément d'avantages :

Le CO₂ supercritique est un solvant idéal puisqu'il est naturel, inerte chimiquement, ininflammable, non toxique, sélectif, aisément disponible et peu coûteux. De plus, il s'élimine facilement de l'extrait sans laisser de résidus. Outre ces avantages, le principal point fort est la qualité irréprochable de l'extrait puisqu'aucun réarrangement ne s'opère lors du processus. Son unique point faible est le coût très élevé de son installation (**Pellerin, 2001**).

Cette technique est aujourd'hui considérée comme la plus prometteuse car elle fournit des extraits volatils de très haute qualité et qui respecterait intégralement l'essence originelle de la plante (**Wenqtang et al, 2007**).

I.2.6.7. Hydrodistillation par micro-ondes sous vide

L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes a été conçue pour des applications en laboratoire pour l'extraction d'huiles essentielles de plantes aromatiques (**Chemat et al, 2004**). Elle est une combinaison de chauffage micro-ondes et d'une distillation à la pression atmosphérique et consiste à placer le matériel végétal seul dans un réacteur microondes sans ajout de solvant organique ou d'eau, le chauffage de l'eau contenue dans la plante permet la rupture des glandes renfermant l'huile essentielle. Cette étape libère l'huile essentielle qui est ensuite entraînée par la vapeur d'eau produite par le végétal. Et un système de refroidissement à l'extérieur du four micro-ondes permet la condensation du distillat, composé d'eau et d'huile essentielle, par la suite facilement séparable par simple décantation vapeur (figure.11) (**Lucchesi et al, 2004a ; Lucchesi et al, 2004b**).

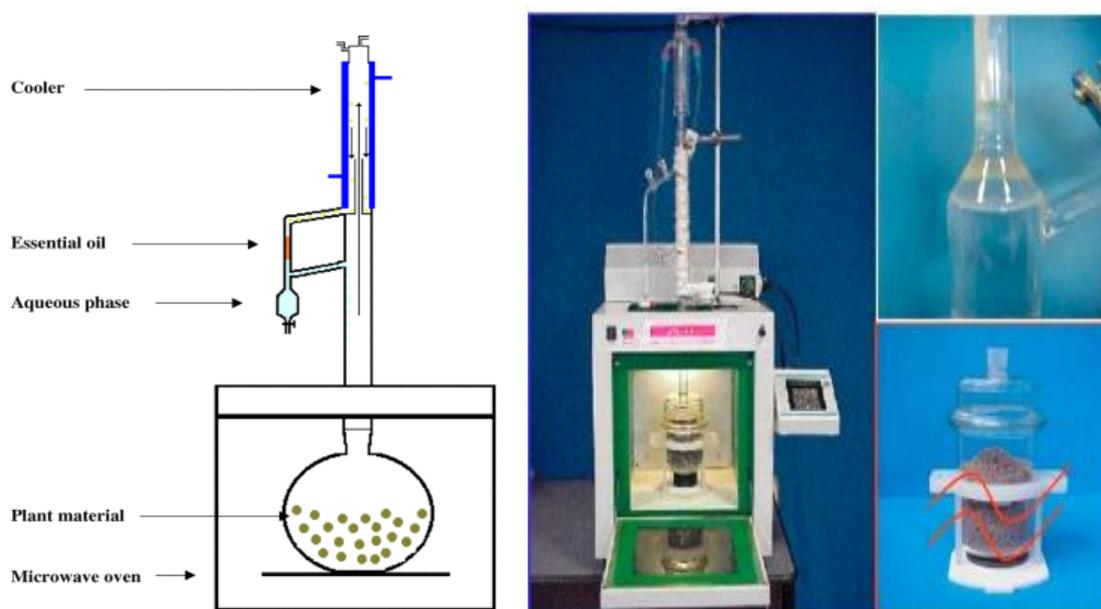


Fig.11 : Appareillage d'hydrodistillation par micro-ondes sous vide (Lucchesi et al, 2007).

I.2.6.8. L'enfleurage

L'enfleurage est une ancienne technique d'extraction des parfums des fleurs qui a principalement été utilisée dans la région de Grasse (Alpes-Maritimes) jusque dans les années 1930 (Handa et al, 2008).

La procédure met à profit la liposolubilité des composés odorants des végétaux dans les corps gras et qui permet l'exploitation des organes fragiles. Et le matériel végétal est mis en contact avec des graisses, ces dernières ayant une forte affinité avec les composés odorants, cette méthode peut être réalisée à froid ou à chaud, et on obtient ainsi des absolues de pommade (Lardry et Haberkorn, 2007).

I.2.7. Méthodes d'analyses des huiles essentielles

I.2.7.1. La Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition, elle est une technique usuelle dans l'analyse des huiles essentielles (Arpino et al, 1995).

Le principe de la CPG est basé sur la séparation des différents solutés gazeux par migration différentielle le long de la phase stationnaire (Burgot et Burgot, 2011).

I.2.7.2. Le couplage Chromatographie en Phase Gazeuse/Spectrométrie de Masse (CPG/SM)

La CPG couplée à la SM est la technique de routine la plus utilisée pour l'analyse des huiles essentielles, qui combine les performances de la chromatographie en phase gazeuse et de la spectrométrie de masse afin d'identifier et/ou de quantifier précisément de nombreuses substances (Adams, 2001 ;Derwich et al,2010)

Le principe de la spectrométrie de masse consiste à bombarder à l'aide d'électrons une molécule qui sera fragmentée, et les différents fragments obtenus, chargés positivement, constituent le spectre de masse de cette molécule (Adams, 2001).

Il existe d'autres méthodes d'analyse, qui ont pour objet l'identification qualitative et quantitative, des différents constituants d'une huile essentielle on cite : l'HPLC, l'RMN, l'IR.

I.2.8. Facteurs de variabilité de la composition des huiles essentielles

I.2.8.1. Facteurs de variabilité d'ordre naturel

Il existe deux types de facteurs de variabilité d'ordre naturel, des facteurs dépendant des caractéristiques génétiques de la plante et des facteurs liés aux conditions de développement de la plante (Ho et al, 2010).

➤ Diversité selon l'organe végétal

Chémotype génétique : Chez une même espèce, il arrive que la composition chimique de l'huile essentielle diffère d'un organe à un autre. (Guignard, 1983).

➤ Influence de la période de récolte, du climat et du sol

La proportion des différents constituants de l'huile essentielle d'une espèce donnée peut varier au cours de son développement, par exemple : une menthe poivrée récoltée en début de floraison a une huile essentielle riche en néo-menthol et en menthone tandis qu'en fin de floraison cette huile est riche en menthol (Bruneton, 1987).

Le climat et le sol ont une influence plus importante pour les espèces végétales dont l'organe sécréteur d'huile essentielle se situe au niveau des poils glandulaires que pour celles dont l'huile est produite dans les formations schizogènes des feuilles, calices ou tiges (Fluck, 1963).

➤ Influence de la qualité du végétal

La qualité des essences obtenues dépend dans une large mesure de l'état de fraîcheur du végétal et du temps écoulé entre la récolte et la transformation industrielle. Car pendant le

stockage la plante peut avoir des changements de composition (une perte de certains composés) : Tucarov note la disparition de 15% de produits volatils dans le végétal après 3 mois de stockage et de 80% après neuf années. Et il a observé également une différence entre les feuilles jeunes, plus riches en essence, et les feuilles âgées (Tucarov, 1964).

➤ Influence de Cycle végétatif

La proportion des différents constituants peut varier le long du développement de la plante (Bruneton, 1993).

➤ Influence de la lumière, du pH et de la cinétique au cours des procédés d'extraction

La lumière a une action néfaste, plus marquée sur les produits d'extraction, huiles essentielles et oléorésines, que sur le végétal, dont ce phénomène a été observé par De Cleyn dans le cas de la pipérine qui sous l'action des rayonnements Ultraviolet s'isomérisent en isochavicine dépourvue de goût. (De Cleyn et Verzele, 1972).

Au cours de l'hydrodistillation, l'eau, l'acidité et la température peuvent induire hydrolyses, hydratations et cyclisations, mais aussi un réarrangement, isomérisations, oxydations, etc... et ce d'autant plus quand la distillation est longue et le pH acide (Granger et al, 1975). Donc la composition de l'extrait obtenue par hydrodistillation soit, le plus souvent, différente de celle du mélange initialement présent dans les organes sécréteurs du végétal (Bousquet, 1972).

I.2.8.2. Facteurs d'origine technologique

Des modifications très importantes peuvent être illustrées, de la collecte des plantes jusqu'à leur transformation industrielle (Amiri et al, 2008).

Le mode de récolte, les conditions de séchage et de stockage peuvent générer des dégradations enzymatiques. De plus d'autres facteurs influencent le rendement et la qualité de l'huile essentielle comme les traitements de la matière végétale avant ou pendant l'hydrodistillation : broyage, dégradation chimique ou enzymatique et la pression (Ho et al, 2010).

I.2.9. Activités biologiques des huiles essentielles

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) (Regnault-rogeret et al, 2006).

I.2.9.1. Activités antibactériennes

Les HEs les plus étudiées pour leurs propriétés antibactériennes appartiennent aux Labiatae: origan, thym, sauge, romarin, clou de girofle, qui sont d'autant de plantes aromatiques à HE riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol (utilisés dans les produits cosmétiques et, alimentaires) et le carvacrol (non toxique, il est utilisé comme agent de conservation et arôme alimentaire dans les boissons, friandises et autres préparations). Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne contre un large spectre de bactéries : *E-coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium spp*, *Helicobacter pylori* (Pauli, 2001).

I.2.9.2. Activités antifongiques

Les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antifongiques appartiennent à la famille des Labiatae : thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge, l'activité fongistatique des composés aromatiques semble être liée à la présence de certaines fonctions chimiques (Voukouet al, 1988), elle augmente selon le type de fonction chimique : Phénols > Alcools > Aldehydes > Cétone > Ethers > Hydrocarbures. Parmi les aldéhydes, le cinnamaldehyde s'est révélé le plus actif (Yen et Chang, 2008).

I.2.9.3. Activités antivirales

Les virus posent des problèmes non résolubles mais ils sont très sensibles aux molécules aromatiques, et donc les HE constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux (Benyad, 2008).

L'expérience réalisée par (Bel Hadj Salah-Fatnassi 2010 et al), dans laquelle les huiles essentielles étaient incubées avec des virus et des cellules (trois modèles), et son but était d'examiner leurs actions en se basant sur l'inhibition de l'effet cytopathique des virus (ECP). Et en résultat ces huiles ont montré une double activité antivirale contre l'HSV1 et l'ECV11, en inhibant directement le virus avant même d'être inoculé aux cellules, et contre l'ADV, en empêchant sa réplication au sein des cellules hôtes, ces propriétés antivirales des différents extraits des HE dépendent du virus, du type de contact, de la provenance de l'extrait et de sa concentration. (Bel hadj salah-fatnassi, 2010).

I.2.9.4. Activité antiparasitaire

L'activité antiparasitaire des huiles essentielles est due grâce au groupe des phénols qui possède une action puissante contre les parasites (Benayad, 2008).

I.2.9.5. Activité antiseptique

Les huiles essentielles ont des propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes ces propriétés sont dues au groupe des aldéhydes et des terpènes qui sont connues par ces propriétés (**Benayad, 2008**).

I.2.9.6. Activité antioxydants

Le pouvoir antioxydant de ces huiles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (**Richard, 1992**).

On distingue deux sortes de propriétés selon le niveau de leur action : une activité primaire (interrompu dans la chaîne auto-catalytique de l'oxydation (**Multon, 2002**). Et une activité préventive (indirecte) (retarder l'oxydation par la réduction d'oxygène) (**Madhavi et al., 1996**).

I.2.10. Utilisations des huiles essentielles

L'utilisation des huiles essentielles est extrêmement diversifiée et dépend étroitement de la source, de la qualité et de la procédure d'extraction de ces composés (**Ríos, 2016**).

En générale, les huiles essentielles sont utilisées dans les domaines suivants :

I.2.10.1. Produits cosmétiques et parfumerie

Grâce à leur activité antiseptique et antioxydante elle permet de préserver les produits cosmétiques, tout en leur assurant leur odeur agréable (**Roulier, 2000**).

I.2.10.2 Médecine et produits pharmaceutiques

Ils sont utilisés pour traiter certaines maladies internes et externes, dont plusieurs huiles essentielles ont donné des résultats cliniques très satisfaisantes En médecine dentaire (**Sourai, 1989 ; Kato et al, 1990**).

I.2.10.3. Dans l'industrie agroalimentaire

L'utilisation des huiles essentielles pour avoir une conservation saine et de longue durée pour les produits consommés ainsi qu'une qualité organoleptique meilleure (considéré comme une nouvelle technique pour. (**Lis-Balchin et al, 1998**).

I.2.10.4. En phytoprotection

Leur rôle dans l'écologie et la phytoprotection est évident, par leur odeur elle intervient dans la pollinisation. Ainsi, elle joue un rôle attractif ou répulsif vis-à-vis des prédateurs (**Isman, 2000**).

Chapitre I Généralités sur les plantes aromatique et médicinales

Elles protègent des cultures en inhibant la multiplication des bactéries et des champignons, et empêchent la dessiccation du plant (perte d'eau) par évaporation excessive et protègent le plant contre la lumière soit par diminution ou concentration (**Isman, 2000**).

Ils agissent sur les insectes (larvicides, autocides, répulsifs ou inhibiteurs de croissance) généralement en perturbant la structure de la membrane cellulaire (**Regnault-roger et al, 2012**).

I.2.11. Condition favorable à la conservation

La détérioration de la qualité de l'huile est attribuée à un certain nombre de réactions chimiques telles que l'oxydation, la résinifiassions (ces deux réaction entraînent un changement de couleur des huiles en les rendant foncé très visqueux) , la polymérisation, l'hydrolyse des esters et l'interaction des groupes fonctionnels lors d'un stockage prolongé, ces derniers sont activés par la chaleur, et la présence d'oxygène ou d'air et l'humidité, donc leur conservation nécessite de respecter obligatoirement certaines règles : ils doivent être soigneusement clarifiée de toute impureté et éliminée toute humidité et stockés dans des flacons en verre ambre ou foncé bien refermé et exclue d'air en remplissage complet du récipient par l'huile et posée en position verticale, et loin des sources de chaleur (dans un endroit frais et sec), et donc prolonge sa durée de stockage stockés (**Joy et al, 2001**).

I.3. Conclusion

Il ressort de cette analyse documentaire que les plantes aromatiques synthétisant les huiles essentielles sont à la fois aromatiques et médicinales, contrairement aux plantes médicinales sans arôme dont les vertus peuvent être d'autres molécules telles que les polyphénols (tanins, alcaloïde, flavonoïde, etc.).

L'Algérie par sa biodiversité riche recèle un nombre de plantes aromatiques et médicinales pouvant être utilisées dans différents domaines à savoir : le cosmétique, l'agroalimentaire, le pharmaceutique et le phytopharmaceutique pour lutter contre différents agents pathogènes et vulnérables pour les cultures et les plantes, ainsi que la santé humaine.

Chapitre II

Chapitre II Maladies des denrées alimentaires et semences stockées

II.1. Généralités sur les maladies microbiennes

II.1.1. Les virus phytopathogènes

Les virus sont des microorganismes de petite taille, dimensions de 15_30 μm formé d'acide nucléique entouré d'une enveloppe de protéine ; leur forme peut être soit en bâtonnets, soit en filaments d'une longueur allant jusqu'à 200 ou 700 μm , soit de particules sphériques ou encore bacilliforme. Ils dépendent du métabolisme cellulaire de la plante hôte pour réaliser les étapes de leur développement. Ils ne peuvent survie en dehors d'une cellule vivante ; ce sont donc des parasites obligatoires (**Corbaz, 1990**).

La pénétration des particules des virus dans la plante par des blessures. Les symptômes provoqués par les virus varient beaucoup : des baisses de rendements, des infections latentes, des décolorations des feuilles, des déformations des feuilles, un rabougrissement, la mort de tissu foliaire, la nécrose (**Wiersema, 1987**).

II.1.1.1. Quelques virus des plantes

La mosaïque du tabac, la première virose identifiée comme telle à la fin du XIX^e siècle, l'enroulement de la pomme de terre, la jaunisse nanisante de l'orge, la jaunisse de la betterave, la mosaïque du concombre, la mosaïque de la laitue, la gravelle du poirier, le court-noué sur vigne (**Corbaz, 1990**).

II.1.2. Les bactéries phytopathogènes

Les bactéries sont des microorganismes de morphologie simple, unicellulaire et de taille inférieure à celle des plus petites spores de champignon. Elles sont des procaryotes sans noyau typique, consiste un seul chromosome et des plasmides, portent parfois des gènes qui s'impliquent dans l'interaction pathogène et de la plante, ex : *Agrobacterium* (**Corbaz, 1990**).

Les infections bactériennes provoquent des symptômes variés (déperissements, pourritures, tumeurs, nécroses, chancres, flétrissement).

Leur identification repose sur l'isolement de l'agent pathogène, et l'observation microscopique basée sur :

- L'étude morphologique de la bactérien.
- L'étude du métabolisme bactérien (**Boher, 1987**).

II.1.2.1. Les principaux genres des bactéries phytophages sont les suivants

Tableau II.1 : Les principaux genres des bactéries phytophages (Corbaz, 1990).

Genres des bactéries phytophages	Caractéristiques
<i>Pseudomonas</i>	Bâtonnets droits, avec ou sans flagelle ; dotés le plus souvent d'un pigment jaune fluorescent (<i>Pseudomonas tabaci</i> agent du feu sauvage du tabac).
<i>Xanthomonas</i>	Bâtonnets avec un flagelle (<i>xanthomonas campestris</i> qui provoque la maladie des nervures noires du chou).
<i>Erwinia</i>	Bâtonnets mobiles car dotés de plusieurs flagelles (<i>Erwinia amylovora</i> , agent du feu bactérien sur poirier, pommier et autres rosacées).
<i>Corynebacterium</i>	Bâtonnets droits ou recourbés, immobiles, sans flagelle (<i>Corynebacterium michiganense</i> causant le flétrissement bactérien de la tomate).
<i>Agrobacterium</i>	Bâtonnets mobiles, avec le plus souvent un flagelle (<i>Agrobacterium tumefaciens</i> l'agent du Crown Gall ou broussin-tumeurs sur tige ou racine).
<i>Streptomyces</i>	Genre particulier car formant un pseudomycélium, autrefois classé parmi les champignons. Spores en chaîne, sans flagelle (<i>Streptomyces scabies</i> , agent de la gale commune de la pomme de terre).

II.1.3. Les champignons phytopathogènes

Les champignons phytopathogènes sont des microorganismes caractérisés par des filaments libres ou entrelacés, dont l'ensemble désigné sous le nom de mycélium, produisent des spores unicellulaires ou pluricellulaires. Selon leur origine, il y'a des spores sexuées et les asexuées (Messiaen, 1991).

Organismes hétérotrophes sans chlorophylle, ils tirent leur nourriture soit de matière organique morte, ce sont alors des champignons saprophytes, soit de tissus végétaux vivants, pour les parasites. Certains mycètes sont parasites durant une partie de leur cycle de vie et saprophytes durant une autre (Corbaz, 1990).

La forme sexuée, ou téléomorphe, a pour fonction de maintenir l'espèce et apparaît souvent en fin de saison alors que la forme asexuée, dite aussi forme imparfaite ou anamorphe, assure la propagation. Comme la relation entre les deux formes n'a pas été aussitôt reconnue, certains champignons ont porté d'abord le nom donné à la forme imparfaite puis celui, définitif, de la forme sexué (Corbaz, 1990).

Les champignons phytopathogènes sont responsables d'un grand nombre de maladies affectant un large spectre de végétaux (Regnault-roger, 2014).

II.1.3.1. Les principaux champignons phytopathogènes

Tableau II.2 : Les principaux champignons phytopathogènes (Corbaz, 1990).

Agents causals	Les maladies
<i>Melampsoralini</i>	Agent de la rouille du lin, qui doit sa place dans le classement à son rôle de « système modèle » pour l'étude de l'immunité chez les plantes
<i>Ustilagomaydis,</i>	Agent du charbon du maïs et organisme modèle pour la recherche en phytopathologie et en génétique des plantes
<i>Colletotrichum</i> spp	Agents des anthracoses affectant de nombreuses plantes, notamment arbres fruitiers, plantes maraîchères et ornementales, et causant des pertes post-récolte importantes chez les fruits et légumes entreposés
<i>Mycosphaerellagraminicola,</i>	Agent de la septoriose du blé
<i>Blumeriagraminis,</i>	Agent de l'oïdium des céréales

Chapitre II Maladies des denrées alimentaires et semences stockées

<i>Fusarium oxysporum</i>	Agent de la fusariose vasculaire qui affecte de nombreuses plantes cultivées
<i>Fusarium graminearum</i>	Agent de la fusariose du maïs et de la fusariose ou gale du blé
<i>Magnaportheoryzae</i>	Agent de la pyriculariose du riz
<i>Botrytis cinerea</i>	Agent de la pourriture grise
<i>Puccinia</i> spp	Agents de rouilles affectant notamment les <i>Poaceae</i> (dont les céréales et plus particulièrement le blé)

II.2. Les maladies des fraises

La culture de la fraise fait face à des problèmes de maladies (Guérineau, 2003), la majorité des variétés sont sensibles à une ou plusieurs maladies selon leur patrimoine génétique, le climat et les méthodes de cultures (Khanizadeh et Deschènes, 2005). Plusieurs maladies, insectes, et nématodes peuvent causer des dommages graves dans la culture des fraises dans la wilaya de Jijel, les principaux insectes ravageurs sont les trips (attaquent les fleurs), pucerons (attaquent les feuilles), et les acariens. Chez les maladies la liste est aussi long : pareil, la pourriture grise, oïdium, botrytis, aussi phytophthora, de plus *fusarium* (DAS, 2020).

Les principaux organismes nuisibles du fraisier sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Les principaux organismes nuisibles du fraisier (Pommier, 2017).

LOCALISATION	MALADIES	Ravageurs
Racines et rhizome	<i>Verticilliumdahlidae</i>	Nématodes (<i>Meloidogyne h</i> , <i>Pratylenchus v.</i>)
	<i>Phytophthora cactorum</i>	Insectes : -Taupin (<i>Agriotes spp.</i>) -Noctuelles terricoles (vers gris) -Hanneton (vers blanc) -Otiorynque (<i>Otiorynchus spp.</i>)
	<i>Phytophthora fragariae</i>	
	Complexe fongique de fatigue des sols	
Parties aériennes	Oïdium (<i>Podosphaera a.</i>)	Nématodes foliaires (<i>aphelenchoides f.</i> , <i>Ditylenchus d.</i>)

	<i>Botrytis cinerea</i>	
	Anthracnose <i>(colletotricum a.)</i>	Acarie : Tétranyques (<i>Tetranychus ureticae</i>) Tarsonème (<i>Phytonemus pallidus</i>)
	Chlorose marginale	
	Maladies foliaires : -Bactérie <i>xanthomonas f.</i> -Taches pourpres, taches rouges - <i>Zythia f.</i> - <i>Alternaria a.</i>	Insectes : Pucerons (différentes espèces) Thrips (T. tabaci, T. f. o.) Punaises Cicadelles Aleurodes Noctuelles <i>Drosophila suzukii</i>

II.2.1. Quelques maladies importantes des fraises

II.2.1.1. Lésion des racines (pratylenchus)

Le pratylenchus est un nématode endoparasite. Il pénètre à l'intérieur des racines et engendre le brunissement du système racinaire (**Lacroix, 2003**).

Symptômes

Les blessures provoquées par ce nématode favorisent l'infection des racines par les champignons associés à la pourriture noire des racines (figure 12), par le *Verticillium* champignon responsable du flétrissement verticillien ainsi que par l'*Agrobacterium* bactérie responsable de la tumeur du collet (**Lacroix, 2003**).



Fig.12: Lésions brunes sur racines de fraisier(MAPAQ, 2020)

II.2.1.2. La pourriture noire

C'est une maladie causée par le champignon *Fusarium oxysporum*, c'est la cause principale de perte économique de la culture des fraises. La flétrissure fusarienne est une maladie qui commence par une infection des racines et des couronnes et devient systémique (MAAS, 2004).

Symptômes

Le développement des symptômes est favorisé par des températures élevées et un stress élevé pendant la fructification(MAAS, 2004), Cela conduit aux symptômes typiques du brun rougeâtre décoloration sur la couronne, séchage et sénescence précoce des feuilles matures, suivies par rabougrissement et flétrissement de la plante entière. De plus, les greffes sont infectées par coureurs de plantes mères infectées. Les chlamydospores sont produites dans les tissus végétaux infectés et sont libérées dans le sol où elles peuvent rester viables pendant longues périodes de temps (Husaini & Neri, 2016).

II.2.1.3. Blanc du fraisier (Oidium)

L'agent causal c'est un champignon *Podosphaera aphanis*, c'est un parasite obligatoire affectant spécifiquement le fraisier sauvage et cultivé, il est considéré comme une maladie polycyclique, parce qu'elle effectue plusieurs cycles d'infection en cours de saison. L'effet de la conservation des plantes à t° de 2 °c sur mycélium et conidies réduit le potentiel infectieux, Les fruits, tiges et fleurs (figure 13) sont recouverts d'un duvet blanc caractérisant le mycélium de l'oïdium du fraisier (Pommier, 2017).



Fig.13 : Les fruits, tiges et fleurs sont recouverts d'un duvet blanc caractérisant le mycélium de l'oïdium du fraisier (*Podosphaera aphanis*) (Blancard, 2013)

Symptômes

Les symptômes se caractérisés par l'apparition des sporulations blanches à la surface des feuilles, des fleurs, et fruits. L'enroulement des feuilles vers le haut, et l'apparition des points violacé et la présence des mycéliums blanc sur les fruits (Lefebvre et al, 2018).

II.2.1.4. La pourriture grise (Botrytis)

De nombreuses espèces de Botrytis existent et s'attaquent à une grande variété de plantes. Les dégâts apparaissent aussi bien sur champs que lors de la conservation (Dik et Ellad, 1999).

Symptômes

Ils apparaissent comme un feutrage grisâtre et plus ou moins foncé se forme sur les parties touchées, et sur les plantes à bulbes, il forme de petites taches blanches apparaissent sur les feuilles tandis que le bulbe est infecté par une moisissure grise (figure 14) (Dik et Ellad, 1999).

Chez le fraisier il attaque les parties aériennes : pédicelles, fleurs et fruits immatures (Naqvi, 2004). Toutefois, seuls les dégâts situés sur le fruit sont considérés comme graves (Husaini et Neri, 2016).



Fig.14 : Feutrage grisâtre sur les fruits des fraises.(Urbain- MAPAQ, 2016)

II.2.1.5. La tache bactérienne angulaire

La tache angulaire bactérienne, causée par la bactérie *Xanthomonas fragariae* (Naqvi, 2004).

Symptômes

Les symptômes typiques de cette maladie apparaissent d'abord sous forme de petites ponctuations imprégnées d'eau sur la surface inférieure des feuilles. Ces taches s'agrandissent, mais restent anguleuses de contour et généralement délimité par de petites nervures foliaires. Bien qu'apparaissant vert, les lésions sont typiquement translucides lorsqu'elles sont examinées à la lumière transmise. En dessous de conditions humides, un suintement bactérien visqueux caractéristique se développera à partir des lésions (Naqvi, 2004).

II.2.1.6. Insecte ravageur (pucerons)

Des petits insectes, de couleur variée de brun au noir, ailés ; l'espèce le plus dommageable est *Frankliniella occidentalis*. Ils sont localisés sur les fleurs des fraisiers puisqu'ils sont attirés par le pollen et aussi sur les fruits (Naqvi, 2004).

Symptômes

Ce ravageur se nourrit de contenu de cellules végétales ce qui provoque la mort des cellules et leurs oxydations. Au niveau des fleurs l'apparition des taches brunes sous les sépales, un brunissement des pétales. Les fruits apparaissent d'un aspect cuivré, des taches argentées beiges sur la face supérieure des feuilles (Naqvi, 2004).

II.2.2. Effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de la fraise

Une étude réalisée a démontré qu'il est possible de conserver et de stocker la fraise par effet d'aérosol des huiles essentielles de certain espèce aromatique spontané ; *Satureja montana*, *Laurus nobilis/S. montana* et *Pistacia lentiscus/S. montana*, en vue de déterminer les effets fongistatiques de ces essences sur le développement des maladies cryptogamiques des fraises (Bouzidiet al, 2019).

II.2.2.1. Résultats d'étude

Bouzidi et al.(2019) ont montré que l'HE issue de *Satureja montana* (*S. montana*) exerce un pouvoir antifongique significatif "in vitro" à l'encontre d'*A. brasiliensis* par rapport aux deux autres HEs.

Les pourcentages de ces composants spécifiques des chémotypes définies sont, respectivement évaluées à *L. nobilis* à 1,8-cinéole-limonène (39,98 %), *S. montana* à carvacrol (29,19 %), *P. lentiscus* à α -Pinène (19,82%) (Bouzidi et al.2019).

Une possible combinaison entre les HEs pourrait accentuer cette activité antifongique la combinaison d'HE *P. lentiscus/S. montana* a été la plus efficace à l'encontre de la moisissure étudiée et d'autres moisissures d'altération des fraises durant le stockage (Bouzidi et al.2019).

II.3. Généralités sur les maladies de la pomme de terre

L'étude de Bouhadjila et Bouhlas a démontré qu'il est possible de conserver et de stocker la pomme de terre par effet d'aérosol des huiles essentielles et par leurs hydrolats de certain espèce aromatique spontané ; *Eucalyptus radiata* Sieber ex DC, *Origanum glandulosum* Desf, *Mentha pulegium* L., et *Satureja hispidula* Boiss. & Reut. (Maire), en vue de déterminer les effets statiques de ces essences sur la germination de tubercules de pomme de terre, et de limiter les contaminations et le développement des maladies (2019).

II.3.1. Les principales maladies de la pomme de terre

Plusieurs maladies bactériennes et fongiques sont à l'origine des pourritures (sèche ou humide) et d'altération de tubercules au cours de conservation, leur évolution dépend essentiellement des conditions de stockage (température et hygrométrie).

II.3.1.1. Gale poudreuse

Causée par un champignon *spongospora subterranea* ; champignon obligatoire, qui infectent la pomme de terre (racines, stolons et tubercules) (Hooker, 1981).

Symptômes

La présence des petites lésions gonflées sur les tubercules jeunes (figure 15). Au moment de la récolte ces lésions éclatent faisant apparaître un tissu poudreux brun. Des galles des racines peuvent également se former sur les stolons et les racines (Harisson et al, 1997).



Fig.15 : Petites lésions gonflées sur les tubercules jeunes de la pomme de terre

(INRA, 2017)

II.3.1.2. Rhizoctone brun

Cette maladie causée par *Rhizoctonia solani*, responsable des sclérotés (Fiers et al., 2009). Infecte la pomme de terre pendant la germination des tubercules qui se manifeste par des retards ou des manques à la levée (Hooker, 1981).

Symptômes

Les sclérotés se développent à la surface des tubercules sous forme des masses irrégulières. L'attaque peut aussi se faire en culture : par un enroulement des feuilles. La

formation des tubercules aériens un gain gris, blanc de mycélium à la base des tiges en condition humide (**Hooker, 1981**).

II.3.1.3. Pourriture molle

La pourriture molle causée par des bactéries, *Pectobacterium carotovorum* (Pbc), *Pectobacterium atrosepticum* (Pba) et *Dickey asp* sont connus comme des agents pathogènes de la pomme de terre (**Kado, 2006**).

Symptômes

En cours de conservation, l'humidité élevée favorise le développement des pourritures molles, souvent provoquée par une récolte en conditions défavorables avec trop de terre adhérent aux tubercules. Les blessures sont également un facteur très favorable à l'installation de ces pathogènes. Les tubercules atteints dégagent souvent une odeur nauséabonde (**Hélias, 2008**).

Manques à la levée (pourriture du planton), coloration brune à noire de la base de la tige, débutant sous le niveau du sol, généralement accompagnée de pourriture humide. Cette coloration peut progresser vers les parties supérieures des tiges. La coloration brune peut n'être visible qu'à l'intérieur des tiges avec affaissement de la moelle (tige creuse). Aussi la flétrissement, l'enroulement et de jaunissement des feuilles, et du dépérissement (**Dionne et al, 2017**).

II.3.1.4. Mildiou

Le mildiou provoqué par un champignon *Phytophthora infestans*, est une des maladies les plus importantes de la pomme de terre, surtout en végétation mais aussi en conservation (**Swift, 1981**).

Les symptômes

Les tubercules contaminés présentent des taches irrégulières de couleur brun à gris violacé, plus au moins en dépression. Les températures élevées et surtout l'excès en humidité, en début de conservation favorise le développement de ces pourritures (**Swift, 1981**).

II.3.1.5. Gale commune

La gale commune de la pomme de terre est provoquée par des bactéries du genre *Syromyces* appartenant à un groupe particulier les actinomycètes (**Rousselle et all, 1996**).

Faucher et all. (1992) ont montré qu'au moins trois espèces de streptomyces sont responsables de la gale commune arc québec, *S. scabies*, *S. acidiscabies*.

Les symptômes

Les symptômes ont néanmoins très divers. Le principal symptôme est la formation de la lésion nécrotique (figure 16) plus ou moins profonde selon la sévérité de l'infection (**Kinkel, 1998**). Ces bactéries infectent les tubercules du au moment de la tubérisation des plants de pomme de terre alors que des ouvertures naturelles appelées lenticelles sont immatures. Les *Streptomyces* envahissent les tissus des tubercules et causent la rupture de l'épiderme résultent en l'apparition de lésion. Ces lésions s'élargissent à mesure que le tubercule croit (**Goyer, 2007**).

Sur les tubercules, la gale commune est généralement confondue avec la gale poudreuse parce que les lésions de la gale commune sont très semblables à celle de la gale poudreuse si pour cela le diagnostic doit baser sur une observation au binoculaire la gale commune est causée par la bactérie *Streptomyces scabies*, alors que la gale poudreuse est causée par le champignon spongospora (**Dallaire, 2008**).



Fig.16 : La formation de la lésion nécrotique (MAPAQ, 2020)

II.3.1.6. Maladies virales

II.3.1.6.1. Virus X de la pomme de terre (PVX)

Généralement associé en France à des mosaïques légères le virus X est fréquent dans toutes les régions de la culture de la pomme de terre dans le monde. Décrit pour première fois en 1931, famille de Potexvirus, le virus x est un virus à ARN monocaténaire, à particules filamenteuses, flexueuse (515*13µm), transmis essentiellement par contact (**Koenig et Lesemann., 1989**).

II.3.1.6.1. Les symptômes

L'infection par le virus X se traduit généralement par des mosaïques plantes avec des décolorations internervaire assez diffuses quelques souches très sévères peuvent induire des nécroses ou une frisolée ; voire un gaufrage des feuilles (**Rousselle et al, 1996**).

II.3.1.7. Virus Y de la pomme de terre (PVY)

Appartenant à la famille de Potyviridae ; transmis par les pucerons qui affecte la pomme de terre (**Marchoux et al, 2008**).

II.3.1.7.1. Symptômes

Les symptômes primaires de PVY est l'apparition des taches nécrotiques noire au niveau de feuilles, les symptômes secondaires sont le dessèchement des feuilles, et devenue cassantes, nanismes des plantes. Les tubercules développent des anneaux superficiels qui soulevées mais plus tard sont englouties et nécrotiques (**Loebenstein et al, 2001**).

II.3.1.8. Potato leafroll virus (PLRV)

Appartenant à la famille de Luteoviridae, genre de Poleovirus transmis par les pucerons. Les symptômes apparaissent majoritairement par l'enroulement de la base des feuilles supérieures les plus jeunes, parfois l'altération de la couleur qui devenue pale. Les marges des jeunes feuilles peut développer en couleur rose a rougeâtre. Les symptômes primaires ne sont pas visibles au niveau des tubercules ce qui rend le diagnostic difficile (**Loebenstein et al, 2001**).

II.3.1.8.1. Symptômes

Les symptômes secondaires sont devenus visible à partir des tubercules infectés. L'enroulement des feuilles des plantes a partir des feuilles inférieures jusqu'au sommet de la plante ces dernières prend une couleur pale. Rabougrissement des plantes, nécrose au niveau des tubercules (**Hooker, 1981**).

II.3.2. Effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de la pomme de terre

Les composants spécifiques des chémotypes définies sont, respectivement évaluées par les pourcentages suivants : *Eucalyptus radiata* Sieber ex DC à Eucalyptol (78.82%) ; *Origanum glandulosum* Desf à Carvacrol (31.68%) ; *Mentha pulegium* L à Menthone (31.48%) ; *Saturejahispidula* Boiss. & Reut., à Pulegone (55.13%).

Les huiles essentielles synthétisées par les quatre espèces étudiées ont un rôle important dans le stockage des tubercules de pomme de terre, ils ont un effet statique sur la germination et la contamination des tubercules, aussi augmente leur durée de vie.

L'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata* possédant un effet statique plus prononcé sur la germination qui serait dû à l'eucalyptol.

Les huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*, par son carvacrol et de *Satureja hipidula*, par sa pulegone possèdent un effet statique sur la germination et la contamination.

Les quatre huiles essentielles étudiées ont plus d'effet statique sur la germination et la contamination des tubercules de pomme de terre que l'hydrolat. Seule, *Mentha pulegium* empêche l'infestation que ce soit par l'hydrolat ou par l'huile essentielle due au menthone (Bouhadjila et Bouhlas, 2019).

II.4. Généralités sur les maladies des Glands de chêne lièges

Zehani dans son étude « traitement des glands de chêne liège (*Quercus Suber* L) » a démontré qu'il est possible de conserver et de stocker les glands de chêne liège par effet d'aérosol des huiles essentielles et d'hydrolats de plantes aromatiques et médicinales de certain espèce aromatique spontané ; deux espèces de sarriette : *Satureja hipidula* Boiss, & Reuter, *Satureja baborensis* (Batt) ., *Lavandula stoechas* L., *Eucalyptus camaldulensis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Myrtus communis* L., en tenant compte de la vitesse et taux de germination ainsi que, les taux de contamination et de pourriture (2018).

II.4.1. Maladies des glands

II.4.1.1. Champignons

Parmi les facteurs qui interviennent sur la longévité des glands, la teneur en eau et la Température de conservation ont été plus particulièrement étudiés. Vis-à-vis de la teneur en eau, les glands appartiennent à la catégorie des semences « récalcitrantes » (semences qui ne résistent pas à une déshydratation même modérée et qui ne supportent, ni une atmosphère confinée, ni des températures fortement négatives).

Par ailleurs, la teneur en eau élevée permet le développement de champignon, en particulier *Ciboriabatschiana*, responsable de la pourriture noire (Delatour et al, 1978 ; Delatour et Morelet, 1977, Delatour et Morelet, 1979).

II.4.1.2. Reconnaissance et évolution des dégâts

Les glands chez lesquels l'évolution de la maladie est avancée sont facilement reconnaissables c'est le cas de ceux qui auront séjourné en forêt ou en conservation pendant plusieurs mois : l'enveloppe éclatée longitudinalement laisse apparaître les cotylédons transformés en une masse noire de consistance carbonacée (cotylédons « momifiés »). Lorsque l'on ramasse les glands en forêt dans les semaines qui suivent leur chute, les attaques étant moins avancées, aucun symptôme extérieur n'est généralement visible alors que si l'on décortique les glands, on pourra observer les premières manifestations du champignon à la surface des cotylédons sous forme de taches d'abord jaunâtres dont le centre ensuite se déprime et prend une teinte brune. Ces taches d'abord isolées et mesurant alors 1 à 2 mm de diamètre s'accroissent et se rejoignent peu à peu pour atteindre finalement toute la surface des cotylédons y compris les surfaces plates inter-cotylédonaires. Si l'altération est d'abord superficielle, celle-ci gagne ensuite la profondeur des tissus, les détruisant en totalité. Dans les conditions les plus favorables au parasite, l'envahissement complet des surfaces peut être réalisé en moins d'un mois (Delatour, 1979).



Fig17 : Glands attaqués par *Ciboria*, l'enveloppe est éclatée longitudinalement
(Delatour et Morelet, 1979)

II.4.2. Effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de glands de chêne lièges

L'Analyse chimique des huiles essentielle réalisées, a montré que les huiles essentielles sont d'une activité dont les molécules responsables sont principalement :

Eucalyptus camaldulensis à Methyl oléate (51,41%); Methyl oléate (61,86%) chez *Lavandulastoechas* ; Alpha-pinen(34,74%) chez *Myrtuscommunis* ; et bêta-myrcene(23,80 %) chez *Pistacialentiscus*.

Chapitre II Maladies des denrées alimentaires et semences stockées

Les glands découpés ou épluchés peuvent être contaminés ; les glands ouverts ne peuvent être stockés.

L'huile essentielle de *Myrtus communis* et de *Pistacia lentiscus* à un effet fongistatique.

La sarriette hispide empêche l'infestation que ce soit par l'hydrolat ou par l'huile essentielle.

Les huiles essentielles possèdent un effet antibactérien très efficace.

Les huiles essentielles ont plus effet statique sur la germination que l'hydrolat.

La conservation est recommandée par un mélange d'huiles essentielles de Lavande, S. hispide, Eucalyptus, Myrte et Pistachier lentisque (Zehani, 2018).

II.5. Conclusion

A l'issue de la synthèse de ce chapitre, les maladies les plus fréquentes sont d'ordre cryptogamique où l'on a remarqué qu'elles s'attaquent et se développent sur les produits alimentaires. L'étude des trois cas étudiés ayant été choisis pour leur intérêt économique important, ont montré une certaine efficacité des effets aérosols sur la conservation des semences suscitées. Il a été remarqué aussi que les HEs sont dotées de molécules en commun ceci dit que différents types des HEs peuvent permettre la conservation et le contrôle de plusieurs types de fruits et semence.

Chapitre III

Chapitre III Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

En sommaire, les semences, fruits, etc. en maturation peuvent entrer en phase de dégradation et ont tendance à devenir à pH acide ; d'où les premières maladies pouvant s'installer sont de type cryptogamique. Les maladies indiquées dans ce chapitre sont pour la plupart, les champignons qui se développent sur les denrées et semences.

III.1. La fraise

III.1.1. Description botanique et morphologique

D'autant plus que le fraisier est une plante pérenne herbacée chez laquelle les différents organes et sont très proches les uns des autres y compris entre partie aérienne et partie souterraine, les bourgeons ne sont jamais écailleux et leur délimitation par rapport aux autres parties de la plante n'est pas vraiment facile (figure 18) (Putti, 2005).

Un bourgeon terminal assure le développement de nouvelles feuilles en période de croissance. Et ce bourgeon assure également la reproduction (Putti, 2005).

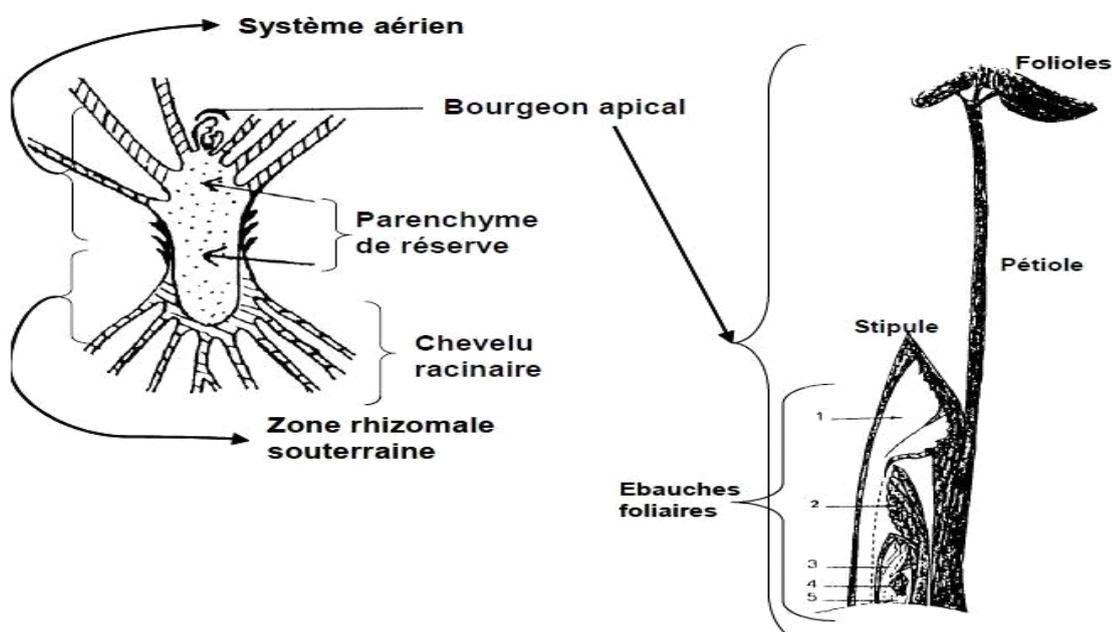


Fig.18 : Coupe schématique du cœur d'un fraisier (Dovilliers, 1991 ; Robert, 1996).

La plante provient d'une couronne (La tige centrale) de tissu méristématique ou tissu de tige comprimé. Les feuilles, les tiges, coureurs, couronnes axillaires, inflorescences et les racines proviennent toutes de la couronne (Darnell, 2003).

Chapitre III Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

La plante a feuilles trifoliées, organisées en spirale, portent généralement à leur base un bourgeon axillaire duquel naîtra soit une feuille, soit un stolon, soit une autre ramification de couronne ou bien une inflorescence selon qu'il soit en phase végétative ou reproductive (**Hancock et al, 1999 ; Bosc et Demene, 2009**).

Les fleurs de fraise contiennent de nombreux pistils, chacun avec son propre style et la stigmatisation attachée au réceptacle.

Le fruit charnu de la fraise est un réceptacle élargi avec de nombreux akènes (le vrai fruit), communément appelé graines incrustées à la surface, et est classé comme fruit accessoire agrégé (**Green, 1971**).

Les fraises sont les baies les plus appréciées au monde, elles présentent plus de 20 espèces et 600 variétés qui varient en leur couleur, leur saveur, leur taille et leur texture (**Mondal, 2010**).

Les variétés les plus cultivé dans la région de Jijel, nous avons plusieurs sortes de fraises comme :**Sabrina; Sabrina+; Plared 09ss (Savana); Plared0822; Plared13107; Nabila; Camarosa; Fortuna; Candonga**, dont les trois premières variétés sont les meilleures qualités gustatives avec une durées de stockage de (2 à 3 jours) et de 36 h maximum pour la consommation des fraises les moins résistances, pour la variété plared 0822 a approuvé une très grande résistance lors de transport (2 à 3 jour) selon des tests qui étaient effectués ici. (**DSA, 2020**).

Comme cité au chapitre précédent, les maladies les plus fréquentes, comme la pourriture noire, le blanc du fraisier (*Oidium*) et la pourriture grise (*Botrytis*).

Par ailleurs, ces maladies ont subi des tests biologiques où l'on a démontré un certain effet comme décrit ci-dessous.

III.2. Pomme de terre

III.2.1. Description botanique et morphologique

De son nom scientifique *Solanum tuberosum*, il s'agit d'une espèce herbacée, mais cultivé en culture annuelle le plus souvent (**Rousselle et al, 1996**), leur caractéristiques botaniques et morphologiques liées au facteur variétal, et aussi aux conditions climatiques et aux techniques culturales (**Grisson, 1983**). Constituer d'un appareil aérien, et souterrain.

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante, qui confère à la pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (**Rousselle et Robert, 1996**) :

III.2.1.1. Racine

De nombreuses racines adventives, fasciculées, qui naissent au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons et directement sur les tubercules au niveau des yeux (**Rousselle et al, 1996**).

III.2.1.2. Stolon

Ce sont des tiges souterraines, diagéotropes, il tendance parfois vers la terre, en forme de crochet au sommet, avec des entre-nœuds longs et des feuilles réduites à des écailles, réparties en spirale le long des stolons comme les feuilles des tiges aériennes (figure 19).

Les stolons peuvent se ramifier et les tubercules se forment dans leur région subapicale, les stolons apparaissent normalement aux nœuds basaux, enterrés, des tiges (**Rousselle et al, 1996**).

III.2.1.3. Tubercule

Il se forme par hypertrophie de l'extrémité du stolon, le tubercule possède les caractéristiques morphologiques et anatomiques d'une tige souterraine. Les tubercules sont constitués d'entre-nœuds, courts et épaissis et porte des bourgeons. Elles sont des organes de réserve (amidon). Quatre critères principaux permettent de caractériser les tubercules (**Poles, 2006**) :

- La forme
- La couleur et la texture de la peau
- L'enfoncement des yeux
- La couleur de la chair

De même, on peut citer comme maladies : la gale poudreuse, Rhizoctone brun, Mildiou. Mais il n'y a pas eu d'étude d'effets des huiles essentielles sur la conservation de la pomme de terre, excepter la présente étude dont les résultats nous les avons exploités dans le présent travail.

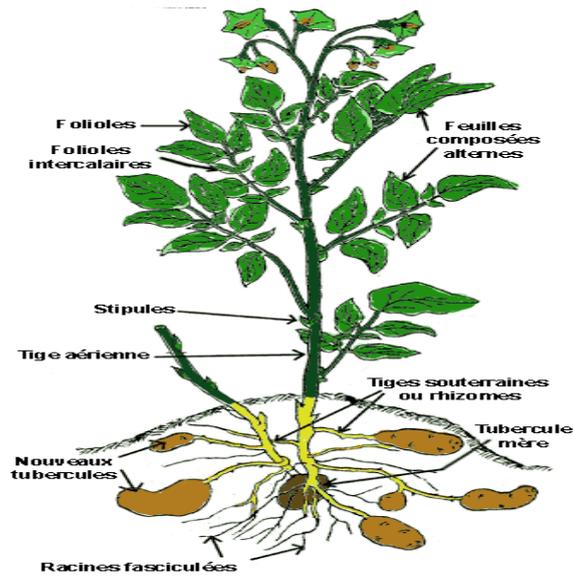


Fig.19 : Description végétale et terminologie (Lahouel, 2015).

III.3. Chêne-liège

III.3.1. Description botanique et morphologique

Le chêne liège est une espèce ligneuse, arborescente, de taille variable de 10 à 14 m d'hauteur, il peut aller exceptionnellement jusqu'à 20 et 22 m, et vive jusqu'à 150, 200 ans. Son tronc est assez court, et la lige principale est tortueuse et la ramification est peu serrée (Saccardy, 1938), de même l'écorce est grisâtre, très épaisse pouvant atteindre 20cms, dont elle forme une couche souple, compressible, et élastique (Boudy, 1955).

Sesfeuilles sont alternes, simples, coriaces, très polymorphes vertes et lisses en dessus, gris blanchâtres au-dessous et duveteuses, de plus elles sont pseudo sempervirentes (Natividade, 1956).

Les Fleurs sont monoïques. Les mâles regroupés en grappes, et Les fleurs femelles poussent isolément à la base des feuilles (Cantat et Piazzetta, 2005), dont Le climat et l'exposition conditionnent la floraison qui commence dès l'âge de 12-15 ans (Adjami, 2008). Son fruit est un gland cupule, conique, grisâtre ou roussâtre avec des écailles lâches porté par un pédoncule assez court, dont leur forme et sa taille varient, et leur surface est lisse, luisante, et de couleur brune. (Cantat et Piazzetta, 2005 ; Bouhraoua, 2003).

En peuplement clair, sa cime est étalée, bien charpentée par des grosses branches, contrairement dans le peuplement dense, dont elle est plus élancée, fusiforme et les branches sont plus fines (Zian, 2013).

Vue l'usage limiter des glands de chêne liège ou semi dans le secteur forestier les études sur le problème de leur conservation restent limiter. Le champignon le plus communément connue est ; *Ciboriabatschiana* responsable de la pourriture noire.

Un seul travail de recherche réalisé sur ce sujet on collaboration entre l'université de Jijel et l'INRF.

III.4. Les huiles essentielles

III.4.1. Notion de constituants majeurs des huiles essentielles

Que signifie un constituant majeur d'huile essentielle ?

D'après les résultats des trois cas d'étude (cas de fraises, cas de pomme de terre, et de gland de chêne liège,) nous avons noté que les huiles analysées sont caractérisées par des teneurs relativement élevées de certain constituant. (Zhiri et Badeaux, 2005).

Les effets aérosols des huiles essentielles s'expliquent par la dominance de ces constituants majeurs dans la composition chimique qui secrètent leurs HE par voie gazeuse (Djenane et al, 2011).

Par ailleurs nous avons remarqué que les huiles essentielles appartenant à différentes espèces peuvent avoir des constituants en commun,mais avec des proportions différentes et variables ; ceci dit que ces espèces peuvent avoir les mêmes vertus (propriétés).

III.4.2. Simulation des huiles essentielles

III.4.2.1. Constituants majeurs des huiles essentielles

- **Eucalyptol** : nous avons remarqué dans l'étude de la conservation de la pomme de terre (Bouhadjila et Bouhalas, 2019) que ce constituant est le constituant majeur de l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata*, et qui a un effet statique sur la germination, de plus chez (Bouzidi et al, 2019) nous l'avons noté comme constituant majeur de l'huile essentielle de laurier (*Laurus nobilis*), dont il a un effet faible par contact direct et par voie gazeuse et pour le maintien de la qualité du produit durant le stockage et dans l'étude de conservation des fraises .
- **Carvacrol** : l'étude de conservation de pomme de terre réalisé par (Bouhadjila et Bouhalas, 2019) a montré que ce constituant de l'huiles essentiels d'organ (*Origanum glandulosum*Def) a un effet statique sur les développement des maladies,et dans l'étude de la conservation des fraises(Bouzidi et al, 2019) nous a montré que ce constituant de l'huiles essentiels de sarriette (*saturejamontana*) a un effet statique

Chapitre III Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

antifongique sur le développement de *Aspergillus brasiliensis* par contact direct et par voie gazeuse mais faible pour le maintien de la qualité du produit durant le stockage.

- **Pulegone** : qui est un autre constituant remarqué chez l'huile essentielle de *Satureja hispidula* dans l'étude de la conservation de la pomme de terre (**Bouhadjila et Bouhalas, 2019**), dont elle a un effet statique sur le développement de la maladie.
- **Menthone** : le constituant de l'huile essentielle *Mentha pulegium* a un effet statique sur le développement des maladies par voie gazeuse selon l'étude de conservation de la pomme de terre (**Bouhadjila et Bouhalas, 2019**).
- **Alpha-pinène** : selon l'étude de stockage des fraises l'effet est faible de constituant de l'huile essentielle de lentisque (*Pistacia lentiscus*) par contact direct et par voie gazeuse et dans le maintien de la qualité du produit durant le stockage (**Bouzidi et al, 2019**) par contre dans l'étude de conservation de gland de chêne liège (**Zehani, 2018**) on a remarqué que ce constituant de l'huile essentielle de *Myrtus communis* a un effet fongistatique.
- **Bêta-Myrcène** : remarquant d'après l'étude de conservation de gland de chêne liège (**Zehani, 2018**) que le constituant de l'huile essentielle de *pistacia lentiscus* a un effet fongistatique.
- **Methyloleate** : d'après l'étude de conservation de gland de chêne liège (**Zehani, 2018**) d'huile essentielle de *satureja hispidula* a un effet statique sur le développement de maladie et d'autre sur la germination, de même ce composant est majeur dans deux autres huiles *Lavandula stoechas*, *Eucalyptus camaldulensis* en un effet statique sur la germination.

III.4.2.2. Effet combiné des huiles essentielles

Dans l'étude de conservation des fraises nous avons donné une vue sur une combinaison des deux HE *L. nobilis* + *S. montana* a une concentration de 0,63 µl/ml a montré une efficacité statique antifongique, pour les autres combinaisons (*P. lentiscus* + *L. nobilis* / *P. lentiscus* + *S. montana* / *P. lentiscus* + *L. nobilis* + *S. montana*), le même effet était observé a une concentration de 2.5 µl/ml, d'autre cote la combinaison des HE *P. lentiscus* + *S. montana* a permis le maintien de la qualité du produit durant le stockage réfrigéré, dont HE *S. montana* seule n'a pas donné un effet statique et efficace contrairement à la combinaison.

Chapitre III Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

III.4.2.3. Classement des huiles essentielles

Selon les constituants communs des différentes HEs nous avons la possibilité de simuler les résultats des études suscitées a d'autres espèces et les classer pour pouvoir proposer, malgré que cela reste hypothétique, pour chaque variété de légume, semence ou fruit, l'huile essentielle adéquate (tableaux. III.1).

Tableaux.III.1 : classement de quelques espèces par propriété phytopharmaceutique

Constituants majeurs	Espèces de plante aromatiques	Agent et paramètre	Reference
Eucalyptol	<i>Achillea setacea</i>	Antibactérien : <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Acinetobacter lwoffii</i>	Mehmet.Ü et al, 2002
	<i>Achillea teretifolia</i>	Antifongique : <i>Candida albicans</i>	
	<i>Eucalyptus radiata</i>	Inhibition de germination	Bouhadjila et Bouhalas, 2019)
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Antifongique : <i>Alternaria alternata</i> <i>Fusarium subglutinans</i> , <i>Chaetomium globosum</i> <i>Aspergillus sniger</i>	Salem et al, 2016
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Antifongique <i>Penicillium expansum</i>	Vieira et al. 2018
	<i>Laurus nobilis</i>	Antifongique <i>Aspergillus brasiliensis</i>	Bouzidi et al, 2019
Antifongique <i>Alternaria alternata</i> <i>Fusarium oxysporum</i>		Fawzietet al, 2009	
Alpha-pinène	<i>Pistacia lentiscus</i>	Antifongique <i>Aspergillus brasiliensis</i>	Bouzidiet al, 2019
		Le maintien de la qualité	
	<i>Pistaciavera</i>	<i>Rhizoctania solani</i>	Duruet al. 2003
<i>Mvrtus communis</i>	Antifongique	Zehani, 2018	
	Antifongique <i>Alternaria alternata</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Fusarium oxysporum</i>	Badawy et Abdelgaleil, 2014	

Chapitre III Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

	<i>Cupressus sempervirens</i>	Antifongique <i>Alternaria alternata</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Fusarium oxysporum</i> <i>Fusarium solani</i> Antibactérien <i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>Erwinia carotovora var. carotovora</i>	Badawy et Abdelgaleil, 2014
Pulégone	<i>Satureja hipidula</i>	Antifongique	Bouhadjila et Bouhalas, 2019
	<i>Mentha pulegium L</i>	Antimicrobiens	Brahmiet all 2016
	<i>Origanum vulgare</i>	Antifongique <i>Alternaria alternata</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Fusarium oxysporum</i> <i>Fusarium solani</i>	Antibactérien <i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>Erwinia carotovora var. carotovora</i>
Menthone	<i>Mentha pulegium</i>	Antifongique	Bouhadjila et Bouhalas, 2019
	<i>Mentha longifolia L</i>	Antibactérien <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Bacillus cereus</i>	Desamet al, 2017
		Antifongique <i>Aspergillus flavus</i> <i>Alternaria alternata</i> <i>Penicillium spp</i>	
Bêta-Myrcene	<i>Pistia lentiscus L</i>	Antifongique	Zehani, 2018
Carvacrol	<i>Origanum glandulosum Def</i>	Antifongique	Bouhadjila et Bouhalas. 2019
	<i>Satureja montana</i>	Antifongique <i>Aspergillus brasiliensis</i>	Bouzidi et al, 2019
	<i>Thymus glandulosus</i>	Antifongique <i>Botrytis cinerea</i>	Chebli et al, 2003
	<i>Lavandula multifida</i>	Antifongique <i>Alternaria sp.</i> <i>Penicillium expansum,</i> <i>Rhizopus stolonifer</i>	Laghchimi et al, 2014
	<i>Hélichrysum Italicum</i>	Antifongique <i>Botrytis cinerea</i>	Romagnoli et al, 2005

Chapitre III Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

Le tableau ci-dessus présentant un classement de quelques espèces selon leur propriétés nous indique que les plantes qui contiennent l'eucalyptol (1,8-cinéole) comme composant majeur sont : les deux espèces des Achillée (*Achilleasetacea* et *Achillea teretifolia*) qui ont un effet fongistatique sur le *Candida albicans* et bactériostatique (*Clostridium perfringens*, *Acinetobacter lwoffii*), les deux espèces d'eucalyptus dont *Eucalyptus radiata* un effet sur la germination (inhibition), et le *Eucalyptus camaldulensis* un effet fongistatique sur (*Alternariaalternata*, *Fusarium subglutinans*, *Chaetomiumglobosum*, *Aspergillus niger*), le romarin (*Rosmarinusofficinalis*) a un effet fongistatique sur *Penicillium expansum* ; par rapport le laurier (*Laurusnobilis*) on a noté un effet fongistatique sur (*Aspergillus brasiliensis*, *Alternariaalternata*, *Fusarium oxysporum*). les plantes qui contiennent alpha-pinène comme constituant majeur sont : les deux plantes de Pistachier *Pistacialentiscus* et *Pistaciavera*, qui ont un effet fongistatique sur *Aspergillus brasiliensis*, et *Rhizoctaniasolanirespectivement* et de l'effet sur le maintien de la qualité pour *Pistacialentiscus*, de plus le *Mvrtuscommunis* contient alpha-pinène comme composant majeur dont le Myrtus a un effet fongistatique contre le (*Alternariaalternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, l'autre huile est celle de cyprès (*Cupressus sempervirens*), qui a un effet fongistatique contre (*Alternariaalternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*), et bactériostatique contre (*Agrobacteriumtumefaciens* et *Erwinia carotovora* var. *carotovora*), pour le Pulégone, les plantes qui présentent des constituants majeurs sont : *Saturejahipidula*, *Menthapulegium L*, possèdent des effets fongistatiques, bactériostatique, respectivement pour *Origanumvulgare*, il a un effet fongistatique contre (*Alternariaalternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*), et bactériostatique contre (*Agrobacteriumtumefaciens* et *Erwinia carotovora* var. *carotovora*), pour le menthone comme constituant majeur, on le trouve dans la menthe (*Menthapulegium*, *Menthalongifolia L*) et qui respectivement ont des effets fongistatiques, et bactériostatiques contre (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus*) et fongistatique (*Aspergillus flavus*, *Alternariaalternata*, *Penicillium spp*), le beta.-Mycène est rencontré chez *pistacialentiscus* dont il a un effet fongistatique, le carvacrol rencontré comme constituant majeur dans : *Origanumglandulosum* Def, *Satureja montana*, *Thymus glandulosus*, *Lavandulamultifida*, *HélichrysumItalicum*, qui ont successivement des effets fongistatique, non spécifique, contre *Aspergillus brasiliensis*, le *Botrytis cinerea*, les agents (*Alternaria sp*, *Penicillium expansum*, *Rhizopusstolonifer*), et *Botrytis cinerea*.

III.4.3. Discussion

A l'issu de cette synthèse bibliographique, les plantes aromatiques et médicinales dont le principal principe actif est l'huile essentielle qui est responsable de l'odeur dégagée par les plantes aromatiques ; ce phénomène dit allélopathie qui traduit l'effet HEs dans leur milieu naturel sur les autres espèces voisines, a lieu par voie liquide ou par voie gazeuse. Cette dernière inspire des approches d'exploitation de ces ressources dans le domaine de la santé des végétaux. Ces vertus sont donc orientées vers des tests d'effets aérosols de quelques HE sur les trois types de semences étudiées.

Ces substances sont localisées dans des cellules spécialisées à savoir : des canaux sécréteurs de *Pistacialentiscus L.*, poche sécrétrice dans le cas d'Eucalyptus, de Myrte, etc., des cellules sécrétrices et poils peltés pour la famille des Lamiaceae: origan, menthe, sarriette, lavande, romarin, organum, etc. La plante communique avec le milieu extérieur par le biais de ces organes sécréteurs ce qui explique cet effet allélopathique par voie d'aérosol (gazeuse).

L'identification des huiles essentielles après extraction a permis d'identifier et de chémotyper des huiles essentielles d'où nous avons la possibilité de définir différentes applications ou usage et domaine d'utilisation.

Dans notre analyse des résultats d'études réalisées sur trois cas la fraise, la pomme de terre, et le gland de chêne liège, nous avons jugé que l'utilisation des huiles essentielles dans la conservation des semences et denrées alimentaires est une piste de recherche prometteuse. Ainsi après l'identification des constituants et selon leur effet nous avons récapitulé dans un tableau (III.1), par classement des constituants majoritaires avec leurs éventuelles effets sur différents agents responsables de différentes maladies cryptogamiques s'attaquant à la semence lors de son stockage pour la conservation.

Ces analyses nous ont permis donc, de simuler chacune des huiles essentielles aux différents agents ciblés. Sachant que ce soit semences ou denrées alimentaires stockées, même dans des conditions contrôlées, sont sujettes à des problèmes de contaminations ou d'attaques par des bio-agresseurs et maladies de tous types. Pour rappel, les premiers microorganismes ce sont les champignons car ils se développent en milieux acides.

Lors de cette étude, après analyse bien que ceci ne fait pas l'objet de notre étude on n'a pu s'empêcher d'évoquer les bactéries qui peuvent concurrencer les champignons dans la dégradation des produits stockés.

Enfin, cette simulation nous permet de tracer des perspectives et recommandations ; en l'occurrence, pour obtenir des résultats plus approfondis, on recommande alors des tests sur

Chapitre III Simulation de l'effet aérosol des huiles essentielles sur la conservation de 3 types de semences

ces huiles obtenues. On peut les considérer comme une solution alternative biologique utilisée dans le stockage de semences (alimentaires et/ou agricoles). Cette simulation nous a permis également, de sélectionner des plantes aromatiques et médicinales poussant dans notre région.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette étude de synthèse nous a permis de conclure les points suivants :

- Les plantes aromatiques synthétisent des huiles essentielles.
- Les HEs sont stockées dans des cellules spéciales ;
- Les HEs présentent une grande variabilité dans leurs compositions ;
- Les HEs sont généralement chémotypées ;
- Les principaux constituants majeurs qui reviennent sont ; α -pinène, eucalyptol, pulégone, menthone, beta. -Myrcene, 1,8-cinéole /limonène, carvacrol ;
- Les HEs sont libérées par voie aérosol (gazeuse) ou liquide ;
- Les HEs sont appliquées dans plusieurs domaines ; produits cosmétiques et parfumerie, médecine et produits pharmaceutiques, dans l'industrie agroalimentaire, et en phytoprotection.
- Les maladies les plus fréquentes sont les maladies cryptogamiques ;
- Les HEs possèdent des effets antifongiques et empêchent la germination ;
- La conservation est donc possible en utilisant les bonne HEs (HEs adéquates) ;
- Les maladies fongiques les plus fréquentes chez les fraises, comme la pourriture noire, le blanc du fraisier (Oidium) et la pourriture grise (Botrytis) ;
- Les maladies cryptogamiques les plus fréquentes, chez la pomme de terre sont ; gale poudreuse, Rhizoctone brun, Mildiou ;
- Chez les glands de chêne lièges, le champignon le plus communément connue est ; *Ciboriabatschiana* responsable de la pourriture noire ;
- Les huiles essentielles sont caractérisées par leurs effets allélopathique ;
- L'effet aérosol d'une huile essentielle est dû à leur composant majeur ;
- Différents plantes aromatiques et médicinales peut avoir le même constituant majeur, et donc peut avoir les mêmes activités antimicrobiennes ;
- Une possible combinaison des différentes huiles essentielles peuvent favoriser l'activité antifongique, qui se produit un effet synergique entre les constituants de ces huiles ;
- La conservation est recommandée par un mélange de deux constituants ; le carvacrol+ et 1,8-cinéole /limonène ayant un effet important contre les maladies cryptogamiques.

Enfin chaque huile essentielle a un effet statique ou létal face à des agents pathogènes déterminés.

References bibliographique

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Adams.RP, 2001.** Identification of essential oils components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. 4th ed. Allured Publ.Corp., Carol stream, IL. p445.
- Adjami.Y, 2008.** Etat sanitaire des suberaies du Nord-Est Algérien. Etudes des facteurs de dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber L.*) Essais insecticides contre les insectes du gland. Diplôme de magistreenbiologie, universitebadjimokhtar.annaba. p123.
- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (AFSSAPS), 2008.** Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles. Mai.
- Amiri.A.R, Dugas.A.L, Pichot.G,Bompeix, 2008.** In-vitro and in-vivo activity of eugenol oil (*Eugenia caryophyllata*) against four important postharvest apple pathogens. Int. J. Food Microbiol. (126): p13-19.
- Arpino.P, Prévôt.A, Serpinet.J, Tranchant.J, Vergnol.A, Witier.P, 1995.** Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse. Ed Masson, Paris.
- Badawy.M.E, Abdelgaleil.S.A, 2014.** Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. Industrial Crops and Products, 52, p776-782.
- Bakkali.F, Avertebeck.S, Avertebeck.D, &Idaomar.M, 2008.** Biological effects of essential oils—a review .Food and chemical toxicology, 46(2), p446-475.
- Bardeau.F, 2009.** Les huiles essentielles, propriété et utilisation de l'aromathérapie. Lanore François-Xavier Sorlot, Paris.
- Baser KHC, Buchbauer.G, 2010.** Handbook of Essential oils: Science, Technology and Applications. CRC Press. UK.
- Baudoux.D, 2002.** L'Aromathérapie. Se soigner par les huiles essentielles. Amyris,

Références bibliographiques

- Bel Hadj Salah-Fatnassi.K, Slim-Bannour.A, HarzallahSkhiri.F, Ali Mahjoub.M, Mighri.Z,Chaumont.J-P, Aouni.M, 2010.** Activités antivirale et antioxydante invitro d'huiles essentielles de *Thymuscapitatus* (L.) Hoffmans. & Link de Tunisie, *Acta Botanica Gallica*, 157:3, 433-444, DOI: 10.1080/12538078.2010.10516220.
- Benayad.N, 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche.Université Mohammed V – Agdal. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair. Département de Chimie. Faculté des Sciences de Rabat. p61.
- Blancard. D, 2013.** INRA. Institut national des recherche agricole France.
<http://ephytia.inra.fr/fr/C/16273/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Characteristiques-et-symptomes-de-la-maladie>
- BOHER. B, 1987.** Les bactéries parasites des plantes cultivées en République Populaire du Congo. *La Plante et l'Homme*. Brazzaville: Centre ORSTOM.
- Bonnafous.C, 2013.** Traité scientifique aromathérapie: aromatalogie&aromachologie. Éditions Dangles.
- Bosc.J.PetDemené.M.N, 2009.** Floral induction duration, plant architecture and fruit production relations in strawberry cv. 'Ciflorette'. *Acta Horticulturae* 842, p667–670.
- Boudy,1955.** Economieforestièrenord-africaine, tome quatrième, description forestière de l'Algérie et de la Tunisie, Larose, Paris. p520.
- Bousquet.A, 1972.** Plantes médicinales du Congo Brazzaville : *Uvariopsisauridantha*, *Diospyros*. ORSTOM., Paris.
- Bouhadjila.R et Bouhalas.F, 2019.** Effet des huiles essentielles sur la conservation de la semence de Pomme de Terre. Université de Jijel. Thèse de mastère académique.
- Bouzidi.H, Lakhlef.Z, Hellal.Z, &Djenane.D, 2019.** *Le conditionnement des fraises fraîches sous" micro-atmosphère" à base d'huiles essentielles combinées: Effet durant le stockage.* *Nature &Technology*, (21), p35-49.

Références bibliographiques

- Brahmi.F, Abdenour.A, Bruno.M, Silvia.P, Alessandra.P, Danilo.F, Mohamed.C, Yalaoui-Guellal.D, 2016.** Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds growing in Algeria. *Industrial Crops and Products*, 88, p96-105.
- Brat.P&Cuq.B,2007.** Transformation et conservation des fruits: Préservation de la structure initiale. *Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire*, 4(F6272).
- Bruneton.J, &Barton.D.H.R, 1987.** *Eléments de Phytochimie et de Pharmacognosie.* Technique et documentation.
- Bruneton.J, 1993.** Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales (No. 581.634 B7).
- Bruneton.J, 1999.** Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales. 3ème édition. Lavoisier, Paris, p1120.
- Bruneton.J, 2008.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 2ème Edition, Tec & Doc, Lavoisier, Paris. p1188.
- Bruneton.J, 2009.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.). Lavoisier. Bruxelles ed.
- Buckle.J, 1997.** Clinical aromatherapy, essential oils in practice. 2ème édition, United States of America.
- Burgot.G, Burgot.J.L, 2011.** Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications: méthodes chromatographiques, électrophorèses, méthodes spectrales et méthodes thermiques. Lavoisier.
- Burt.S, 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), p223-253.
- Cagnon.T, Méry.A, Chalier.P, Guillaume.C, &Gontard.N, 2013.** Fresh food packaging design: a requirement driven approach applied to strawberries and agro-based materials. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 20, p288-298.
- Cantat.R et Piazzetta.R, 2005.** Le levé du liège, cequ'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège, Guide technique et de vulgarisation. Institut méditerranéen du liège. p24.

Références bibliographiques

- Carvalho, A. C. F. B., Cortez, A. L. L., Salotti, B. M., Bürger, K. P., & Vidal-Martins, A. M. C. (2005).** Presença de microrganismos mesófilos, psicrotróficos e coliformes em diferentes amostras de produtos avícolas. *Arq. Inst. Biol*, 72(3), 303-307.
- Cenci SA, Freitas-Silva O, Vaz SG, Rocha GO, Regis SA & Cunha FQ (2007).** Etapas do processamento mínimo do morango. Rio de Janeiro, EMBRAPA. 4p. (Comunicado Técnico, 110).
- Chaintreau.A, Joulain.D, Marin.C, Schmidt.C.O, &Vey.M, 2003.** GC-MS quantitation of fragrance compounds suspected to cause skin reactions. 1. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(22), p6398-6403.
- Chebli.B.M, Achouri.L.M, IdrissiHassani.M, Hmamouchi, 2003.** Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan labiatae against *Botrytis cinerea* pers: *Fr. J Ethnopharmacol.* 89 (1): 165-9. DOI: 10.1016/s0378-8741(03)00275-7.
- Chemat.F, Lucchesi.ME, Smadja.J, 2004.** Solvent-free microwave extraction of volatile natural substances. *Brevet Américain*, US 2004/0187340 A1.
- Collins.J.E, Bishop.C.D, Deansand.S.G, Svoboda.K.P, 1993.**
Antibacterial and antioxidant properties of the volatile oil of *Monarda citriodora* var *citriodora*. In: *Proceedings of the 23rd International Symposium on Essential Oils*. SAC: Auchincruive, Scotland. (Abstr.).
- Corbaz, R. 1990.** PRINCIPES DE PHYTOPATHOLOGIE ET DE LUTTE CONTRE LES MALADIES DES PLANTES. PPUR presses polytechniques.
- Croteau.R, Kutshan.T.M, Lewis.N.G, 2000.** Natural products (secondary metabolites). In: Buchana, B., Gruissem, W., Jones, R. (eds), *biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of plant Physiologists, 1408: p1250-1268.
- Dallaire, C. 2008.** Les agents pathogènes {*Streptomyces* et *Spongospora*) responsables des gales que l'on retrouve chez la pomme de terre. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), pp8.
- Darnell.R.L, 2003.** Strawberry growth and development. *The Strawberry: A Book for Growers, Others*. Gainesville, FL: Dr. Norman F. Childers Publications. p3-10.

Références bibliographiques

- DAS.** (2020, 10 13). Les maladies des fraises au Jijel. (R. Mellit, Intervieweur)
- Dastmalchi.K, Dorman.H.D, Oinonen.P.P, Darwis.Y, Laakso.I, &Hiltunen.R, 2008.**
Chemical composition and in vitro antioxidative activity of a lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract. *LWT-Food Science and Technology*, 41(3), p391-400.
- De cleyn.R, Verzele.M, 1972.** Constituents of peppers, *Chromatographia*, 5, p346-350.
- Deans.S.G, Ritchie.G, 1987.** Antimicrobial properties of plant essential oils. *Internat. J. Food Microbiol.*, 5, 165- 180.
- DELATOUR.C, MORELET. M et MEN. S,1976.** Le *Ciboria batschiana* chez les glands : voies de pénétration. Evolution en conservation. Communication au il colloque. Société française de phytopathologie. Paris. 530p.
- Delatour.C&Morelet.M, 1977.** Le *Ciboriabatschiana* chez les glands: voies de pénétration, évolution en conservation. In *Annales de phytopathologie* (Vol. 9, No. 4, p. 534).
- Delatour.C&Morelet.M, 1979.** La pourriture noire des glands.Laboratoire de pathologie forestiere centre ntional des recherches forestieres (I.N.R.A). 14. Rue girardet 54042 Nancy Cedex. France. p101-115.
- Delatour.C, Muller.C, Bonnet-masimbert.M,1978 .***Ciboriabatschiana*et conservation de longue durée des glands. Symposium sur la régénération et le traitement des forits feuillues de qualité en zone tempérée. IUFRO: Nancy France. p193-200.
- Delaveau.P, 1974.** Plantes agressives et poisons végétaux. *Horizons de France*.
- Derwich.E, Benziane.Z, &Boukir.A, 2010.** Chemical composition of leaf essential oil of *Juniperus phoenicea* and evaluation of its antibacterial activity. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(2), p199-204.
- Desam.N.R, Al-Rajab.A.J, Sharma.M, Mylabathula.M.M, Gowkanapalli.R.R, &Mohammed.A, 2017.** Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of Saudi Arabian *Mentha longifolia* L'essential oil. *Journal Coasl Life Med*, 5(10), p441-446.

Références bibliographiques

- Dik, A. J., & Elad, Y. 1999.** *Comparison of antagonists of Botrytis cinerea in greenhouse-grown cucumber and tomato under different climatic conditions.* European Journal of Plant Pathology, 105(2), 123-137.
- Dionne, A., Shallow, N ., Beaudoin, M . P., et Ouellet, J. 2017.** JAMBE NOIRE DE LA POMME DE TERRE ET POURRITURE MOLLE. Bulletin d'information / pomme de terre (2), p. 2.
- Djenane, D., Lefsih, K., Yangüela, J., & Roncalés, P. 2011.** Composition chimique et activité anti-Salmonella enteritidis CECT 4300 des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus, de Lavandula angustifolia et de Satureja hortensis. Tests in vitro et efficacité sur les œufs entiers liquides conservés à 7±1 C. Phytothérapie, 9(6), 343-353. 9
- Dovilliers.S, 1991.** Etude de la dormance du fraisier "Fragaria x ananassaDuch."
- DSA. Direction des Services agricoles de la wilaya de Jijel, 2020 .**Jijel.
- DSA. Direction des Services agricoles, 2018.**Jijel.
- Dugo.G, & Di Giacomo.A, 2002.** The genus citrus. Taylor &Francis Book Ltd, London, UK.
- Duru.M, Cakir.A, Kordali.S, Zengin.H, Harmandar.M, Izumi.S, Hirata.T, 2003.** Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three Pistacia species. Fitoterapia, 74(1), p170-176.
- Duru.M.E, Cakir.A, Kordali.S, Zengin.H, Harmandar.M, Izumi.S, Hirata.T, 2003** Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three Pistacia species, Fitoterapia, 74 (2003) 170-176. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00318-0](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00318-0).
- Dutertre.J.M.J,2011.** Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion: à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste (Doctoral dissertation).
- El haib.A,2011.** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. (Diplôme de doctorat, Univ Toulouse).

Références bibliographiques

- Elqaj.M, Ahami.A, &Belghyti.D, 2007.** La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique" ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.
- FAO ,2012.** L'état des ressources génétiques forestières mondiales. Rapport national.Algérie.Rome : FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3825e/i3825e0.pdf>
- Farnsworth.N.R, Akerele.O, Bingel.A.S, Soejarto.D.D, et Guo.Z,1986.** Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé. 64 (2) : 159-164.
- Faucher, E., Savard, T. et Beaulie, C. 1992.** Characterization of actinomycetes from common scab lesions on potato tubers. Canadian Journal of Plant Pathology 14 ,197-202.
- Faucon.M, 2012.** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale. Sang de la terre. p880.
- Fawzi. E. M, Khalil.A. A, Afifi.A. F, 2009.** Antifungal effect of some plant extracts on *Alternaria alternata* and *Fusarium oxysporum*. African Journal of Biotechnology, 8(11).
- Fernandez.X, Chemat.F, 2012.** La chimie des huiles essentielles. Editions Vuibert. p288.
- Fiers, M., Chatot, C., Edel-Hermann, V., Guillery, E., Le Hingrat, Y., Gautheron, N., ... & Steinberg, C. (2009, June).***L'origine de toutes les altérations superficielles du tubercule de pomme de terre est-elle vraiment infectieuse?*. In 7. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie (pp. 1-p).
- Fluck.H, 1963.**Chemical plant taxonomy, London T. Swain Academic.
- Franchomme.P, Pénéol.D, 2001.**L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisationthérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois. p445.
- Galletta, G., & Ballington, J. 1996.** Fruit Breeding Vol II Vine and Small Fruits.
- Giampieri.F, Tulipani.S, Alvarez-Suarez.J.M, Quiles.J.L, Mezzetti.B, Battino.M, 2012.** The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. Nutrition, 1:919. DOI : 10.1016/j.nut.2011.08.009.
- GOYER, C. 2007.** Gale commune; stratégies de lutte. In Colloque pomme de terre. QRAAO

Références bibliographiques

- Granger.R, Passet.J, Lamy.J, 1975**, Sur les essences dites de " Marjolaine " Riv. Ital. EssenzaProfumi Plante Officinal. Aromi. Saponi. Cosmetici. Aerosol, 57 .p199-208.
- Green.A, 1971**.Soft fruits. In Hulme, A. C., (ed). The Biochemistry of Fruits and Their Products,vol. 2. New York: Academic Press. p375-410.
- Grison, C. 1983**. La pomme de terre: caractéristiques et qualités alimentaires. Association pour la promotion industrie agriculture.
- Guérineau, Bigey, Longuesserre, Navatel, Pommier et Raynal-Lacroix, 2003**. La culture du fraisier sur substrat. CTIFL. S.l. : s.n. Hortipratic. ISBN 2-87911-202-8.
- Guignard. J.L, 1983**. Abrégé de botanique, Masson 5ème édition, Paris. p259.
- Hancock. J.F, Scott. D.H, Lawrence .F.J, 1996**. Strawberries. p419-470 In: Janick J, Moore JN (eds.) Fruit.
- Hancock.J.F, Lavín.A, and Retamales.J, 1999**. Our southern strawberry heritage: *Fragaria chiloensis* of Chile. HortScience 34, p814-816.
- Handa.S.S, Khanuja.S.P.S, Longo.G, Rakesh.D.D, 2008**. Extraction technologies for aromatic and medicinal plants, United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology. p260.
- Harrison J. G., Searle R. J., Williams N. A., 1997**. Powdery scab disease of potato- a review. Plant Pathology 46, 1-25
- Hélias, V. (2008)**. *Pectobacterium spp. et Dickeya spp. de la pomme de terre: nouvelle nomenclature pour Erwinia spp., symptomatologie, épidémiologie et prophylaxie*. Cahiers Agricultures, 17(4), 349-354.
- Hellal.Z, 2011**. Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Ho.C.L, Eugene.I, Wang.C, Yu.H.T, Yu.H.M, &Su.Y.C, 2010**. Compositions and antioxidant activities of essential oils of different tissues from *Cryptomeria japonica* D. Don. Forestry Research Quarterly, 32(1), p63-76.
- Hooker, W. J. (1981)**. *Compendium of potato diseases*. International Potato Center.

Références bibliographiques

- Husaini, A. M., & Neri, D. 2016.** *Strawberry: growth, development and diseases.*(Eds.)CABI.
- INRA 2017.** Institut national des recherches agricoles, France.<http://ephytia.inra.fr/fr/C/21200/Pomme-de-terre-Spongospora-subterranea-gale-poudreuse>
- Isman.M.B, 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, 19(8-10), p603-608.
- Joy.P.P, Thomas.J, Mathew.S, Jose.G. and Joseph.J, 2001.** Aromatic plants. *Tropical Horticulture Vol. 2.* (eds. Bose, T.K., Kabir, J., Das, P. and Joy, P.P.). NayaProkash, Calcutta. p633-733.
- Kado C. I. 2006.**Erwinia and related genera. *Prokaryotes*. Pp 6, 443-450.
- KADO.C. I, 2006.***The Prokaryotes A Handbook on the Biology of Bacteria* (Third Edition ed.). (M. Dworkin, Ed.) Davis, California: Springer. doi:10.1007/0-387-30746-X_15
- Kaloustian.J, Hadji-Minaglou.F, 2012.** La connaissance des huiles essentielles. *Qualitologie et aromathérapie*. Springer .p210.
- Kato.T, Iijima.H, Ishihara.K, Kaneko.T, Hirai.K, Naito.Y, &Okuda.K, 1990.** Antibacterial effects of Listerine on oral bacteria. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 31(4), 301.
- Keefover-Ring.K, Thompsonb.J.D, Linhart.Y.B, 2009.**Beyond six scents: defining a seventh *Thymus vulgaris* chemotype new to southern France by ethanol extraction. *Flavour and fragrance journal*, 24: p117-122.
- Khalfi-habes. O, Boutekedjir. C, et Sellami. S, 2014.** Etude des huiles essentielles de la plante mentha piperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Institut National Agronomique EI-Harrach.
- KHANIZADEH. S, & DESCHÊNES. M, 2005.** *Our Strawberries: Les Fraisiers de Chez Nous.*Canada, Department of Agriculture and Agri-Food Canada: Horticulture Research and Development Centre.

Références bibliographiques

- Kinkel. L.L, Bowers. J.H, Shimizu. K, Neeno-Eckwall. E.Cet Schottel.J.L,**
1998.Quantitative relationships among thaxtomin A production, potato scab severity, and fatty acid composition in *Streptomyces*. *Canadian journal of microbiology* 44(8), 768-776.
- Koenig. R, & Lesemann, D. E, 1989.** Potato virus X. *Descriptions of plant viruses*, (385).
- MAPAQ, 2020.**Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection–
www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Bacterie?imageId=7923
- Lacroix, M. 2003.** *Les maladies racinaires de la fraise et de la framboise*. Québec, Canada: Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation.
- Laghchimi.A, Znini.M, Majidi.L, Renucci.F., El Harrak.A, et Costa.J, 2014.** Composition chimique et effet des phases liquide et vapeur de l'huile essentielle de *Lavandula multifida* sur la croissance mycélienne des moisissures responsables de la pourriture de la pomme (Chemical composition and effect of liquid and vapor phase of *Lavandula multifida* essential oil on mycelial growth of fungi responsible for the rot of apple). *J. Mater. Environ. Sci*, 5(6), p1770-1780.
- Lamey. A, 1893.** Le chêne-liege, sa culture et son exploitation. Berger-Levrault et cie. 1_5
- Lardry.JM, Haberkorn.V,2007.** Les Huiles Essentielles : principes d'utilisation. *Kinesitherapy Reviews*. 61: 18-23.
- Lawrence.B.M, 1995.** "Natural Flavor and Fragrance Materials" *Perfumer Flavorist*." *Essential Oils 1992-1994*, Carol Stream, IL.
- Lefebvre, M., C. Thireau, L. Lambert, L. Roberge, S. Tellier et comité de recherche Association des producteurs de fraise et framboise du Québec. 2018.** *ÉTAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES DE QUATRE MALADIES AFFECTANT LE FRAISIER: Moisissure grise, Blanc du fraisier, Tache commune et Tache angulaire*. PRISME, P16.
- LisBalchin.M, Buchbauer.G, Hirtenlehner.T, &Resch.M,1998.** Antimicrobial activity of Pelargonium essential oils added to a quiche- filling as a model food system. *Letters in applied microbiology*, 27(4), 207-210.

Références bibliographiques

- Loebenstein, G., Berger, P. H, & Brunt, A. A. (Eds.). 2001.** Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes. Springer Science & Business Media.
- Lucchesi.M. E, Smadja.J, Bradshaw.S, Louw.W, & Chemat.F, 2007.** Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L.: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 1079-1086.
- Lucchesi.M.E,2005.** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat Pharmacopée européenne : Huiles essentielles - Aetherolea (01/2008 :2098).
- Lucchesi.M.E,2005.** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat .Pharmacopée européenne : Huiles essentielles - Aetherolea (01/2008 :2098).
- Lucchesi.ME, Chemat.F, Smadja.J, 2004a.** Solvent free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: Comparison with conventional hydro-distillation. *J. Chromatogr. A*. 1043: 323-327.
- Lucchesi.ME, Chemat.F, Smadja.J, 2004b.** An original solvent free microwave extraction of essential oils from spices», *Flavour. Fragr. J.* 19: 134-138
- Lycée Saint Martin. (2013).** Biologie des microorganismes et conservation des aliments. *SVT – DOCUMENT DE TRAVAIL*. Angers: Lycée Saint Martin. doi:01L-ES_01_TD02.odt
- MAAS. J. L, 2004.** *Strawberry disease management. In : Diseases of Fruits and Vegetables* (Vol. 2) (pp. 441-483). Beltsville, Maryland, USA: Springer.
- Madhavi. DL, Deshpande. SS, Salunkhe .DK, 1996.** Food Antioxidants. Technological, Toxicological, and Health Perspectives. Marcel Dekker, Inc. New York. P: 65.
- Marchoux.G, Gognalons. P, & Sélassié. K. G, 2008.** Virus des solanacées: du génome viral à la protection des cultures. Editions Quae.
- Marine P.D, Janačković. P, Dzamic. A.M, Giweli. A.A, Soković. M. et Ristić .M. S, 2013.**The chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the

Références bibliographiques

essential oil of *Salvia fruticosa* growing wild in Libya. Archives of Biological Sciences. 65(1): 321-329.

Medicinal Aromatic Plants ISSN: MAP an open access journal 12. Machale .KW, Niranjan.K, Pangarkar.VG, 1997. Recovery of dissolved essential oils from condensate waters of basil and *Mentha arvensis* distillation. J Chem Tech Biotechnol, 69, 362-366.

Mehmet.Ü, Dimitra.D, Erol.D,Moschos.P,Bektas.T,Atalay.S,2002.Compositions and the in vitro antimicrobial activities of the essential oils of *Achillea setacea* and *Achillea teretifolia* (Compositae), Journal of Ethnopharmacology, . 83. 117-21. 10.1016/S0378-8741(02)00218-0.

Mémoire de DEA, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand (FRA), p30.

Messiaen, C. M, 1991. *Les maladies des plantes maraîchères* (éd. 3eme). Paris, France: INRA.

Meyer-Warnod.B, 1984. Natural essential oils: extraction processes and application to some major oils. Perfumer & flavorist, 9(2), 93-104.

Mirjana.S.C.I.S.I, Nada. B, 2004. Chemical composition and antimicrobial variability of *Saturejamontana* L. essential oils produced during ontogenesis. Journal of Essential Oil Research, 16(4), p387-391.

Moh, A. A, 2012. Etude des facteurs écologiques influençant la croissance et le développement des *Pectobacterium* spp. infectant les tubercules de pomme de terre (Doctoral dissertation, Université de Liège, Gembloux, Belgique).

Mondal.D, 2010. Possibility of strawberry cultivation in Bangladesh: An assignment on strawberry. . March 30, 2010

Morin.O, Richard.H,1985.Thermal degradation of linalyl acetate during steam distillation in Proc., 4Fh WeurmanFlav. Res. Symp. p563-576.

Moyse.H, 1971. Matière médicale, Tome III, Ed. Masson et Cie. p255-256.

Multon.JL, Richard-Molard.D, Roquebert.MF, 1998.Moisissures des alimentpeu hydrates. Lavoisier Tec&Doc, France.

Références bibliographiques

- Muthukumaran.S, Tranchant.C, Shi.J, Ye.X, & Xue, S. J, 2017.** Ellagic acid in strawberry (*Fragaria* spp.): Biological, technological, stability, and human health aspects. *Food Quality and Safety*, 1(4), p227-252.
- Naqvi, S. A. M. H. 2004.** Diseases of fruits and vegetables. Springer.
- Natividade.J.V, 1956.** Subericulture. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, p302.
- Nout. R, Hounhouigan. J. D, & Boekel. T. v, 2003.** Les aliments: transformation, conservation et qualité. Wageningen, Pays-Bas: Backhuys Publishers.
- Ouis.N, 2015.** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre de fenouil et de persil. (Docteur en chimie organique. Univ, d'Oran 1).
- Pauli.A, 2001.** Antimicrobial properties of essential oil constituents. *International Journal of Aromatherapy*, 11(3), p126-133.
- Pellerin.P, 2001.** Extraction par le CO₂ à l'état supercritique. *Ann. Fals. Exp. Chim.* V.94:51-62.
- Piccaglia.R, Marotti.M, Giovanelli.E, Deans.S. G, et Eaglesham.E, 1993.** *Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants.* *Industrial crops and Products*, 2(1). p 47-50.
- Piochon. M, 2008.** *Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activité pharmacologiques synthèse.* Mémoire. Université du Québec à Chicoutimi, Canada.
- Polese, J. M, 2006.** *La culture des pommes de terre.* Editions Artemis. 17
- POMMIER . J-J, 2017.** *Maladies et ravageurs du fraisier.* AUVERGNE RHONE-ALPES.
- Putti.G.L, 2005.** Capacité de croissance de la partie aérienne du fraisier (*Fragaria X ananassa* Duch.) sous conditions naturelles et traitement au froid en automne, et sous longue conservation au froid: évaluation de la respiration et de la chaleur métabolique comme marqueurs de capacité de croissance (THESE DE DOCTORAT).
- Ranjitha.J, Vijiyalakshmi.S, 2014.** Facile methods for the extraction of essential oil from the plant species - a review, *IJPSR*, Vol. 5(4): p1107-1115.

Références bibliographiques

- REGNAULT-ROGER, C, 2014.** Produits de Protection des Plantes. PARIS: TEC & DOC.
- Regnault-roger.C, Vincent.C, Thor Arnason.J, 2012.** Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. ANNUAL REVIEW OF ENTOMOLOGY, vol.57. p405-424.
- Richard.F, 1992.** Manuel des corps gras, Paris, Ed: Lavoisier, Tec.&Doc. P :1228-1242.
- Ríos.J, 2016.** Essential Oils: What They Are and How the Terms Are Used and Defined. In: in « Essential oils in food preservation, flavor and safety» edited by Preedy, Victor R. Elsevier. p3-9.
- Risser.G. et Navalel.J. C, 1997.II.** La Fraise : Plant et Variétés. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et LégumesCtifl, Paris, p299.
- Robert.F,1996.** *Recherche de marqueurs morphologiques et biochimiques de la dormance du fraisier(Fragaria x ananassa Duch.)*.Université Blaise Pascal,ClermontFerrand, Tése, Ecole Doctorale des Sciences de la Vie et de la Santé, 172p.
- Robert.G, 2000.** Les Sens du Parfum. Osman EroyllsMultimedia. Paris. 224 p.
- Romagnoli.C, Bruni.R., Andreotti.E, Rai.M.K, Vicentini.C.B, &Mares.D, 2005.** Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian Tagetes patula L. Protoplasma, 225(1-2), p57-65.
- Roulie.G, 1992.** Les huiles essentielles pour votre santé. Traité pratique d'aromathérapie : propriétés et indications thérapeutiques des essences de plantes. Edt
- Rousselle, P., Robert, Y., & Crosnier, J. C, 1996.** La pomme de terre: production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations. Editions Quae. p49
- Roux.D,2008.** Conseil en aromathérapie. 2ème édition, Pro-Officina. p187.
- Saccardy.L, 1938.** Le Chêne-Liége et le Liège enAlgérie. Journal d'agriculturetraditionnelle et de botaniqueappliquée, 18(203), p488-497.
- Salem. M. Z, Zidan, Y. E, Mansour, M. M, El Hadidi, N. M, Elgat, W. A. A.2016.** Antifungal activities of two essential oils used in the treatment of three commercial

Références bibliographiques

- woods deteriorated by five common mold fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 106, 88-96.
- Samadi.M, Abidin.Z.Z, Yunus.R, Biak.D. R. A, Yoshida. H, Lok.E.H, 2017.** Assessing the kinetic model of hydro-distillation and chemical composition of *Aquilaria malaccensis* leaves essential oil. *Chinese journal of chemical engineering*, 25(2), 216-222.
- Samadi.M, Abidin.Z.Z, Yunus.R, Biak.D.R.A, Yoshida.H, &Lok.E.H, 2017.** Assessing the kinetic model of hydro-distillation and chemical composition of *Aquilaria malaccensis* leaves essential oil. *Chinese journal of chemical engineering*, 25(2), p216-222.
- Sangwan N.S, Farooqi A.H.A, Shabih F, Sangwan R.S, 2001.** Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*. 34: p3-21.
- Serrano.M, Martínez-Romero.D, Guillén.F, Valverde.J.M, Zapata.P. J, Castillo.S, &Valero.D, 2008.** The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. *Trends in food science & technology*, 19(9), p464-471.
- Shehata, S. A., Abdeldaym, E. A., Ali, M. R., Mohamed, R. M., Bob, R. I., & Abdelgawad, K. F. 2020.** Effect of Some Citrus Essential Oils on Post-Harvest Shelf Life and Physicochemical Quality of Strawberries during Cold Storage. *Agronomy*, 10(10), 1466.
- Skiredj.A, 2006.** L'art de produire les légumes et les fruits au Maroc, www.legume-fruit-maroc.com.
- Sommer.N.F,1985.** *Strategies for the control of postharvest diseases of selected commodities.* In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Edits., A. A. Kader, R. F. Kasmire, F. G Mitchell, M. S. Reid, N. F. Sommer and J. F. Thompson, pp 83-99. Co-operative Extension, University of California: Davis, CA, USA.
- Soualeh. N, Soulimani. R, 2016.** Huiles essentielles et composés organiques volatils, rôles et intérêts. *Phytothérapie*. 14: p44-57.
- Sourai.P.G, 1989.** Antimicrobial action of dental materials used in operative dentistry: a review. *Odontostomatologikeproodos*, 43(5) p399-408.

Références bibliographiques

- Stashenko.E.E,Jaramillo.B.E,Martínez.J.R, 2003.** Comparación de la composición química y de la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia verbenaceae, Rev. Acad. Colomb. Cienc.Exactas Fis. Nat. p27, 105, 579-597.
- Strand.L.L, 2008.** Integrated pest management for strawberries (Vol. 3351). UCANR Publications.
- Svoboda.K.P, 2003.** Investigation of volatile oil gland of *Satureja hortensis* L. (Summersavory) and phytochemical comparison of different varieties. Int. Jour. Arom., 13 (4). p196-202.
- Svoboda.K.P, Svoboda.T.G, Syred.A, 2000.** Secretory structures of aromatic and medicinal Plants. Microscopix Publications. p60.
- Swift, C. E, 1981.** Strawberry diseases. Fact sheet (Colorado State University. Extension). Gardening series; no. 2.931.
- Teisseire.P.J, 1991.** Chimie des substances odorantes. Tec et Doc., Lavoisier, Paris, France. p480.
- Thireau.C, et Lefebvre.M, 2014.** Itinéraire technique de la fraise en rangs nattés. Consortium PRISME et Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- Tongnuanchan.P, &Benjakul.S, 2014.** Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. Journal of Food Science, 79: R1231-R1249. doi :10.1111/1750-3841.12492.
- Tucarov.J, 1964.** Influence des facteurs exogènes sur le rendement et la qualité de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L., La France et ses parfums, 7, 40. p277-283.
- Urbain, L 2016.** MAPAQ Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Champignon ? imageId=2016
- Verma.R.S, 2012.** Distillate Water: Overlooked Golden Drops. Medicinal Aromatic Plants 1: e112. doi: 10.4172/map. 1000e112 Page 2 of 2 Volume 1, Issue 3, 1000e112.

Références bibliographiques

- Vieira.F.M, Amanda.C.A, Steffens.L.C, Argenta.C.V, Talamini do Amarante, A.H. Oster.R. T, Casa.A.G.M, Amarante.B.P, 2018.** espíndola. Essential oils for the postharvest control of blue mold and quality of 'fuji' apples. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 53(5): p547-556. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000500003.
- Voukou.D, Kokkini.S, &BressiereJ.M, 1988.** *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece Distribution , volatile oil yield, and composition . *Economy botanic.* 42: p407-412.
- Wallach.O, 1907.** ÜberSabinen und dessenBeziehungenzumTerpinen. *Berichte der deutschenchemischen Gesellschaft*, 40(1). p585-595.
- Wenqtang.G, Shufen.L, Ruixiang.Y, Shaokun.T, Can.Q, 2007.** Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food chem.* 1001: p1558-1564.
- Wiersema, S. G. 1987.** Influence de la Densite de Tiges Sur la Production de la Pomme de Terre (éd. 1987). BRUXELLES: International Potato Center. Récupéré sur https://books.google.dz/books?id=M66_Lr0heV4C
- Yen.TB, Chang.ST, 2008.** Synergistic effects of cinnamaldehyde in combination with eugenol agaist wood decay fungi. *Bioresource of Technology.* 99,p232-236.
- Zehani.N, 2018.** Traitement des glandes de chene liege (*quercus suber L*) par les huiles essentiels et leurs hydrolats en vue d une meilleure conservation. Memire de master académique. Univesrsité de jijel.
- Zhiri.A, Badoux.D,2005.** Huiles essentielles chémotypées. *Aromathérapie Scientifique.* Edition : InspirDeveloppent, Lusembourg. p84.
- Zian.C.S.M, 2013.**Caractérisation sanitaire et sylvicole d'un jeunepeuplementartificiel du chêneliègeenvued'uneutilisation durable de son liège : cas de la forêt de M'Sila. Diplôme de magistereEnForesterie, UniversitéAboubakrBelkaid-Telemcen. p116.

<p>Réalisé par : MAHIOUS Nour elhouda MELLIT Rahma</p>	<p>Encadreur : SEBTI Mohamed Date de soutenance : 05/11/2020</p>
<p>Effet des huiles essentielles sur la conservation des fraises, pomme de terre, et glands de chêne liège</p>	
<p style="text-align: center;">Résumé</p> <p>L'objet de cette synthèse bibliographique est de mettre en exergue les effets allélopathiques des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur la conservation de la fraise, la pomme de terre et les glands de chêne liège. L'exploitation des résultats d'études de ces trois produits nous a permis la compréhension des effets par voie gazeuse ou d'aérosol, où l'on a déduit que cette activité est liée aux constituants majeurs qui caractérisent les huiles essentielles. Par ailleurs l'identification chimique des huiles essentielles nous a permis d'orienter les différentes huiles sur les possibilités d'application sur d'autres fruits ou semences. Cette simulation nous a permis donc, de récapituler par groupe d'agents responsables de maladies ; quelles huiles pouvant être préconisées, selon la maladie.</p> <p>Mots clés : Plantes aromatique, plantes médicinales, pomme de terre, les glands de chêne liège, les fraises, conservation, contamination, huiles essentielle</p>	
<p style="text-align: center;">Abstract</p> <p>The purpose of this bibliographic synthesis is to highlight the allelopathic effects of the essential oils of some aromatic plants on the conservation of strawberries, potatoes and cork oak glands. the results of studies of these three products have enabled us to understand the effects by gas or aerosol, where it has been deduced that this activity is related to the major constituents that characterize essential oils. In addition, the chemical identification of the essential oils allowed us to direct the different oils on the possibilities of application on other fruits or seeds. This simulation allowed us, therefore, to recap by group of agents responsible for diseases, which oils can be recommended, depending on the disease.</p> <p>Keywords : Aromatic plants, medicinal plants, potato, strawberries, cork oak acorns, conservation, contamination essential oils</p>	
<p style="text-align: center;">ملخص</p> <p>الغرض من هذا العمل هو تسليط الضوء على الآثار الأليوباثية (المثبطة) للزيوت الأساسية لبعض النباتات العطرية على حفظ الفراولة والبطاطا والبلوط. وقد مكنتنا نتائج دراسات هذه المنتجات الثلاثة من فهم الآثار التي يحدثها الغاز أو الهباء الجوي لهاته الزيوت، حيث تم استنتاج أن هذا النشاط مرتبط بالمكونات الرئيسية الفعالة التي تميز الزيوت الأساسية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التحديد الكيميائي للزيوت الأساسية سمح لنا بتوجيه الزيوت المختلفة إلى احتمالات تطبيقها على الفواكه أو البذور الأخرى ومن هنا فقد سمحت لنا هذه المحاكاة من الإستخلاص بإعتبار مجموعة من العوامل المسؤولة عن الأمراض؛ أي الزيوت يمكن التوصية بها، اعتماداً على المرض.</p> <p>الكلمات المفتاحية: نباتات عطرية، نباتات طبية، بطاطا، فراولة، بلوط، حفظ، تلوث، زيوت اساسية</p>	

