

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université Ibn Khaldoun – Tiaret



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences de la Nature et de la Vie

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

Domaine : "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Biologie"

Spécialité : " Génétique moléculaire et Amélioration des plantes "

Présenté et soutenu publiquement par

BOUGHEDDOU Fatima Zohra

BIHI Fatima Zohra

BOUCHOUKA Nail Nadji

THÈME

Contribution à l'étude de l'effet inhibiteur de la germination des tubercules de pomme de terre durant le stockage par les huiles essentielles.

Soutenue le: 13 septembre 2020

Devant l'honorable jury composé de :

Président : Mr. BOUBAKEUR.A

MAA. Faculté SNV Tiaret

Promotrice : M^{elle} SOUALMI.N

MAA. Faculté SNV Tiaret

Co-promoteur: Mr. FETOUHL.B

MCB. Faculté SNV Tiaret

Examineur : Mr. BOUFARES.K

MAA .Faculté SNV Tiaret

Examinatrice : M^{me}. MOKHFIL.F/Z

MCB. Faculté SNV Tiaret

ANNEE UNIVERSITAIRE 2019/2020

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

*A ma très chère mère **Rabiaa** qui m'a entouré de son amour et sa gentillesse*

Et qui m'a soutenu par ces valeureux conseils, je te dis infiniment merci.

A mes très chers frères

A mes très chères sœurs

*A mon oncle **Abdellah** qui m'a beaucoup aidé*

*A mes camarades **Fatima** et **Nadji** qui sont passé avec moi les moments les plus agréables.*

*A mes meilleurs amis **Bakhta, Nadia, Ilham , Habiba, Halouma ,Hiba, Sihameetc***

A tous mes Enseignants du Faculté SNV

*A mon encadreur M^{elle} **SOUALMI Nadia***

*A mon Co-encadreur **Mr. FETOUHI .K***

A tous mes collègues de la promotion de 5^{ème} année Amélioration des plantes

Ceux que je ne pas cité je les portés toujours dans mon cœur.



*M^{elle} **BOUGHEDDOU Fatima Zohra***

Dédicace

Dieu merci de nous avoir donné la foi le courage et la volonté et surtout la patience pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Je dédie ce modeste travail:

*A mon père **BELGACEM**, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes*

Les années des études.

*A ma mère **ZOUBIDA** qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifié pour mon bonheur et ma réussite.*

*A mon adorable frère **ABED RRAHMMANE***

*A ma sœur **SOUAD***

*A mes camarades **AMIRA** et **NADJI** qui sont passé avec moi les moments les plus agréables.*

*A mes meilleurs amis **KHEIRA, NACERA, AMINA, HABIBA, ILHAM***

*A mon encadreur **M^{elle} SOUALMI Nadia***

*A mon Co- encadreur **Mr. FETOUHI.K***

A tous mes collègues de la promotion Génétique moléculaire et amélioration des plantes

A tous les proches de mon cœur qui mon aidés d'une façon ou d'une autre.

M^{elle} BIHI Fatima Zohra



Dédicace

Tout d'abord. Louange à **Allah** qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long
du travail et ma inspiré les bons pas et les justes reflexes.

Je dédié ce modeste travail a :

Mes très chers parents : **Mon père Djillali et**

Ma mère. Denia

Mes frères : **Hocine, Ismail, Mohamed. Adel**

Mes sœurs : **Djamila. Imane. Imane**

A mes très chers amis : **Samado. Ilyas. Fateh. Bolehya. Ayoub**

Et j'ai le plaisir aussi de le dédie à toute ma famille,

et a tous les étudiants de ma promotion.

A tous mes professeurs depuis mon école primaire jusqu'à l'université.



Mr. BOUCHOUKA Nail Nadji

Remerciements

*Tous nos remerciements vont d'abords à nôtre **DIEU** le tout puissant,*

Pour nous avoir donné la force et la patience.

Nos remerciements s'adressent à

***M^{lle}. SOUALMI. N** et **Mr. FETOUHI.K** qui ont accepté d'être*

Nos encadreurs et pour ses efforts déployés.

Leurs encouragements et leur patience.

*Nous tenons à remercier vivement Monsieur **Mr. BOUBAKEUR.A***

D'avoir eu L'amabilité de présider le jury.

*Egalement que monsieur **Mr .BOUFARES.K** trouve ici nos vifs remerciements*

Pour avoir bien accepté d'examiner notre travail.

Notre profonde reconnaissance et remerciements chaleureux vont à

Tous Les enseignants qui nous ont encadrés dès la première année jusqu'à

La cinquième année.

Nous remercions le personnel du laboratoire de protection des végétaux, spécialement

Mme Saliha et Kheira.

*Ce travail a été réalisé avec l'aide précieuse de monsieur **ADDA.A** que nous remercions pour
tous ses conseils et ses orientations.*

*Enfin, nos immenses remerciements vont à tous nos amis de la promotion 5^{ème} année
amélioration des plantes **2019-2020** pour leur amitié,*

Leur support et leur encouragement.

Résumé:

L'effet antigerminatif des huiles essentielles extraites de *Mentha spicata*, *Carum carvi* et *Anethum Graveolens* est étudié sur les tubercules de pomme de terre (*La Spunta* et *La Désirée*).

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par la méthode d'hydrodistillation.

La détermination de l'activité antigerminative des huiles essentielles sur les tubercules est réalisée par la technique de diffusion de l'huile essentielle à l'aide d'un diffuseur électrique. Le rendement en huiles essentielles obtenu est de 0.62 % pour l'aneth, 0.75 % pour le carvi et 0.88 % pour la menthe ce qui représente un bon rendement. Nos résultats ont montré un effet inhibiteur sur les deux variétés de tubercules étudiées. Le meilleur effet inhibiteur des HEs est observé sous le traitement *Mentha spicata* où nous avons enregistré un taux d'inhibition de 100%.

Les traitements à l'HE de *Carum carvi* et *Anethum graveolens* ont montré des inhibitions de la germination des tubercules chez les deux variétés à des taux sensiblement moins importants que sous le traitement à l'HE de *Mentha spicata*, mais les résultats sont tout aussi prometteurs.

Mots clé : Huiles essentielles, hydrodistillation, activité antigerminative, *Mentha spicata*, *Carum carvi* et *Anethum graveolens*. , la pomme de terre (*La Spunta* et *Désirée*).

Abstract:

The anti-germination effect of essential oils extracted from *Mentha spicata*, *Carum carvi* and *Anethum Graveolens* is studied on potato tubers (*La Spunta* and *La Désirée*).

The extraction of essential oils was carried out by the hydrodistillation method. The anti-germination activity of essential oils on the tubers is determined by the technique of diffusing the essential oil using an electric diffuser. The yield of essential oils obtained is 0.62% for dill, 0.75% for caraway and 0.88% for mint which represents a good yield. Our results showed an inhibitory effect on the two varieties of tubers studied. The best inhibitory effect of HEs is observed under the treatment *Mentha spicata* where we recorded a rate of inhibition of 100%.

HE treatments of *Carum carvi* and *Anethum graveolens* have shown inhibition of tuber germination in both varieties at significantly lower rates than under the HE treatment of *Mentha spicata*, but the results are just as promising.

Key words: Essential oils, hydrodistillation, anti-germination activity, *Mentha spicata*, *Carum carvi* and *Anethum graveolens*, the potato (*Spunta* and *Désirée*).

ملخص :

لقد دراستنا التأثير المضاد للإنبات للزيوت العطرية المستخرجة من النعناع، الكراوية و الشبث على درنات البطاطا (*La spunta* و *La désirée*).

تم استخراج الزيوت العطرية بطريقة التقطير المائي.

يتم تحديد النشاط المضاد لإنبات الزيوت العطرية على الدرنات بتقنية نشر الزيت العطري باستخدام موزع كهربائي.

عائد الزيوت العطرية التي تم الحصول عليها هو 0.62% للشبث و 0.75% للكراوية و 0.88% للنعناع مما يمثل عائداً جيداً.

أظهرت نتائجنا تأثير مثبط على نوعين من الدرنات المدروسة. لوحظ أفضل تأثير مثبط للزيوت الأساسية للنعناع

حيث سجلنا معدل تثبيط بنسبة 100%.

أظهرت علاجات الزيوت الأساسية لكل من الكراوية و الشبث مثبطات إنبات الدرنات في كلا الصنفين بمعدلات أقل بكثير من علاج الزيت الأساسي للنعناع، ولكن النتائج واعدة بنفس القدر .

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية ، التقطير المائي ، النشاط المضاد للإنبات ، النعناع، الكراوية و الشبث و البطاطا

(*La spunta* و *La désirée*).



Table des matières

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Partie théorique

Chapitre I : Généralité sur la pomme de terre

I.1. Historique	04
I.2 Systématique	04
I.3 Différentes appellations de la pomme de terre selon les pays.....	05
I.4Morphologie de la pomme de terre	06
I.4.1 Partie aérienne	06
I.4.2 Partie souterraine	07
I.5 valeur alimentaire de la pomme de terre.....	08
I.6 Exigences édapho-climatiques	10
I.6.1 Exigences climatiques	10
I.6.1.1 Température.....	11
I.6.1.2 Lumière.....	11
I.6.2 Exigences hydriques	11
I.6.3 Exigences édaphiques	11
I.6.3.1 Texture et le pH du sol	11
I.6.3.2 Salinité du sol	11
I.6.4 Exigences en éléments fertilisants	12
I.7 Cycle de vie et mode de reproduction1	12

Table des matières

I.7.1 Cycle sexuée	12
I.7.2 Cycle végétatif	12
I.7.2.1 Phase de repos végétatif (dormance)	13
I.7.2.2 Phase de germination	13
I.7.2.3 Phase de croissance végétative.....	13
I.7.2.4 Phase de tubérisation.....	13
I.8 Variétés de pomme de terre	14
I.9 Importance économique de la pomme de terre.....	16
I.9.1 Dans le monde	16
I.9.2 En Algérie	17
I.10. Principales maladies de la pomme de terre.....	18

Chapitre II : Généralité sur les huiles essentielles

II.1 Historique.....	23
II.2 Définition des huiles essentielles	23
II.3 Répartition et localisation.....	23
II.4 Fonction des huiles essentielles chez les plantes	24
II.5 Propriétés physico-chimiques des HE	24
II.6 Toxicité des huiles essentielles.....	24
II.7 Composition chimique des HEs	25
II.8 Facteurs de variabilité des huiles essentielles	26

Table des matières

II.9 Classification des huiles essentielles.....	27
II.10 La norme AFNOR (NF T75-002).....	27
II.11 Les filière des huiles essentielles.....	28
II.11.1 Phytothérapie.....	28
II.11.2 Utilisation en aéro-ionisation	28
II.11.3 Parfumerie et cosmétologie	29
II.11.4 Industrie alimentaire	29
II.12 La conservation des huiles essentielles	29
II.13 Activités biologiques et utilisations.....	29
II.14 La production mondiale des huiles essentielles	30
II.15 Les procédés d'extraction des huiles essentielles.....	30
II.15.1 Les méthodes de distillation à la vapeur d'eau.....	31
II.15.1.1 L'entraînement à la vapeur d'eau	31
II.15.1.2 L'hydrodiffusion	32
II.15.1.3 L'hydrodistillation	32

Chapitre III : Présentation des plantes étudiées

III.1 Généralités sur la famille des Apiacées	35
III.2 Répartition géographique	35
III.3 Présentation des <i>Apiaceae</i> étudiées	36
III.4 L'Aneth (<i>Anethum graveolens</i> L)	37

Table des matières

III.4.1 Taxonomie	37
III.4.2 Description botanique	37
III.4.3 Habitat	38
III.4.4 Huile essentielle d'aneth.....	38
III.4.4.1 Les principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle d'aneth	39
III.4.4.2 Les propriétés de l'huile essentielles	39
III.4.5 Principales utilisations	39
III.4.5.1 Usage culinaire	39
III.4.5.2 Usage thérapeutique	39
III.4.6 Toxicologie	40
III.5 Le carvi (<i>Carum carvi L</i>)	40
III.5.1 Taxonomie	40
III.5.2 Description botanique	41
III.5.3 Habitat et répartition géographique	41
III.5.4 Huile essentielle et principaux constituants	42
III.5.5 Usage traditionnel.....	42
III.6 La Menthe verte (<i>Mentha spicata</i>)	43
III 6.1 Description de l'espèce <i>Mentha spicata</i>	43
III. 6.1.1 Les noms vernaculaires de <i>Mentha spicata</i>	43
III. .6.1.2 Taxonomie et systématique	44
III. .6.3 Origines	44
III.6.4 Description botanique	44

Table des matières

III.6.5 Habitat	45
III. 6.6 Phénologie	45
III .6.7 Usage	46
III6.7.1 Usage Interne	46
III.6.7.2 Usage Externe	46

Partie pratique

Chapitre I: Matériel et méthodes

I. Objectif	49
I.1. Matériel utilisé	49
I.1.1. Matériel non biologique	49
I.1.1.1. Matériel de l'extraction	49
I.1.1.2. Matériel de traitement et conservation des tubercules	50
I.1.2.1 Matériel biologique	50
I.1.2.2. Matériel végétal.....	50
I.1.2.2.1 Les plantes utilisées pour l'extraction	50
I.2. Méthodes d'étude.....	53
I.2.1. Méthode d'extraction des huiles essentielles	53
I.2.1.1. Technique d'extraction par hydrodistillation	53
I.2.1.1 La décantation.....	55
I.2.1.2. Calcul du rendement en huiles essentielles.....	56

Table des matières

I.2.3. Conservation des huiles essentielles	56
I.2.4. Activité anti germinative	56
I.2.5. Collecte des tubercules de deux variétés de pomme de terre.....	56
I.2.5.1. La préparation des différentes concentrations des huiles essentielles.....	57
I.2.5.2. Technique d'application des huiles	57
Chapitre II : Résultats et Discussion	
II .1. Rendement en huile essentielle.....	60
II.2. Propriétés organoleptiques des huiles essentielles d' <i>Anethum graveolens</i> , <i>Carum carvi</i> et de <i>Mentha spicata</i>	60
II.3 Activité antigerminative	61
II.4 Détermination des pourcentages de germination.....	63
II.4.1 Résultats sous le traitement de l'HE de Traitement au <i>Carvi</i>	64
II.4.2 Résultats sous le traitement de l'HE de <i>Mentha spicata</i>	64
II.4.3 Résultats sous le traitement de l'HE d' <i>Anethum graveolens</i>	65
II.5 Pourcentage d'inhibition de germination	65
II.6 Discussion.....	66
Conclusion	71
Références bibliographiques	74

Liste des figures

Figure 01 : Feuilles et Inflorescence de la pomme de terre (AIT MESSAOUD et HAMIDI, 2016) ...	06
Figure 02 :Le fruit de la pomme de terre (baie) (AIT MESSAOUD et HAMIDI, 2016)	06
Figure 03 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre (Boufares,2012).....	07
Figure 04 : Morphologie de la pomme de terre (Mbairanoudji et al., 2007).....	08
Figure 05 : Valeurs nutritionnelles de pomme de terre (Ciquel, 2013).....	09
Figure 06 : Cycle végétatif de pomme de terre (Kotchi et Olivier, 2004)	14
Figure 07 : Schéma représentant les principaux constituants des HE (J. Kaloustian et F. Hadji–Minaglou,2012)	26
Figure 08 : Entrainement à la vapeur d'eau (Marie 2006)	32
Figure 09 : Appareillage utilisé pendant l'hydrodistillation d'huile essentielle (leon raul 2005)	33
Figure 10 : Ombelles des apiacées (Chibani, 2013).....	35
Figure 11 : Répartition géographique des <i>Apiaceae</i> (Bousetla, 2005).....	36
Figure 12 : Planche botanique de <i>Anethum graveolens</i> L. (Rasooli et al., 2016).....	38
Figure 13 : Planche botanique de <i>Le carvi</i> (<i>Carum carvi</i> .L) (Rasooli et al. 2016).....	41
Figure 14 : Composants majoritaires de l'huile essentielle des graines de carvi.....	42
Figure15 : <i>Mentha spicata</i> (Douay,2008)	44
Figure 16 : Les différentes parties constituant de l'espèce <i>Mentha spicata</i> (Douay, 2008)....	45
Figure17 : Montage d'hydrodistillation employé pour l'extraction d'huile essentielle Clévenger (Originale, 2020)	49
Figure18 : Diffuseur de l'huile essentiel (Anonyme)	50
Figure19 : Des boites plastiques pour la conservation de pomme de terre (Original 2020)...	50
Figure 20 : feuille de menthe verte (Original 2020)	51

Liste des figures

Figure 21: Grain d'aneth (Original 2020).....	51
Figure 22: Graines de carvi (Original 2020).....	51
Figure 23 : Tubercules de la pomme de terre variété Désirée (Originale, 2020).....	51
Figure 24 : les tubercules de la pomme de terre variété Spunta (Originale, 2016).....	52
Figure 25: l'extraction par hydrodistillation (Willem, 2004)	53
Figure 26 : Etapes de l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillateur de type Clevenger (Originale, 2020).....	54
Figure 27 : Ampoule à décanter pour la séparation d'huiles essentielle (Original 2020).....	
Figure 28 : Huiles essentielles dans des flacons en verre couverts de papier aluminium.....	56
Figure 29: Les boites utilisées pour le test de germination (Original 2020).....	57
Figure 30: Les trois concentrations utilisées dans le réservoir du diffuseur (Original 2020).....	58
Figure 31: Le traitement des tubercules par le diffuseur de l'huile essentielle	58
Figure 32: Rendement (en %)des huiles essentielles extraites des graines de <i>Anet hum graveolens</i> , <i>Carum Carvi</i> et les feuilles de <i>Mentha spicata</i>	60
Figure 33: Huile essentielle de M. Spicata (Originale, 2020).....	61
Figure 34 : Huile essentielle d'A. Graveolens. (Originale, 2020).....	61
Figure 35: Huile essentielle C.Carvi (Originale, 2020)	61
Figure 36: Test de germination chez le lot témoin des variétés (désirée et Spunta) après le stockage (Original 2020).....	61
Figure 37: Test de germination de (désirée et Spunta) avec l'HE de Mentha spicata après le stockage (Original 2020).....	62
Figure 38: Test de germination de (désirée et Spunta) avec l'HE de Carum carvi après le stockage (Original 2020).....	62

Liste des figures

- Figure 39:** Test de germination de (désiré et Spunta) avec l'HE d' Anethum graveolens après le stockage (**Original 2020**)63
- Figure 40:** Pourcentage de germination rapporté pour les tubercules de *Spunta*, *Désirée* et témoins traités par les trois l'HEs à différentes concentration (**Original 2020**).....
- Figure 41:** Pourcentage d'inhibition rapporté pour les tubercules de *Spunta*, *Désirée* et témoins traités par les trois l'HEs à différentes concentration (**Original 2020**).....65
- Figure42:** Effet de la menthe sur le méristème et les tissus vasculaires après 2 jours de traitement Au terme d'une semaine, la nécrose du bourgeon est complèten (**carlier 2015**) 67
- Figure43:** Méristème des bourgeons après 7 jours de traitement (**carlier 2015**).....67
- Figure 44:** Apparition d'un bourgeon axillaire après lavage à l'eau. (**carlier 2015**).....68
- Figure45:** Cas particulier des variétés à faible dominance apicale la spunta. (**carlier 2015**).69

Liste des tableaux

Tableau 01 : Quelques exemples d'appellations de la pomme de terre selon les pays. (Gocher et Lusson, 2001)	05
Tableau02 : Composition de la pomme de terre pour 100g (Gocher et Lusson, 2001)	09
Tableau03 : Liste de quelques variétés homologuées en Algérie (Isabelle, 2016 ; Anonyme, 2010)	15
Tableau 04 : Production de pommes de terre en Algérie (DSA Ain Defla, 2012)	17
Tableau 05 : Principales maladies de la pomme de terre (Soltner, 1998; Chérifi, 2002; Nyabyenda, 2005; Agridea, 2007; Soltner, 1990; Domenque, 2013 et Anonyme, 2013)	18
Tableau 06 : Répartition mondiale des genres d'apiacées (Bousetla, 2005)	36
Tableau 07 : les variétés de pomme de terre utilisées (Original 2020)	56
Tableau 08 : les doses des huiles essentielles utilisées (Original 2020)	57
Tableau 09 : Test statistique des résultats obtenus pour le pourcentage d'inhibition de la germination des tubercules de pomme de terre (Original 2020)	59
Tableau10 : Le résultat et traitement du Carvi (Original 2020)	64
Tableau 11 : Le résultat et traitement de la menthe verte (Original 2020)	64
Tableau12 : Le résultat et traitement de l'Aneth (Original 2020)	65

Liste des abréviations

AFNOR: L'Association française de normalisation.

A. Graveolens: *Anethum graveolens*.

C. Carvi: Carum Carvi

M. Spicata: *Mentha Spicata*

H.E: huile essentielle.

I'(%) = Taux d'inhibition de germination des exprimé en pourcentage.

ml : Milli litre.



Introduction

Introduction

Introduction

En Algérie et depuis quelques années, l'agriculture est devenue l'une des priorités du gouvernement afin de diversifier son économie, et parmi les productions végétales qui ont un poids économique, la filière de pomme de terre dans tous ses volets, semences et consommation occupe aujourd'hui une place intéressante dans la nouvelle politique de renouveau agricole et rural. L'importance qu'elle occupe dans l'alimentation, les superficies qui lui sont consacrées, l'emploi qu'elle procure, que par les volumes financiers qui sont mobilisés annuellement pour sa production locale et/ou son importation et leur stockage prend de l'ampleur. Mais les opérateurs font parfois face au problème de germination lors du stockage (**Boufares, 2012**).

La germination est un phénomène physiologique normal, de nombreux moyens sont utilisés pour décaler ce processus dans le temps. Elle diminue la qualité et le poids du tubercule, et empêche la circulation d'air dans la pomme de terre jusqu'à la faire pourrir, la rendant ainsi non consommable (**Kleinkopf 2003**).

Les plantes aromatiques constituent une richesse naturelle très importante dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur. Les propriétés des plantes dépendent de la présence d'agents bioactifs variés et appartenant à différentes classes chimiques (**Mailhebiau, 1994**).

L'investigation des plantes représente un potentiel inestimable pour la découverte des nouvelles substances à pouvoir antigerminatif. Ainsi les huiles essentielles commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives (**Bruneton, 1999; Teuscher et al., 2005**).

Elles font également l'objet d'étude leur éventuelle utilisation comme alternative pour la protection des aliments contre l'oxydation et la germination (**Deans et al., 1994; Miguel et al., 2003**).

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. A cet effet, et dans le cadre de notre travail, on s'est intéressé à deux espèces de la famille des Apiaceae Carum carvi et l'aneth en plus des familles des Lamiacées (Labiées) Mentha spicata (Menthe verte) pour tester l'effet inhibiteur de la germination des tubercules de pomme de terre.

Ce travail est structuré de deux parties importantes :

Introduction

- La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique mettant l'accent sur trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre porte sur une investigation bibliographique dans laquelle les connaissances liées aux généralités sur la pomme de terre
- ✓ Le second chapitre est consacré à l'étude des huiles essentielles d'une manière générale, suivi des différents modes d'extraction
- ✓ Le troisième chapitre est une présentation des plantes étudiées.

-La deuxième partie illustre le matériel et les méthodes utilisés. En ce qui concerne les principales analyses effectuées, elles ont porté sur :

L'extraction par hydrodistillation des huiles essentielles étudiées dans ce travail.

- ✓ Le test antigerminatif des huiles essentielles obtenues.

-Le dernier chapitre de ce mémoire est consacré dans un premier temps, à l'analyse des résultats obtenus suivi d'une discussion.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.



Chapitre I

Généralités sur la pomme de terre

I.1 Historique:

Depuis longtemps, les anciens botanistes croyaient que l'origine de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. était une plante sauvage unique. Dès 1929 de nouvelles recherches ont montré que les espèces de la pomme de terre cultivées actuellement sont issues de différentes plantes sauvages (**Rousselle et al., 1996**). L'histoire de la pomme de terre a débuté il y'a environ 8000 ans près du lac Titicaca dans la cordillère des Andes.

Des recherches ont montrées que des communautés de chasseurs, cueilleurs arrivés dans le sud du continent américain depuis au moins 7000 ans, avaient commencé à domestiquer les espèces sauvages de pomme de terre qui poussaient en abondance autour de ce lac (**FAO, 2008**).

Solanum tuberosum est cultivée depuis très longtemps par les populations de la chaîne des Andes, appelée "Papa" par les espagnols, elle a été introduite en Europe vers la fin du XVI^{ème} siècle. Les régions d'origine et de diversification s'étendent du Chili au Venezuela, le long de la cordillère des Andes, jusqu'au nord du Mexique et au sud-ouest des Etats-Unis (**Larousse Agricole, 2002**).

Son introduction en Europe s'est faite depuis l'Amérique de sud peu après la conquête espagnole, elle a été ensuite répandue à la suite des guerres et de famine, à travers toute l'Europe pour gagner enfin le reste du monde (**Ducreux et Rossignol., 1986**).

En Algérie, la pomme de terre a probablement été introduite une première fois au XVI^{ème} siècle par les Maures Andalous et une deuxième fois, en 1856 où elle été cultivée par les colons français pour leur usage. C'est au cours de la dernière grande famine des années 1930/1940 que cette plante est devenue plus cultivée (**Akli et Berbar, 2008**).

I.2 Systématique:

La pomme de terre est une plante dicotylédone annuelle dont, l'espèce commune blanche cultivée a pour nom latin *Solanum tuberosum* (**Kleinkopf, 1983**). Cette espèce appartient à la famille des *Solanacées*, genre *Solanum* (**Quezel et Santa, 1963**). Ce genre comprend 1000 espèces, dont plus de 200 tubéreuses (**Hawkes, 1990**).

Boumlik (1995) rappelle que la pomme de terre appartient à :

Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédone
Sous-classe :	Gamopétales
Ordre:	Polmoniales
Famille :	Solanacées
Genre :	Solanum
Espèce :	<i>Solanum tuberosum L.</i>

I. 3 Différentes appellations de la pomme de terre selon les pays:

Le nom botanique de la pomme de terre est *S.tuberosum*, il a été donné par Gaspar Bauhim naturaliste suisse en 1595 (**Oswaldo, 2010**). Concernant son nom commun il est différent selon les régions ou les pays. Le tableau I en résume quelques exemples.

Tableau 01 : Quelques exemples d’appellations de la pomme de terre selon les pays (**Gocheret Lusson, 2001**).

Pays ou region	Le nom
Andes	Papa
Italie	Tratatuffi Tartuffoli Patata
Savoie	Cartoufle
Allemagne	Kartoffel
Irlande	Potato
Russie	Kartopfel
Pays Arabes	Batata
France	Truffole, Tartouste, Orange royale, Pomme de terre

I.4 Morphologie de la pomme de terre

I.4.1 Partie aérienne:

La tige de la pomme de terre est dressée et peut atteindre jusqu'à 1m de hauteur, porte des feuilles pointues et des fleurs, dont la couleur varie du blanc au violet (**Kleinkopf, 1983**) (Figure 01). Les fleurs sont disposées en une inflorescence cymeuse portées par une hampe, sont autogame, sans nectar, et souvent stériles d'où l'inexistence de la fécondation croisée (**Feytaud, 1949 in Arrar et Benchehida, 1991**).



Figure 01 : Feuilles et l'inflorescence de la pomme de terre (**AIT MESSAOUD et HAMIDI, 2016**).

Le fruit est une baie, sa taille diffère d'une variété à une autre, mais en général elle a la taille d'une cerise et comporte de nombreuses graines (**Kleinkopf, 1983**) (**Figure 02**).



Figure 02 : Fruit de pomme de terre (baie) (**AIT MESSAOUD et HAMIDI, 2016**).

A : une baie de la variété Crisper

B : une baie de la variété Désirée

I.4.2 Partie souterraine:

La plante porte des racines nombreuses fines et fasciculées qui peuvent pénétrer profondément dans le sol s'il est suffisamment meuble (Soltner, 2005). Cette partie porte aussi des tubercules qui se forment à 15 cm environ sous le sol, ils sont rattachés à la tige souterraine (stolon) par l'une de ces extrémités (le talon). A l'autre extrémité se trouve la couronne qui porte des yeux (bourgeons) disposés selon une hélice plus ou moins régulière (Kleinkopf, 1983).

Les tubercules sont la partie la plus intéressante de la plante qui confère à la pomme de terre sa valeur alimentaire. Ces tubercules cultivés pour la consommation, la transformation ou comme semence, ils représentent environ 75% à 85% de la matière sèche totale de la plante (Rousselle et al., 1996).

Chérifi (2002) rajoute que ce sont les organes de conservation, ils sont gonflés de matière nutritives et pourvus de bourgeons. Ils sont de forme, de grosseur et de couleur différente selon les variétés, la peau peut-être lisse ou rugueuse, la teinte jaune, ocre, rouge violacée, la couleur de la chair peut être blanche ou jaune.

Selon Bernhards (1998), à partir d'une coupe longitudinale d'un tubercule mature, de l'extérieur vers l'intérieur les couches suivantes sont observées : l'épiderme ou peau, l'anneau vasculaire composé de phloème externe, de xylème et de parenchyme vasculaire. La zone pérимédullaire (parenchyme pérимédullaire) et enfin la moelle (parenchyme médullaire). Les deux figures qui suivent représentent respectivement une coupe longitudinale d'un tubercule, et la morphologie de la pomme de terre.

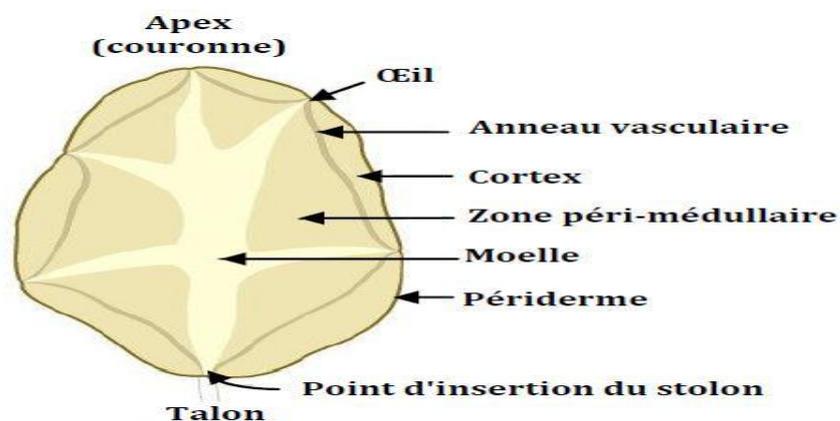


Figure 03: Coupe longitudinale d'un tubercule de la pomme de terre (Boufares, 2012).

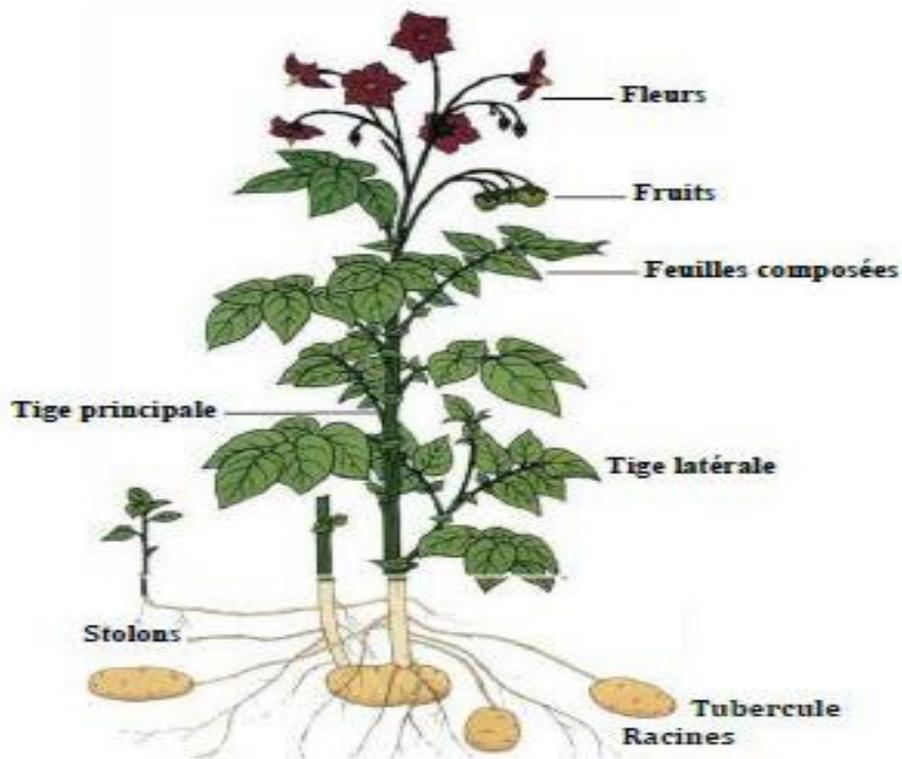


Figure 04 : Morphologie de la plante de pomme de terre (Mbairanoudji et al., 2007).

I.5 Valeur alimentaire de la pomme de terre:

Dans sa présentation la plus simple, la pomme de terre apporte des principes nutritifs qui en font un produit presque indispensable à notre alimentation, elle est également la base du régime alimentaire de plusieurs groupes cultureux (Kechid, 2005). Sa valeur nutritionnelle est liée à sa composition, principalement à sa teneur en matière sèche (OCDE, 2002).

D'après Rousselle et al. (1996), le tubercule de pomme de terre présente une valeur énergétique d'environ 90 kcal, et environ $\frac{3}{4}$ de son poids en eau, une quantité relativement élevée de glucides (19g), un faible taux de substances azotés, et très peu de lipides (0,2g), et 2g de fibres (Tableau 02) .

Tableau 02: Composition de la pomme de terre pour 100g (Gocher et Lusson, 2001).

Minéraux (en mg)		Acides Aminés		Vitamines (en mg)	
		(18 au total) (en mg)			
Calcium (Ca)	7	Acide glutamique	180	B1 ou Thiamine	0,11
Sodium (Na)	6	Acide Aspartique	219	B2 ou Riboflavine	0,04
Potassium (K)	410	Lysine	176	B3 ou PP ou Niacine	1,3
Phosphore (P)	50	Leucine	172	B6 ou Pyridoxine	0,2
Magnésium (Mg)	27	Phénylalanine	84	C ou Acide ascorbique	13
Fer (Fe)	0,8	Méthionine	34		
Manganèse (Mn)	0,17	Tryptophane	31		
Cuivre (Cu)	0,16	Cystine	22		

La figure suivante résume la composition moyenne de la pomme de terre en éléments nutritifs :

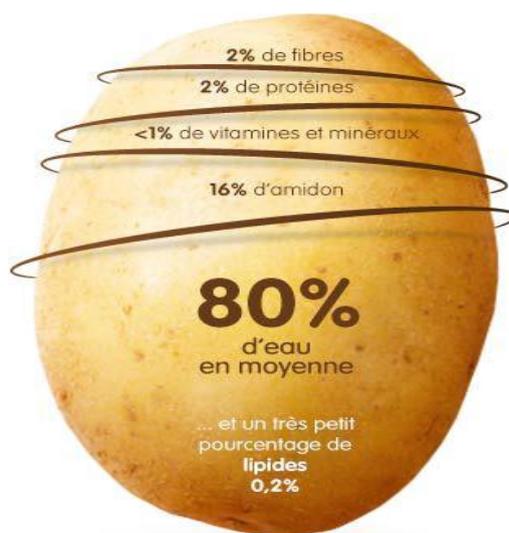


Figure 05 : Valeurs nutritionnelles de pomme de terre (Ciqual, 2013).

I.6 Exigences édapho-climatiques

I.6.1 Exigences climatiques:

La pomme de terre est une plante vivace, rustique et annuelle, qui peut se développer dans différentes régions du globe. C'est une plante qui préfère les climats tempérés et brumeux, où elle assure les meilleures récoltes (**Laumonier, 1979**). Les facteurs les plus importants qui influent sur le développement de *Solanum tuberosum* sont :

I.6.1.1 Température:

La croissance et la production des tubercules sont étroitement liées à la température et au photopériodisme (**Agronomie info, 2016**). **Rousselle et al. (1996)** suggèrent que les températures basses ont une influence défavorable sur la croissance des plantes, puis elles les ralentissent directement, en favorisant l'induction de la tubérisation. Cependant, les températures élevées ont l'effet contraire **Edelstein (1962) cité par Ben Bouabdellah et Chalah (2001)** affirme qu'à une température de plus de 2°C, la croissance de la pomme de terre est nulle. Par contre sa croissance est limitée entre +5°C et +7°C. Pour avoir une croissance maximale la température doit être comprise entre +20°C et +25°C.

Lors du stockage, il faut une température inférieure à 6°C et pour la plantation l'optimum est entre 12°C et 15°C (**Bensaandi, 2008**).

I.6.1.2 Lumière:

La lumière influence le développement de la pomme de terre par son intensité qui conditionne l'activité photosynthétique et par son effet photopériodique qui intervient dans l'induction de la tubérisation (**Agronomie info, 2016**).

Chibane (1999) rapporte que la croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18h) et une photopériode inférieure à 12h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures.

I.6.2 Exigences hydriques:

La pomme de terre est une culture des régions tempérées qui ne supporte ni la sécheresse ni les fortes pluies (Nyabyenda, 2005). Selon Soltner (1990), les besoins en eau de cette plante sont très importants, en particulier pendant la phase de grossissement du tubercule.

Un excès en eau est nuisible à la culture puisqu'il empêche la circulation de l'oxygène vers les parties souterraines de la plante, de plus un faible développement racinaire et un pourrissement des tubercules nouvellement formés. Ces conditions favorisent le développement des maladies fongiques tel que le mildiou (Haverkort et Human, 1987).

Le même auteur rajoute qu'en cas d'un manque d'eau du sol les stomates des feuilles se ferment rapidement d'où une réduction de la transpiration, de la photosynthèse et par conséquent une chute du rendement.

I.6.3 Exigences édaphiques**I.6.3.1 Texture et le pH du sol:**

La pomme de terre est assez exigeante et pousse mieux en sols très profonds, bien drainés et fertiles. Les sols peuvent être sablonneux ou riche en humus (Nyabyenda, 2005). Elle préfère les sols meubles et aérés, mais frais, elle se développe mieux dans les sols semi légers, silico-argileux (Belaid, 1996).

Le pH idéal pour la culture de cette plante est compris entre 5 et 6,5. Par contre elle craint les sols très argileux, très acides et compacts (Lummonier, 1979 ; Soltner, 1990).

I.6.3.2 Salinité du sol:

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. A la concentration de 3g/l, ce sel diminue de 50% la croissance de la plante (Soufi, 2011).

I.6.4 Exigences en éléments fertilisants:

La pomme de terre est exigeante en éléments nutritifs au point de vue organique que minéral. Certains éléments minéraux sont absorbés en grande quantité tel que : l'azote, le phosphore, le potassium, le soufre, le calcium et le magnésium qui représentent les macroéléments. Les oligoéléments sont absorbés en petite quantité (**Grovouelle, 1987**).

L'azote favorise d'abord le développement foliaire et assure la formation et le grossissement des tubercules. Mais son excès peut retarder la tubérisation au profit de la croissance végétative (**Boussa, 1999**). Le phosphore intervient dans les phénomènes de floraison, fructification et maturation d'où son action comme facteur de précocité et de rendement. Il est connu également comme facteur favorisant le développement racinaire. Le phosphore est difficilement absorbé par la plante. Pour cela il doit être appliqué avant la plantation et sous sa forme la plus assimilable (**Chibane, 1999**).

Le potassium : est l'élément majeur pour la tubérisation, il facilite la migration de fécule et sa concentration dans les tubercules. Il favorise le développement de la plante et augmente sa résistance aux maladies et aux accidents physiologiques. La carence en potassium cause des nécroses, la forme sulfate est plus préférable que la forme chlorure (**Soufi, 2011**).

I.7 Cycle de vie et mode de reproduction:

La pomme de terre peut se reproduire soit par graine (reproduction sexuée) ou par multiplication végétative.

I.7.1 Cycle sexué:

La reproduction par graine est très peu pratiquée dans le milieu agricole. **Bernhards (1998)** rappelle que le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 cm de diamètre. Il contient généralement plusieurs dizaines de graines. Dont le nombre peut aller jusqu'à 200 graines (**Rousselle et al., 1996**)

I.7.2 Cycle végétatif:

Le cycle de développement de la pomme de terre varie de 85 à 165 jours, selon que la variété soit précoce, semi tardive ou tardive. Ce cycle comprend 4 phases différentes (**Madec et Pèrennec, 1980**).

I.7.2.1 Phase de repos végétatif (dormance):

A ce stade, le tubercule est incapable de germer même placé en condition optimales de température (18°C – 20°C) et d'humidité (85% - 90%). C'est la phase de dormance qui s'étend de la récolte jusqu'au début de développement des yeux (**Reust, 1982**).

I.7.2.2 Phase de germination:

Cette phase correspond au stade où le tubercule devient capable d'émettre des germes après une évolution physiologique interne. Le germe amorce alors sa croissance. C'est généralement le germe apical qui entre en premier en croissance et exerce une dominance apicale sur les autres germes, aux points parfois de les empêcher de germer à leur tour (**Soltner, 1990**).

I.7.2.3 Phase de croissance végétative:

Selon **Larousse Agricole (2002)**, dans cette phase les racines commencent leur élongation et leur ramification. La plante est sous la dépendance des réserves du tubercule mère. Les germes poursuivent leur croissance au-dessus du sol en donnant des tiges feuillées. Les bourgeons de ces tiges donnent des rameaux, tandis que les bourgeons souterrains produisent généralement des stolons.

I.7.2.4 Phase de tubérisation:

D'après **Bernhards (1998)**, ce phénomène commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons, après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches des tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserves synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage. La figure suivante résume les différents stades de développement de la pomme de terre.

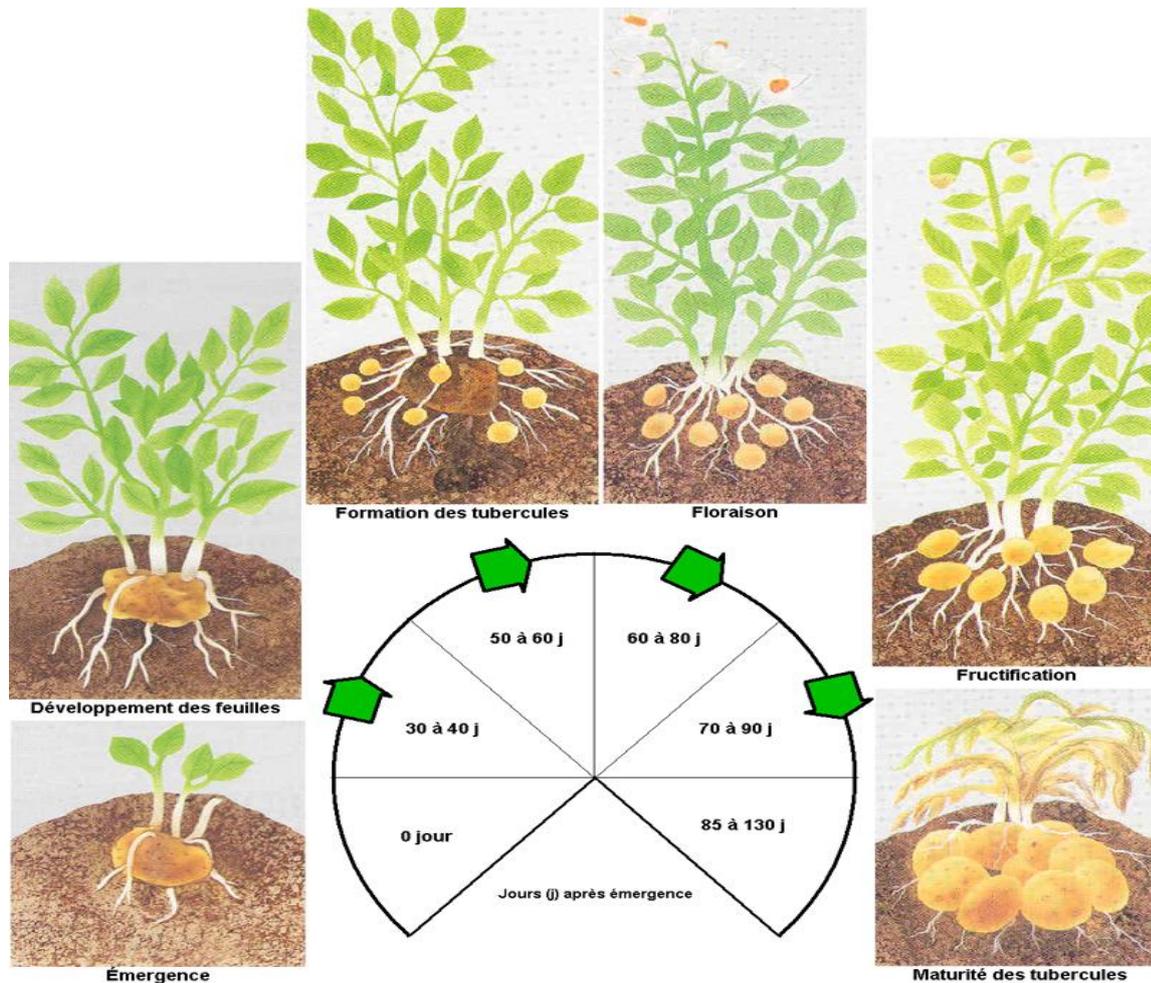


Figure 06 : Cycle végétatif de pomme de terre (Kotchi et Olivier, 2004).

I.8 Variétés de pomme de terre:

Bien que la pomme de terre cultivée dans le monde entier appartienne à la même espèce botanique *S. tuberosum* L., il existe des milliers de variétés qui sont très différentes de par leur taille, leur forme, leur couleur, leur usage culinaire et leur goût (Anonyme, 2008).

Chaque variété possède une description officielle basée sur de nombreux caractères morphologiques et quelques caractères physiologiques, lui permettant d'être toujours identifiable, différenciable visuellement des autres variétés (Péron, 2006).

Parmi les variétés les plus cultivées au monde nous pouvons citer : Elodie, Amandine Annabelle, Belle de fontenay, BF 15, Blanche, Charlotte, Chérie, Pompadour, Nicola, Rosabelle, Roseval, Burene, Désirée (Isabelle, 2016).

Cent vingt variétés sont inscrites au catalogue algérien des espèces et variétés cultivées. Cette inscription est obligatoire pour leur commercialisation. Les principales variétés cultivées en Algérie sont citées dans le tableau suivant :

Tableau 03 : Liste de quelques variétés homologuées en Algérie (CNCCSP, 2010 ; Isabelle, 2016).

Variétés	caractéristiques	Consistance de la chaire
Bintje	Peau jaune, forme arrondie, tubercule ferme, oblongue, régulier, demi précoce, conservation moyenne	Chaire jaune Clair farineuse, petit Gout d'amande grillée
Spunta	Grosueur souvent exceptionnelle, tubercule oblongue, peau jaune, conservation assez faible, très productive, précoce	Chaire jaune
Samba	Tubercule oblongue de forme allongée et régulière, peau légèrement cuivrée, précoce, bonne conservation	Chaire jaune, fondante
Monalisa	Peau jaune, tubercule allongé, demi précoce, bonne conservation	Chaire jaune, fondante
Early rose	Peau lisse et rose pâle	Chaire blanche Avec une auréole Rosée légèrement farineuse

Atlas	Forme oblongue, peau jaune assez régulière.	Chaire jaune pale
Kondor	Forme oblongue longue, peau rouge assez régulière	Chaire jaune pale
Aida	Forme oblongue, allongé, couleur jaune, yeux peu profonds	Chaire jaune clair
Agria	Forme oblongue, couleur jaune, yeux très peu profonds, demi tardive	Chaire jaune foncé
Ailsa	Forme oblongue couleur jaune, les yeux très peu profonds	Chaire jaune clair
Ambo	Forme oblongue courte jaune, les yeux rouges	Chaire blanche
Ajax	Forme oblongue, couleur jaune	Chaire jaune pale
Apollo	Forme oblongue, couleur de la peau jaune, les yeux très peu profonds, précoce, conservation faible	Chaire jaune
Famosa	Forme oblongue, couleur de la peau jaune clair, les yeux sont Superficiels	Chaire jaune pale

I.9 Importance économique de la pomme de terre

I.9.1 Dans le monde

En terme monétaire la culture de pomme de terre arrive après le riz, le blé, et le maïs, au quatrième rang des cultures vivrières des pays en voie de développement (**Horton, 1987**). La pomme de terre s'adapte à des situations très diverses du cercle polaire à l'équateur en jouant sur les saisons, les variétés, l'altitude. (**Boufares, 2012**).

Selon **FAO (2008)**, en 2005 pour la première fois la production de la pomme de terre du monde en développement a dépassé celle du monde développé. La Chine est devenue le premier producteur mondial de pomme de terre avec 23% de la production mondiale, viennent ensuite la Russie 11%, l'Inde 8%, l'Ukraine, les Etat Unis, l'Allemagne et la Pologne.

I.9.2 En Algérie:

La pomme de terre est l'un des produits les plus importants pour l'alimentation de la population algérienne. Elle occupe la deuxième place après le blé (**Kechid, 2005**)

Le secteur de cette plante en Algérie est une activité économique significative. Il a considérablement gagné une importance au cours des six dernières années, grâce à la politique d'incitation gouvernementale (**Aissat, 2013**)

Le même auteur ajoute que la production de pomme de terre en Algérie est passée de 1,5 millions de tonnes en 2007 à 4,22 millions de tonnes en 2012. Une croissance continue est anticipée, le gouvernement ayant l'ambition d'atteindre une production de 5 millions en 2015. Par ailleurs, la surface cultivée a augmenté rapidement, atteignant 60000 ha au cours des six dernières années.

D'après **ITCMI (2010)**, les principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie sont : Boumerdès, Tipaza, Skikda, Alger, Mostaganem, Tlemcen, Ain-defla, Mascara, Mila, Souk -ahras, Sétif, Tizi ousou, Tiaret, M'sila, Batna, Chlef, Bouira, El-oued. Guelma, Djelfa. Le tableau IV montre l'augmentation de la production nationale de la pomme de terre du 2006-2015.

Tableau 04 : Production de pommes de terre en Algérie (**DSA, Ain Defla, 2012**).

Année	Production de pomme de terre en quintaux
2006-2007	15068590
2007-2008	21710580
2008-2009	26360570
2009-2010	32947283
2010-2011	38621936
2011-2012	42194758
2012-2013	49280280
2013-2014	46735155

Durant la période allant de 2006 à 2013, le taux de production de pomme de terre a évolué de 15068590Qx en 2006 à 49280280Qx en 2013. Mais ce taux a diminué en faible quantité en 2014.

I.10. Principales maladies et ravageurs de la pomme de terre:

Dans le tableau VI sont illustrés quelques exemples des maladies et ravageurs de la culture de pomme de terre. Mais il en existe d'autres principalement causé soit par les champignons, bactéries, virus et ravageurs.

Tableau 05 : Principales maladies de la pomme de terre (Soltner, 1990 ; Soltner, 1998; Cherifi, 2002 ; Nyabyenda, 2005 ; Agridea, 2007; Tropiculture, 2013 ; Dominique, 2013).

Type de maladie	maladies	symptômes	Moyens de lutte
Fongiques	Mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>)	<p>Fanes : Sur les feuilles, apparition des taches huileuses jaunâtres à vert clair qui brunissent et sèchent. Taches entourées d'un duvet blanc à la face inférieure.</p> <p>Tiges : Mêmes symptômes que la face supérieure des feuilles</p> <p>Tubercules : Taches irrégulières grises plomb, coloration brun rouille des tissus, pourriture sèche évoluant parfois en pourriture humides (bactériose)</p>	<p>Méthodes culturales : Eliminer les plantes malades. Eviter l'excès d'azote. Lutter contre les mauvaises herbes. Butter soigneusement Détruire les fanes en cours d'attaque tardive brutale.</p> <p>Méthodes chimiques : Emploi de cuivre sous forme de bouillie bordelaise, 2 à 3 traitements à la dose de 5kg/ha, et d'autres produits cupriques utilisation de produits organiques de synthèse (cuprède, manebe, phaltane...) ou associations.</p>

	<p>Rhizoctone noir (<i>Rhizoctonia solani</i>)</p>	<p>taches brunes et sèches sur germes et parties enterrée de la tige</p> <p>dépérissement du germe</p> <p>fonte de la plante au début de culture</p> <p>enroulement de feuillage</p> <p>tubercule avec croute noir (sclérotés) et/ou perforations</p> <p>tubercules petits déformés.</p>	<p>rotation longue</p> <p>plantation retardé si conditions humides</p> <p>plants sains et certifiés</p> <p>éviter de blesser les plants et germes</p> <p>apport de matière organique</p> <p>planter en sol réchauffé (>10°C)</p> <p>récolter dès maturité</p>
<p>Bactériennes</p>	<p>Jambe noire (<i>Erwinia phytophthora</i>)</p>	<p>Noircissement et pourriture humide à la base des tiges</p> <p>Feuilles légèrement enroulées et de couleur jaune.</p> <p>Pourriture de tubercule qui se transforme en bouillie noirâtre visqueuse, dégage une odeur très désagréable</p> <p>Formation de cavités remplies d'un liquide visqueux, vitreux, brunâtre à jaunâtre au niveau de l'anneau vasculaire</p>	<p>Détruire tous les rejets</p> <p>Nettoyer à fond et désinfecter pour la semence</p> <p>Séchage des tubercules et utilisation en conservation</p>
	<p>La bactériose (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)</p>	<p>Pourriture des tubercules</p> <p>Flétrissement et la destruction de toute la plante</p> <p>En stock les tubercules infestés contaminent les tubercules sains</p>	<p>Utilisation des variétés résistantes ou tolérantes</p> <p>Utilisation des semences saines</p> <p>Arracher les plants malades</p> <p>Faire une bonne rotation culturale inclus de jachère</p>

virales	Virus de l'enroulement (PLRV)	<p>Enroulement de la base de feuilles supérieures</p> <p>Altérations de la couleur</p> <p>Enroulement des feuilles vers l'intérieur qui deviennent sèches et friables, et prennent une couleur brune</p> <p>Nécrose des tubercules</p>	<p>Utilisation de plants sains</p> <p>Utilisation des insecticides et huiles minérales</p> <p>Procéder à un défanage précoce</p>
	Virus de Mop Top (PMTV)	<p>Raccourcissement des entrenœuds au sommet sur les feuilles</p> <p>Taches en couronne sur les tubercules</p> <p>Des anneaux ou lignes de couleur brun rougeâtre sur les tubercules</p>	<p>Utilisation de variétés résistantes</p>
ravageurs	Nématodes Doré, à kyste, à galle	<p>Végétation chétive (faible)</p> <p>Les plantes sont rabougries et plus au moins fourchues</p> <p>Les tubercules récoltés sont petits et le rendement peut chuter de 75%</p>	<p>rotation longue</p>
	pucerons	<p>pas de dégâts direct sur le rendement : transmission de virus et phytoplasmes</p>	<p>Produits homologués à base de pyréthrine et huile de colza</p> <p>Favoriser les auxiliaires naturels</p> <p>Cultiver les plants dans les régions peu propices aux pucerons</p>

	<p style="text-align: center;">Teigne de pomme de terre <i>Phthorimaea operculella</i> Zeller</p>	<p>Galeries sur les feuilles, tiges, pétioles et les tubercules</p>	<p>La rotation des cultures L'utilisation des semences non infestées Un bon buttage en période de croissance et une bonne irrigation L'utilisation des pièges à phéromones. L'utilisation d'ennemies naturels L'utilisation des produits chimiques.</p>
--	--	---	---



Chapitre II

Généralité sur les huiles essentielles

II.1 Historique :

De tout temps, le règne végétal a offert à l'homme des ressources naturelles à son alimentation, à son hygiène et sa santé. **(Baomiovoste, 2009)**. Il semblerait que c'est les Egyptiens, dont l'histoire remonte à plus de 4000 ans qui furent les premiers à tirer parti du règne végétal, dans un souci esthétique et spirituel. Plus tard, la civilisation Arabe dont Bagdad, Bassora et Damas, étaient les principaux centres commerciaux. Cette dernière, développa le commerce des épices et des aromates et donna une grande impulsion à l'Art de distillation **(Baomiovoste, 2009)**.

Hermann Boerhave (1668-1738) fut l'un des premiers à décrire les huiles essentielles du point de vue chimique **(Baomiovoste, 2009)**. En 1929, Seveling un pharmacien français, étudia les huiles essentielles en médecine vétérinaire, et confirma le potentiel antimicrobien élevé, de ces substances aromatiques **(Baomiovoste, 2009)**.

Depuis deux décennies des études ont mené sur le développement de nouvelles applications et l'exploitation des propriétés naturelles des huiles essentielles, dans différents domaines **(Baomiovoste, 2009)**.

II.2 Définition des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des substances volatiles et aromatiques contenues dans des végétaux et extraites le plus souvent par entraînement à la vapeur ou par expression. Les huiles essentielles ne sont pas présentes dans toutes les plantes : parmi les 800 000 espèces végétales recensées, seules 10% sont capables de synthétiser une essence. Ces plantes sont alors dites « aromatiques ». **(Degryse et al., 2008)**.

Les huiles essentielles sont uniquement constituées de molécules aromatiques volatiles car de très faible masse moléculaire. Elles sont très inflammables et très odorantes. Les huiles essentielles sont de nature hydrophobe: elles sont totalement solubles dans l'alcool et les huiles (végétales ou minérales) mais pas dans l'eau. Bien qu'on les appelle huiles, ces substances ne contiennent aucun corps gras : contrairement à une huile végétale, une goutte déposée sur un papier s'évaporerait sans laisser de trace **(Degryse et al., 2008)**.

II.3 Répartition et localisation :

Selon **Bruneton (1999)**, les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, les plantes capables d'élaborer les constituants qui composent ces huiles essentielles sont connues sous le nom de plantes aromatiques, réparties dans un nombre limité de familles, ex: Myrtacées, Lauracées, Rutacées, Lamiacées, Astéracées, Apiaceae, Cupressacées, Poacées, Zingibéracées, Pipéracées, etc.

Tous les organes végétaux peuvent renfermer des huiles essentielles en particulier les sommités fleuries (Lavande, Menthe). On les trouve aussi dans les écorces (Cannelier), les racines (Vétiver), les rhizomes (Gingembre), les fruits (Anis, Fenouil, Badiane), le bois (Camphrier), les feuilles (Citronnelle, Eucalyptus), les graines (Muscade) et les boutons floraux (Clou de Girofle) (**Belaiche et al., 1979**).

Pour (**Guignard et al., 1985**), il n'existe pas de règle générale concernant les lieux d'accumulation des métabolites secondaires telles que les huiles essentielles dans l'organisme végétal. Par contre pour **Garneau (2004)**, la plupart des huiles essentielles se retrouvent dans des glandes). Les structures glandulaires et les cellules sécrétrices isolées peuvent se rencontrer dans tous les organes végétaux, végétatifs et reproducteurs. (**Belaiche et al., 1979**).

II.4 Fonction des huiles essentielles chez les plantes :

Les huiles essentielles permettent aux plantes de s'adapter à leur environnement et d'assurer leur ultime défense, elles jouent plusieurs rôles écologiques, interaction plante – plante (inhibition de la germination et de la croissance) et interaction plante -animale, pour leur protection contre les prédateurs (**Fouché et al., 2008**).

II.5 Propriétés physico-chimiques des HE :

On trouve généralement les HE incolores ou jaune pâle à l'état liquide à température ordinaire. Toutes les HE sont volatiles, odorantes et inflammables. Leur densité est le plus souvent inférieure à 1. Seules trois HE officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau, ce sont les HE de cannelle, de girofle et de sassafras.

Elles sont peu solubles dans l'eau, solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques. Elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation (**Jacques G et al., 1997**).

II.6 Toxicité des huiles essentielles:

Les HE sont des molécules actives. Elles peuvent avoir de graves effets secondaires. Il est important de respecter la posologie et la durée de la prise. Parmi ces effets, citons: des allergisants ou hyper sensibilisants, photo sensibilisants dus aux furocoumarines, neurotoxiques dus aux cétones, néphrotoxiques dus aux terpènes majoritaires dans l'huile essentielle de Térébenthine et des rameaux de Genévrier, hépatotoxiques dus aux phénols pris pendant des laps de temps trop importants ou à doses massives. L'eugénol, qui est l'un des constituants du Thym, est hépatotoxique. Chez l'enfant, 10ml eugénol peut conduire à une insuffisance rénale. Il a été démontré que le linalol, l'un des constituants d'une autre espèce de thym, est cytotoxique pour les cellules de la peau humaine (**Eisenhut, 2007 in Elkolli, 2008**).

II.7 Composition chimique des HE :

Les HE ont une composition assez complexe (**Azevedo et al., 2004**). On y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Les composés terpéniques sont formés d'unités isopréniques (en C5) et comprennent les monoterpènes en (C10), les sesquiterpènes (C15), les diterpènes (C20) et les triterpènes en (C30). Ils ont la même origine métabolique. Ces terpènes peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. En général, une HE est un mélange d'hydrocarbures et de

Composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures. Parmi ces composés oxygénés, on peut noter la présence d'alcools, d'esters, d'aldéhydes, de cétones, d'ether-oxydes et de carbures.

A l'intérieur d'une même espèce végétale, on observe des variations chimiques (qualitatives et quantitatives) importantes ayant conduit à admettre l'existence de races chimiques (exemple : Thymus à thymol, à geraniol, à carvacrol, à linalol). (**Cosentino S ; 1999**).

Et parmi les nombreux constituants d'une HE, l'un domine généralement ; On l'appelle composé majoritaire. La composition chimique des HE varie encore de façon appréciable avec le milieu et la période de la végétation. Elle peut aussi être modifiée au cours de l'extraction ou durant la conservation. (**JouN.T et al., 1997**).

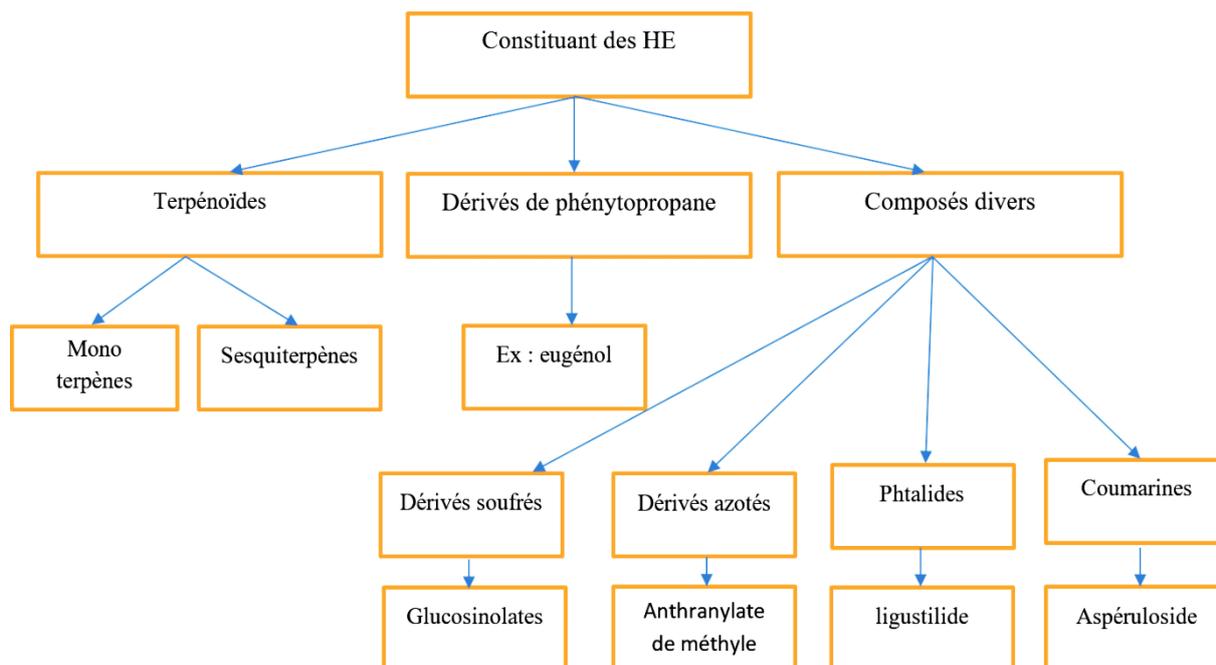


Figure07 : Schéma représentant les principaux constituants des HE (J. Kaloustian et F. Hadji –Minaglou, 2012)

II.8 Facteurs de variabilité des huiles essentielles :

Selon **Senator (1996) et al., (2004)** la présence ou l'absence de certains constituants dans la plante dépend de l'un ou de la combinaison de trois facteurs (le patrimoine génétique, l'âge et l'environnement de la plante). En effet, l'influence des facteurs environnementaux, comme la température, l'humidité (**Boira et Blanquer, 1998; Palà paul et al.,2001**), l'altitude et la latitude (**Azevedo et al., 2001- Oliveira et al ; 2005**), la nature du sol (**Oliveira et al.,2005- Peng et Yang, 2005- Zheljzakov et al .,2005**) sur la composition chimique et le rendement des huiles essentielles a été décrite.

Certains auteurs se sont préoccupés d'autres facteurs tels que le cycle végétatif (**Juteau et al., 2002- Schwob et al., 2004; Yaya et al., 2004- Jordan et al., 2006; Sefidkon et al.,2007**), l'âge et l'organe végétal (**Skoula et al., 1996-Silvestre et al., 1997 - Mockute et Judzentiene, 2003- Laouer, 2004**), la période de récolte (**Angelopoulou et al., 2002; Cavaleiro et al., 2003; Maderia et al., 2005 -Randrianalijaona et al., 2005**) les parasites, les virus et les mauvaises herbes (**Svoboda et Hampson, 1999- Smallfield, 2001**) qui influent sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles.

C'est ainsi que l'action des huiles essentielles est le résultat de l'effet combiné de leurs composés actifs et inactifs, ces composés inactifs pourraient influencer la disponibilité biologique des composés actifs et plusieurs composants actifs pourraient avoir un effet synergique (Svoboda et Hampson, 1999).

Le rendement et la composition chimique des huiles essentielles varient également en fonction de la méthode d'extraction (khajeh Et *al.*, 2004 et 2005-Viljoen et *al.*, 2006-Sefidkon et *al.*, 2007). La durée de séchage affecte aussi bien le rendement que la composition (Yayi et *al.*, 2004).

Les conditions principales requises pour une production rentable en huile essentielle sont: un bon matériel végétal, la variété de la plante, le sol, l'équipement de distillation, le climat (Smallfield, 2001).

II.9 Notion de chémotype :

La composition chimique de l'huile essentielle de certaines plantes peut varier à l'intérieur d'une même espèce. En effet une même plante aromatique, botaniquement définie, synthétise une essence qui sera biochimiquement différente en fonction du biotope dans lequel elle se développera; ces variétés chimiques sont communément appelées chémotypes, types biogénétiques, races chimiques ou races biologiques.

Biochimiquement différent, deux chémotypes présenteront non seulement des activités thérapeutiques différentes (Lydie, 2002) mais aussi des toxicités très variables (Baudoux, 1997). La non-connaissance de cette notion capitale et le manque de précision laissent la porte ouverte aux échecs thérapeutiques et à la toxicité de certaines d'entre elles (Laouer, 2004).

On voit selon Bruneton (1999) l'importance qu'il y a, pour assurer la qualité du produit et sa constance, à étudier, définir, et contrôler l'ensemble des paramètres, de la culture à l'élaboration du produit final. Toute généralisation s'avère hasardeuse.

II.10 Classification des huiles essentielles :

D'après Jean (1991), on peut classer les huiles essentielles en 03 groupes selon leur l'indice aromatique :

- ✓ Les huiles majeures: Elles agissent aussi bien sur les bacilles à Gram (+) ou à Gram (-). Ce sont des huiles dont l'action bactéricide est constante et forte. L'indice aromatique de cette classe se situe entre 0.45 et 0.88.

- ✓ Les huiles médiums : Elles sont moyennement antiseptiques. Elles assurent la transition entre les majeures et les essences spécifiques nécessaire à chaque malade. Elles ont une contribution efficace en cas de thérapie de relais. Leur indice aromatique se situe entre 0.45 et 0.10.
- ✓ Les huiles de terrain: Elles sont des huiles dont l'indice est inférieur à 0.1.

II.11 La norme AFNOR (NF T75-002) :

Définit les règles générales d'étiquetage et de marquage des récipients contenant des huiles essentielles. Pour assurer le consommateur de la qualité des huiles essentielles vendues, des laboratoires indépendants peuvent effectuer des analyses par chromatographie en phase gazeuse. Cela permet de connaître très précisément la composition biochimique qualitative et quantitative de l'huile essentielle : (Composés actifs majoritaires) et de rechercher éventuellement des traces de produits indésirables (comme des pesticides ou des produits chimiques ajoutés).

Il est conseillé de se procurer les huiles essentielles en pharmacie, où les fabricants sont tenus de fournir des dossiers de contrôle complets et où la traçabilité est totale. Ce n'est pas toujours le cas lors d'achats sur les marchés, boutiques de souvenirs ou Internet **Degryse et al., 2008**).

II.11 Les filière des huiles essentielles :

II.11.1 Phytothérapie :

L'aromathérapie est une branche de la phytothérapie qui utilise les HE pour traiter un certain nombre de maladies. Le terme aromathérapie vient du chimiste Français René-Maurice Gattefosse, qui a utilisé l'HE de lavande pendant la première guerre mondiale pour soigner des blessures et des infections. Selon lui, la lavande était plus appropriée pour traiter les infections que plusieurs antiseptiques utilisés à cette époque. Cette spécialité préoccupe de plus en plus des médecins et des pharmaciens qui ont publié un nombre important d'ouvrages d'aromathérapie **Roulier (1992)**.

Les HE sont largement utilisés pour traiter certaines maladies internes et externes (infections d'origine bactérienne ou virale, troubles humoraux ou nerveux). En médecine dentaire, plusieurs HE ont donné des résultats cliniques très satisfaisants dans la désinfection de la pulpe dentaire, ainsi que dans le traitement et la prévention des caries (**Kato et al.,**

1990,- Schwartz (1992)-Sourai (1989).

II.11.2 Utilisation en aéro-ionisation :

Dans les locaux, on peut aseptiser l'atmosphère avec un ionisateur d'huiles essentielles. Il se forme ainsi des aérosols vrais aromatiques, ionisés, créant de l'oxygène naissant ionique, fortement bactéricide, tout en contribuant à dépolluer l'atmosphère (**Inyoue et al., (Makarchuk et al.,1981)**). Elles servent dans la fabrication du "paragerm ", solution volatile à base d'essences naturelles (citron, lilas) à activité bactéricide, acaricide et fongistatique qui s'est révélée sans aucune toxicité pour l'homme aux doses utilisées. (**Mallea M., et al., 1979**).

II.11.3 Parfumerie et cosmétologie :

L'utilisation des HE dans les crèmes et les gels permet de préserver ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique et antioxydante, tout en leur assurant leur odeur agréable (**Vargas I., et al 1999**).

II.11.4 Industrie alimentaire :

En industrie alimentaire, on cherche toujours à avoir une conservation saine et de longue durée pour les produits consommés ainsi qu'une qualité organoleptique meilleure. Une nouvelle technique pour réduire la prolifération des micro-organismes réside dans l'utilisation des HE (**Lis-Balchin M.et al., 1998**).

Les plantes aromatiques et leurs HE sont utilisés dans la conservation des denrées alimentaires. Parmi le groupe diversifié des constituants chimiques des HE, le carvacrol, qui exerce une action antimicrobienne bien distinguée, est additionné à différents produits alimentaires en industrie agro-alimentaire. (**Fenaroli G, 1995**).

Ils y sont rajoutés pour rehausser le goût et pour empêcher le développement des contaminants alimentaires. (**Bilgrami K.S.et al 1992**). (**Busta F.F et al 1980**). (**Hitokoto H.,et al., 1980**).

II.12 La conservation des huiles essentielles :

A cause de leur évaporation rapide, leur sensibilité à l'air et à la lumière, les huiles essentielles doivent être conservées dans des flacons opaques et fermés hermétiquement (**Valnet, 1984; Salle et Pelletier, 1991**).

II.13 Activités biologiques et utilisations:

L'activité biologique d'une huile essentielle est liée à sa composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et à leurs effets synergiques. (Dorman *et al.*, 2000). Plusieurs travaux ont mis en évidence les différentes activités biologiques des plantes aromatiques et médicinales, en particulier leurs pouvoirs antifongiques, (Moleyar et Narasiham, 1986 ; Soliman et Badeaa 2002 ; Jazet *et al.*, 2009) .Antibactériens (Bourkhiss *et al.*, 2007 ; Magina *et al.*, 2009). Antioxydants (Bouzouita *et al.*, 2008) et insecticides (Erlef *et al.*, 2006 ; Tang *et al.*, 2007 ; CHENG *et al.*, 2009).

II.14 La production mondiale des huiles essentielles :

Il existe un grand nombre d'huiles essentielles connues dans le monde et plusieurs milliers d'entre elles ont été caractérisées. Cependant, de ce nombre, une faible proportion seulement présente un intérêt commercial. Cela s'explique par la composition chimique des huiles, les différentes utilisations possibles et leur coût de production.

On évalue qu'environ 300 produits naturels servent de matières premières pour l'industrie des parfums et des arômes. La demande mondiale a été estimée à 18,4 milliards de dollars US en 2004, alors qu'elle était de 8,3 milliards de dollars US en 1999 (World Flavours *et al.*, 2001).

La production mondiale en huiles essentielles est en nette évolution. Elle atteint plus de 35000 tonnes ces dernières années. Les principaux pays producteurs des huiles essentielles se retrouvent à travers tous les continents, notamment certains pays méditerranéens tels que l'Italie, l'Espagne, le Portugal, la France, la Croatie, l'Albanie et la Grèce.

Le continent asiatique, avec sa diversité de climats semble être le producteur le plus important d'huiles essentielles dont la Chine et l'Inde jouent un rôle important dans la production mondiale suivies de l'Indonésie, du Sri Lanka et du Vietnam. Tandis que certains pays producteurs des huiles essentielles en Afrique, incluant le Maroc, la Tunisie, l'Égypte et l'Algérie avec la Côte d'Ivoire, l'Afrique du Sud, le Ghana, le Kenya, la Tanzanie et l'Ouganda, ont des productions mineures. (World Flavours *et al.*, 2001).

II.15 Les procédés d'extraction des huiles essentielles :

Il existe différentes techniques d'exploitation des plantes aromatiques, les plus connus sont la distillation à la vapeur d'eau, l'expression à froid, l'extraction par les solvants et par les graisses Robert 2000 ; (Prous, 2006). Et l'extraction au CO₂ en phase supercritique (Pellerin, 1991 ; Wenqtang *et al.*, 2007).

Le choix du procédé d'extraction influe directement sur la qualité des produits et sur le rendement de l'extraction. Il est orienté par la localisation histologique et la composition chimique de ces essences. À l'échelle industrielle, le procédé le plus employé reste la distillation à la vapeur d'eau. Les principales raisons de cette préférence sont:

- ✓ La facilité de mise en œuvre du procédé,
- ✓ La sélectivité et donc la qualité des produits obtenus,
- ✓ Le procédé ne nécessite pas de dispositifs particuliers de sécurité.

II.15.1 Les méthodes de distillation à la vapeur d'eau :

La technique d'extraction des huiles essentielles, utilisant l'entraînement des substances aromatiques grâce à la vapeur d'eau tel que recommandé par l'AFNOR, est de loin la plus utilisée à l'heure actuelle. Les produits aromatiques sont entraînés par la vapeur d'eau sans subir d'altérations majeures. Franchomme, (P.; Péroël, D. 1990).

Il existe précisément trois différents procédés utilisant ce principe: l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion et l'hydrodistillation.

II.15.1.1 L'entraînement à la vapeur d'eau:

C'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. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique, L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile(P.; Péroël, D. 1990)..

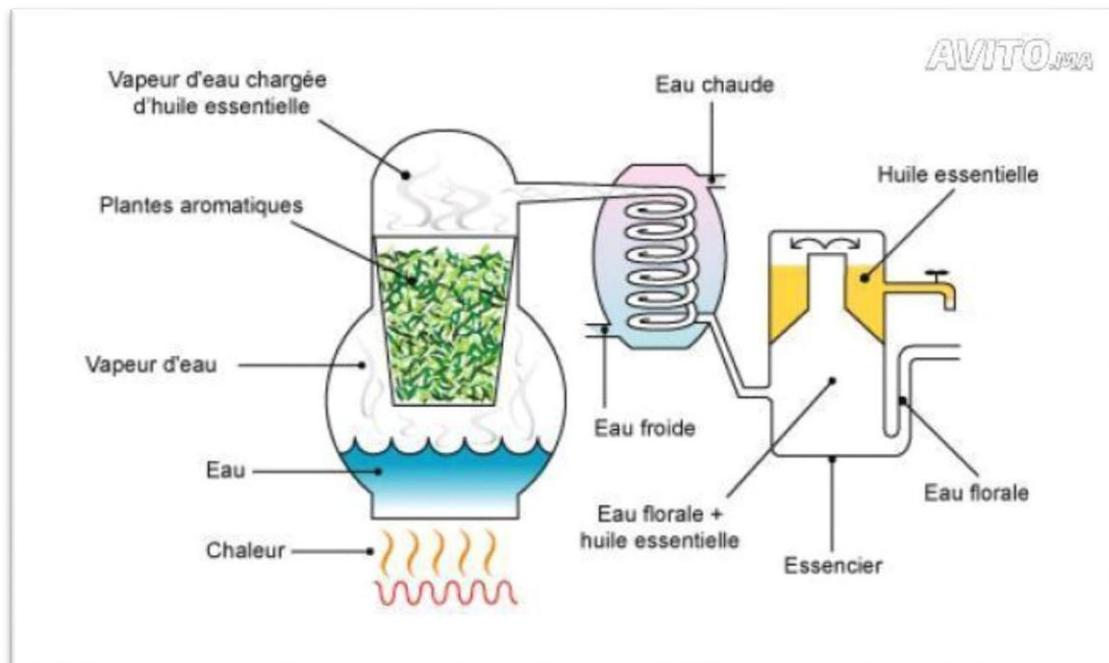


Figure 08 : Entraînement à la vapeur d'eau (Marie, 2006)

II.15.1.2 L'hydrodiffusion:

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur d'eau. Dans le cas de l'hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « vapeur d'eau –huile essentielle » dispersé dans la matière végétale. B. Meyer, 1984. Comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion présente l'avantage de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur.

II.15.1.3 L'hydrodistillation :

C'est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle. **AFNOR, Paris, 1992** et pour le contrôle de qualité (**Sainte Ruffine, 1996**). Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. L'ensemble est porté à ébullition. Les cellules végétales éclatent et libèrent les molécules odorantes, lesquelles sont entraînées par la vapeur d'eau créée.

Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat.

La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage de la phase aqueuse obtenue lors de la décantation. Le principe de recyclage est communément appelé cohobage. A l'échelle du laboratoire, le système utilisé pour l'extraction des huiles essentielles en accord avec la Pharmacopée Européenne est le «Clevenger». (**American Perfumer & Essential Oil Review, 1928**).

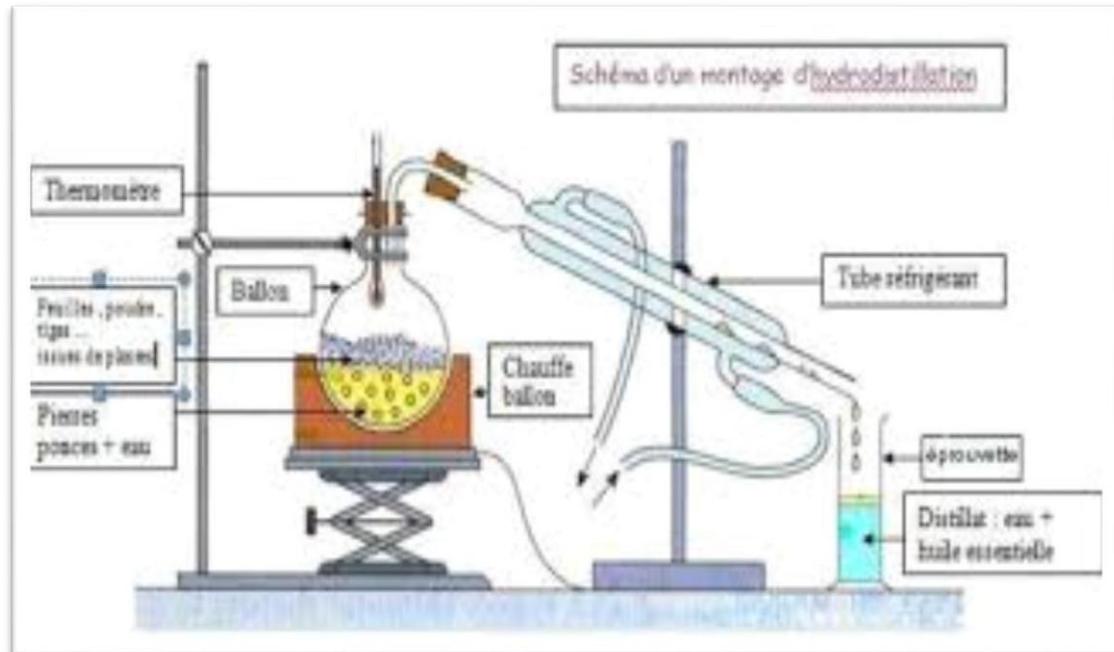


Figure 09: Appareillage utilisé pendant l'hydrodistillation d'huile essentielle (**Leon raul, 2005**)



Chapitre III

Présentation des Plantes Étudiées

III.1 Généralités sur la famille des Apiacées:

Les plantes aromatiques appartiennent à la fois au domaine des plantes médicinales et des matières premières industrielles d'origine végétale, et constituent des sources de substances naturelles complexes très importantes dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur. Ces propriétés dépendent de la présence d'agents bioactifs variés et appartenant à différentes classes chimiques (Mailhebiau, 1994 ; Anton et Lobestein, 2005). Parmi les plantes aromatiques, les Apiacées ou les ombellifères. Cette famille regroupe plus de 446 genres cosmopolites (Bousetla et al., 2005) et environ 3500 espèces (Filiat, 2012 ; Chibani, 2013).

Ce sont des plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, parfois arbustives, faciles à reconnaître grâce à leurs inflorescences typiques : les ombelles (Figure 10), qui peuvent être simples ou composées et munies de bractées appelées involuclles à la base (Chibani, 2013).

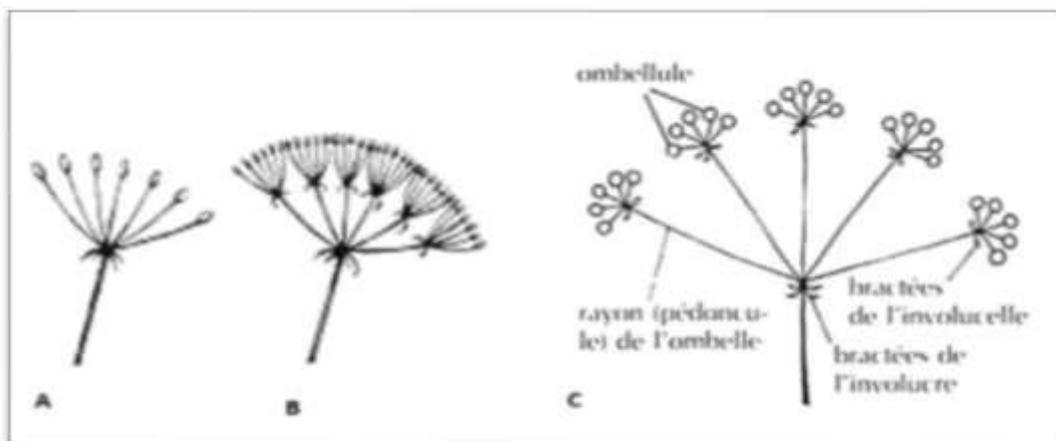


Figure 10 : Ombelles des Apiacées (Chibani, 2013).

A : Ombelle simple ; B : Ombelle composée ; C : Structure d'une ombelle

III.2 Répartition géographique:

Les Apiacées sont réparties dans toutes les régions tempérées mais surtout dans l'hémisphère nord et les montagnes tropicales (Filiat, 2012 ; Chibani, 2013), avec une prédominance pour le continent asiatique (Bousetla, 2005) (Figure 11), (Tableau 06).



Figure 11 : Répartition géographique des *Apiacées* (Bousetla, 2005)

Tableau 06 : Répartition mondiale des genres d'Apiacées (Bousetla, 2005)

Continent	Genres	Endémique
Afrique	126	50
Amérique	197	52
Asie	265	159
Australie	36	11
Europe	139	29

La famille des *Apiacées* occupe une place importante dans la flore algérienne car elle est représentée par 56 genres, 130 espèces (dont 24 endémiques) et 26 sous espèces (Benahmed, 2006).

III.3 Présentation des Apiacées étudiées

III.4 L'Aneth (*Anethum graveolens* L.)

III.4.1 Taxonomie:

Systématique *Anethum graveolens* L ou Aneth est classé selon (Dupont et al. 2012)

de la manière suivante :

- **Règne** : Plantae
- **Division** : Magnoliophyta

- **Classe** : Magnoliopsida
- **Ordre** : Apiales
- **Famille** : Apiacées
- **Genre** : *Anethum*
- **Espèce** : *Anethum graveolens* L.

Nom vernaculaire en Algérie : Al chabette

Nom usuel en français: L'Aneth (Wiersema et León, 1999 ; Boullard, 2001).

III.4.2 Description botanique:

L'aneth est généralement une plante herbacée annuelle, érigée pouvant atteindre 1,5 m de hauteur. La plante est glabre, vert foncé et légèrement striée de bleu au niveau supérieur, la racine est pivotante, longue et fine. Les tiges sont grêles, rondes et creuses, lisses, finement striées de bandes blanches et vertes.

Les feuilles sont alternes, de couleur bleu-vert ; les feuilles basales sont pétiolées, di- ou tripennatiséquées et se terminent en manières filiformes ; elles portent une gaine courte, bordée de blanc ; seules les feuilles supérieures sont sessiles.

L'inflorescence est formée d'ombelles composées et plates pouvant atteindre jusqu'à 20 cm de diamètre. Les fleurs sont de très petite taille, radiale*, chacune composée de 5 sépales à limbe non développé, de 5 pétales jaune à pointe recourbée vers l'intérieur, de 5 étamines saillantes, de 2 styles courts, d'un ovaire infère et bicarpellaire.

Le fruit est un diakène comprimé au niveau de la face dorsale. À maturité les deux méricarpes se détachent l'un de l'autre (Filliat, 2012).

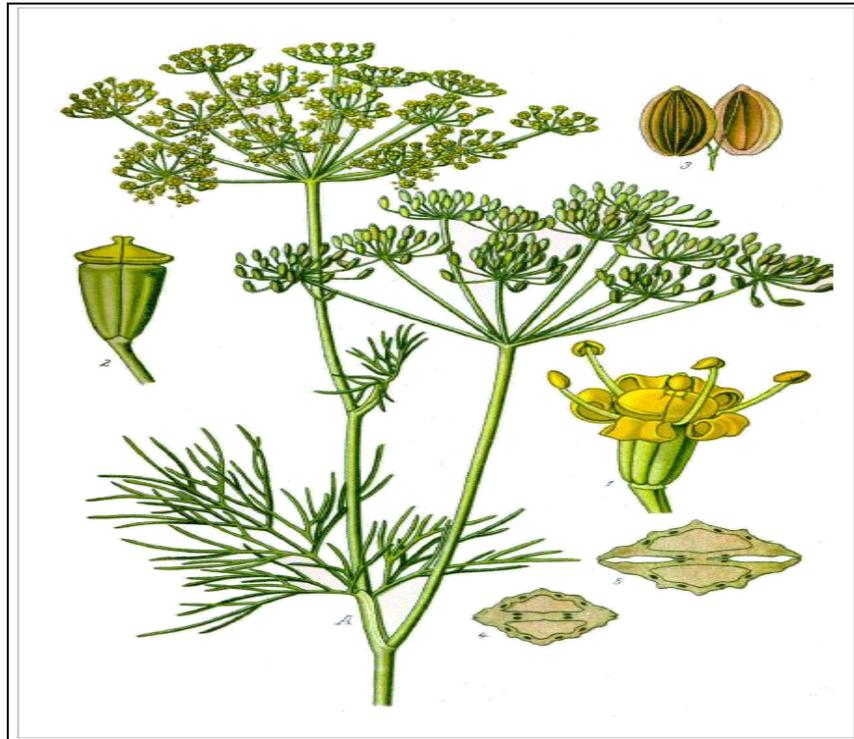


Figure 12 : Planche botanique de *Anethum graveolens* L. (Rasooli et al., 2016)

A : Tige ; **B :** Feuilles ; **C :** Fleurs ; **D :** Fruits

III.4.3 Habitat:

L'aneth est originaire de l'Europe du Sud, de L'Asie centrale et méridionale. A l'état sauvage, il pousse sur les friches. On le cultive notamment en Europe et en Amérique du Nord. (Larousse des plantes médicinales, 2001).

III.4.4 Huile essentielle d'aneth:

Les graines de l'aneth contiennent jusqu'à 5% d'huile essentielle (carvone et limonène), des flavonoïdes, des coumarines, des xanthones et des triterpènes. (Larousse des plantes médicinales, 2001).

III.4.4.1 Les principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle d'aneth:

- Chromatographie phase gaz du Iot NHE0086 : (Larousse des plantes médicinales, 2001).

Monoterpénones: carvone (44.39%), (E)-dihydrocarvone (0.74%), (Z) dihydrocarvone (2.84%).

Monoterpènes: limonène (49.70%), a-phellandrène (0.34%), p-cymène (0.15%), a-terpinène (0.70%).

- Chromatographie phase gaz du lot NHE0266 :

Monoterpénones: carvone (44.91%), (E)-dihydrocarvone (0.76%),

(Z)-dihydrocarvone (2.97%).

Monoterpènes: limonène (49.34%), alpha-phellandène (0.45%), para-cymène

(0.14%).

III.4.4.2 Les propriétés de l'huile essentielle d'aneth:

- ✓ Anti catarrhale, mucolytique, décongestionne les poumons.
- ✓ Cholagogue, cholérétique : stimule les fonctions du foie et du pancréas.
- ✓ Eupéptique : facilite la digestion et l'élimination des gaz.
- ✓ Diurétique.
- ✓ Anti-inflammatoire rénale.
- ✓ Antispasmodique.
- ✓ Favorise les règles.
- ✓ Action anticoagulante modérée (**Larousse des plantes médicinales, 2001**).

III.4.5 Principales utilisations

III.4.5.1 Usage culinaire:

C'est une épice très utilisée en Allemagne , en Hongrie , en Pologne , en Russie , en Roumanie , en Scandinavie , mais aussi en Inde , et dans de nombreux autres pays du monde.

- ✓ les feuilles, fraîches ou séchées, sont employées pour aromatiser différentes préparations culinaires, notamment les salades, les poissons, les viandes et les sauces.
- ✓ les graines servent pour parfumer liqueurs et confitures (**Filliat, 2012**).

III.4.5.2 Usage thérapeutique:

Dans l'histoire, il fut aussi utilisé pour l'épilepsie, et pour favoriser le lait des nourrices (chez les Grecs anciens), pour calmer les convives ayant trop bu dans les banquets (Charlemagne), pour ses vertus aphrodisiaques et contre les mauvais sorts (sorcières et mages du Moyen Âge), pour favoriser les capacités du cerveau (XVII^e siècle) (**Filliat, 2012**).

III.4.6 Toxicologie:

L'huile essentielle d'aneth peut entraîner une dépression du système nerveux central à type d'hypnotique faible et anticonvulsivant due à sa concentration en carvone et limonène.

L'aneth contient des furanocoumarines qui sont des agents photo sensibilisants pouvant entraîner une photo toxicité après exposition solaire (**Filliat, 2012**).

L'huile essentielle d'aneth bienfaisante en temps ordinaire peut s'avérer, en période de grossesse, toxique voire dangereuse pour l'enfant à venir. Les femmes enceintes doivent donc utiliser les huiles essentielles avec beaucoup de prudence et de circonspection (**Filliat, 2012**).

III.5. Le carvi ou Cumin des prés (*Carum carvi* L)

III.5.1 Taxonomie:

Le carvi ou Le cumin des prés (*Carum carvi* L.) est classé selon **Dupont et al. (2012)** de la manière suivante :

- **Règne** : Plantae
- **Division** : Magnoliophyta
- **Subdivision** : Spermatophytina
- **Classe** : Magnoliopsida (Dicotylédones)
- **Sous classe** : Rosidae
- **Ordre** : Apiales
- **Famille** : Apiacées
- **Genre** : *Carum*
- **Espèce** : *Carum carvi*

Nom vernaculaire en Algérie : karwia

Nom usuel français : Carvi, Anis des Vosges, Cumin des prés (**Wiersema et León, 1999 ; Boullard, 2001**), chervis, cumin de montagne (**Filia, 2012**).

III.5.2 Description botanique:

Le carvi (*Carum carvi*. L) est généralement une plante herbacée bisannuelle, de 30 à 100 cm de hauteur (Rajamanickam et al., 2013). Sa racine est pivotante, en fuseau, charnue et odorante alors que sa tige (Figure13 A) est sillonnée, anguleuse et ramifiée dès la base (Avry et al., 2003). Ses feuilles sont finement découpées (Figure13 B) et les fleurs (Figure13 C), petites et blanches à roses (Rasooli et al., 2016) ou encore rouges (Khan et al., 2016). Le fruit (Figure13 D) est un schizocarpe qui se compose de 2 méricarpes de 3 à 6 mm de longueur (Fang et al., 2010).

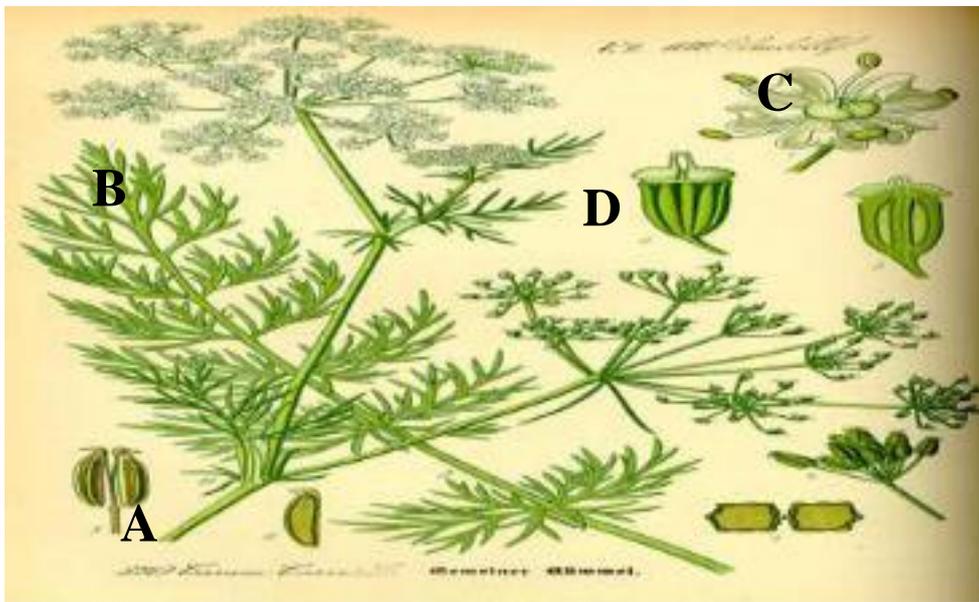


Figure 13 : Planche botanique de Le carvi (*Carum carvi* .L) (Rasooli et al. 2016)

A : Tige ; B : Feuilles ; C : Fleurs ; D : Fruits

III.5.3 Habitat et répartition géographique:

Le carvi est originaire d'Europe, d'Asie occidentale et d'Afrique du Nord où il est aujourd'hui cultivé en Pologne, aux Pays-Bas, en Hongrie et en Égypte (Filia, 2012).

III.5.4 Huile essentielle et principaux constituants:

Les fruits du carvi renferment au minimum 30 ml/kg d'huile essentielle (teneur calculée par volumétrie après entraînement à la vapeur d'eau) (Filia, 2012). La teneur en huile essentielle peut varier de 1 à 9 % (Khan et al. 2016).

Le composant majoritaire de l'huile essentielle des graines de carvi est le δ -carvone (45 à 95 %), suivi par le δ -limonene (1,5 à 51 %) (Malhotra, 2012; Agrahari et al., 2014; Khan et al., 2016 ; Rasooli et al., 2016) (Figure 14).

D'autres composés mineurs sont présents comme l' α -pinene, le linalool, le terpinene, le cymene, le carvacrol, le carvenone, ... (Agrahari et al, 2014). Les coumarines identifiées sont l'ombelliférone, la coumarine et le scopoletol (Malhotra, 2012).



Figure 14 : Composants majoritaires de l'huile essentielle des graines de carvi

(à gauche : δ -carvone, à droite : δ -limonene)

III.5.5 Usage traditionnel:

Le carvi est traditionnellement utilisé comme condiment ou épice grâce à sa saveur (Rasooli et al., 2016). De nombreuses propriétés lui sont attribuées, tel qu'un pouvoir antioxydant, antiseptique, effets sur le système digestif, sur le foie, le diabète (hypoglycémiant), ... Il est aussi carminatif, anti-flatulent, anti-inflammatoire, chimio préventif et antiprolifératif. Il présente une activité diurétique, analgésique, mais également antistress, sédative et anesthésique. Le carvi peut également être utilisé dans la lutte contre les bactéries, les champignons, les insectes, les virus, les vers et les mollusques (Kurian, 2012; Malhotra, 2012; Agrahari et al., 2014; Khan et al., 2016; Rasooli et al., 2016).

Le carvi et les produits qui en dérivent ne semblent pas présenter de toxicité pour l'être humain. Toutefois, à dose très élevée, il peut causer l'avortement ou être neurotoxique. Des doses trop élevées sur de longues périodes peuvent également engendrer des dégâts aux reins et au foie (Malhotra, 2012).

III La famille des Lamiacée

Les Lamiacées forment une famille très naturelle renfermant environ 2 600 à 2 700 espèces très voisines quant à leurs caractères botaniques et aromatiques. Les Lamiacées

s'étendent sur une aire de dispersion très étendue, surtout dans les régions tempérées et chaudes, particulièrement sur les rives septentrionales et orientales de la Méditerranée; sous les tropiques, on les rencontre sur tous sur les montagnes, mais elles ne manquent nulle part (Franchomme, 2001).

III.6 La Menthe verte (*Mentha spicata*)

La menthe, du nom latin *Mentha*, est l'une des plus anciennes plantes médicinales connues : les archéologues ont découvert ses feuilles dans des pyramides d'Égypte vieilles de 3000 ans. Les menthes sont des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes. Les menthes conservent depuis l'antiquité une diversité d'emplois et occupent une large place dans la thérapeutique. Sur le plan des principes chimiques, la plupart des espèces de menthe doivent leur odeur et activité à leurs huiles essentielles ou essences de menthe. Ces essences très odoriférantes ont un intérêt industriel important ; elles sont souvent extraites des plantes de la race cultivée avec de bons rendements.

Parmi toutes les lamiacées, les menthes se reconnaissent, en plus de leur odeur spéciale, à leurs fleurs très petites, à leurs corolles presque régulières à quatre lobes presque égaux et leurs quatre étamines également presque égales. Les principales caractéristiques de ces espèces sont :

- ✓ une tige quadrangulaire.
- ✓ des feuilles simples et opposées.
- ✓ L'odeur caractéristique qui se dégage par simple touché (Chibani, 2012).

III.6.1 Description de l'espèce *Mentha spicata*

III.6.1.1 Les noms vernaculaires de *Mentha spicata*:

Nom commun : menthe verte, menthe douce, menthe chewing-gum, menthe des jardins, menthe romaine, menthe sauvage, baume vert (Pauline, 2015).

Nom botanique : *Mentha spicata*. ; *Mentha viridis* L ; *Mentha silvestris* L. ; *Mentha longifolia* (Fournier, 1999).

III.6.1.2 Taxonomie et systématique :

- **Règne** : Plantae.
- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous-embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones
- **Sous-Classe** : Gamopétale.
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Lamiacée
- **Genre** : *Mentha*
- **Espèce** : *Mentha spicata* (Judd et al, 1999).



Figure15: *Mentha spicata* (Douay, 2008).

III.6. 3 Origines:

Les origines de la *Mentha spicata* sont incertaines. Selon certains botanistes, elle serait le résultat d'une hybridation très ancienne entre *Mentha rotundifolia* et *Mentha longifolia*.

Il semblerait que la menthe verte soit originaire de l'Amérique du nord.

III.6.4 Description botanique:

Plante vivace, robuste, de 50 cm à 1 mètre, d'un vert sombre, à odeur suave très pénétrante.

Tige : La tige de la menthe verte est dite quadrangulaire (carrée) ascendante (orthotrope). Elle est de couleur pourpre. La taille de la menthe verte peut atteindre au maximum une hauteur de 1,20 mètre mais en moyenne varie entre 0,30 et 0,60 m. Les tiges glabres ou glabrescentes, rameuses. La menthe verte est une plante à rhizomes traçants.

La menthe verte est originaire de l'Amérique du nord (Douay, 2008).

Feuilles : Les feuilles sont opposées persistantes, dentées en scie, vertes sur les 2 faces, glabres ou presque glabres (Douay, 2008).

Racines : La racine est une racine pivotante qui dure plus de 3 ans. On les trouve en dessous de chaque pied, des rhizomes (tiges souterraines) servent à la propagation de la plante (Douay, 2008).

Fleur : Les fleurs poussent en grappe à l'aisselle de la feuille. Elles sont zygomorphes et hermaphrodites. La fleur est pentamère oligostémone et ses pétales sont soudés (gamopétales) (Douay, 2008)..

Inflorescence : L'inflorescence est indéfinie en épi cylindrique dense. (Douay, 2008).

III.6.5 Habitat:

La menthe verte pousse essentiellement sur les terrains riches profonds et frais, elle n'aime pas les sols calcaires. On la trouve surtout en basse altitude dans les régions tempérées entre 400 et 1800 mètres. Elle préfère les lieux ensoleillés à semi ombragés. (Douay, 2008).

III.6.6 Phénologie:

La menthe verte fleurit de la fin du printemps au début de l'automne (de juin à septembre/octobre), parfumée et mellifère. Ses feuilles sont persistantes (Douay, 2008).

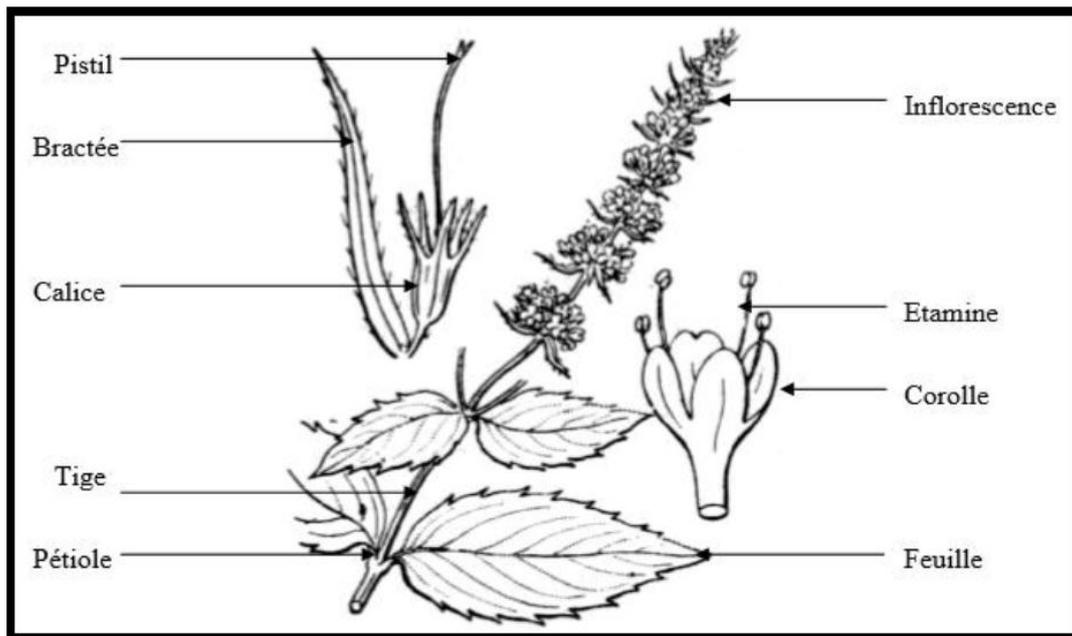


Figure 16: Les différentes parties constituant de l'espèce *Mentha spicata*

(Douay, 2008).

III.6.7 Usage**III.6.7.1 Usage Interne:**

La Menthe s'utilise contre l'atonie digestive, l'indigestion, la fatigue générale, les gastralgies, l'aérophagie, les spasmes gastriques et coliques, les flatulences, les diarrhées, le choléra, les parasites intestinaux, l'intoxication gastro-intestinale, les affections hépatiques les vomissements nerveux, et l'haleine fétide des dyspeptiques. On l'utilise aussi contre les palpitations et vertiges, les migraines, les tremblements, les paralysies, les règles insuffisantes ou douloureuses, l'asthme, la bronchite chronique, et la tuberculose (**Morigane, 2007**).

III.6.7.2 Usage Externe:

La Menthe s'utilise contre la gale, l'asthme, la bronchite, la sinusite, les migraines, les névralgies dentaires, et les moustiques. Contre l'asthme, la bronchite et la sinusite utiliser la Menthe en inhalations. Contre les migraines et les névralgies dentaires se masser avec l'huile essentielle de Menthe. Enfin pour éloigner les moustiques mettez quelques gouttes de Menthe sur votre oreiller (**Morigane, 2007**).



Partie pratique



Chapitre I

Matériel et méthodes

I.Objectif:

Notre travail consiste à mettre en évidence l'effet inhibiteur de la germination de la pomme de terre pendant le stockage, par l'utilisation des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la famille des *Apiacées* : l'aneth (*Anethum graveolens L*), le carvi (*Carum carvi*) et une *Lamiacée*, la menthe verte (*Mentha spicata*). Pour cela, nous avons réalisé une extraction par hydrodistillation des huiles essentielles des plantes utilisées et appliqué ces huiles sur la pomme de terre durant le stockage.

I.1. Matériel utilisé

I.1.1. Matériel non biologique

I.1.1.1. Matériel de l'extraction

Cette partie de l'expérimentation s'est déroulée au laboratoire de protection de Végétaux Faculté de Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université IBN KHALDOUN de Tiaret (février 2020). Le matériel utilisé pour la réalisation de l'extraction des huiles essentielles à partir des plantes étudiées est présenté dans la figure ci-dessous (**Figure 17**).



Figure17 : Montage d'hydrodistillation employé pour l'extraction d'huile essentielle: Clévenger (**Originale, 2020**)

A : chauffe ballon ; **B** : ballon contenant des feuilles de menthe ; **C** : réfrigérant

D : bécher ; **E** : arrivée et sortie de l'eau.

I.1.1.2. Matériel de traitement et conservation de la pomme de terre:



Figure18: Diffuseur de l'huile essentielle (Anonyme 2020).

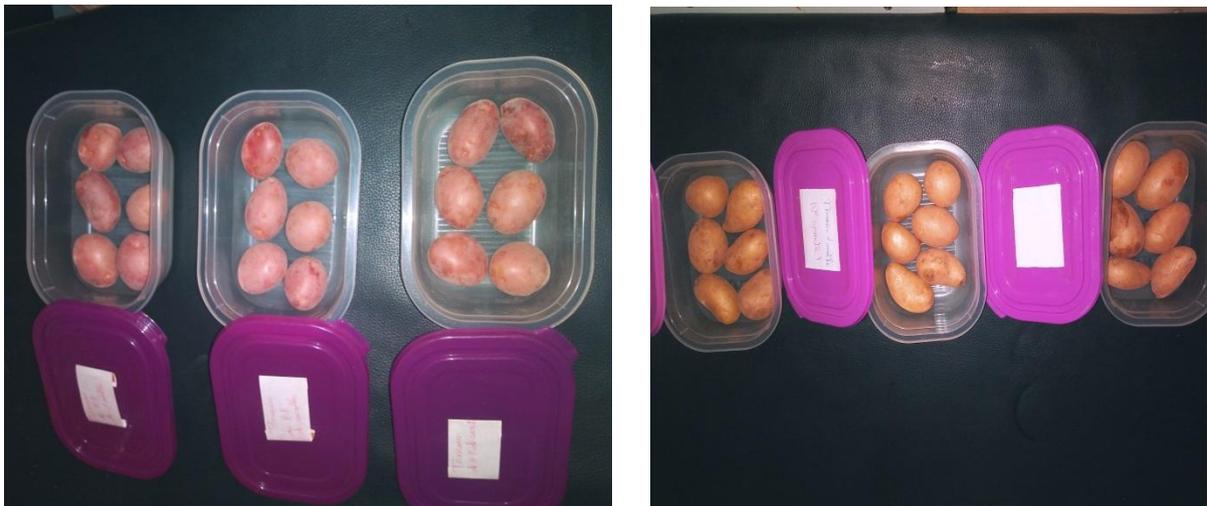


Figure19: Des boites plastiques pour la conservation de pomme de terre (Original 2020).

I.1.2. Matériel biologique

I.1.2.1. Matériel végétal

I.1.2.1.2 Plantes utilisées pour l'extraction

Le matériel végétal choisi pour notre travail est présenté par les graines sèches de deux plantes aromatiques de la famille des *Apiaceae* : l'aneth (*Anethum graveolens L*) (**Figure 21**), le carvi (*Carum carvi L*) (**Figure.22**) plus la troisième plante La menthe verte (*Mentha spicata*) de la famille Lamiacée (labiée) (**Figure 20**).

Parmi les critères de choix de ces plantes, leur utilisation dans l'assaisonnement de certains aliments (donc non toxiques) d'une part et le manque de travaux de recherche sur

leurs propriétés biologiques en particulier le pouvoir inhibiteur de germination de leurs huiles essentielles d'autre part.

Les plantes utilisées ont été achetées sous forme séchée. Les plantes de carvi et la menthe verte sont achetées à Tiaret quant à l'aneth, cette dernière provient d'Alger.



Figure 20: feuille de menthe verte
(Originale, 2020).



Figure 21: Grain d'aneth
(Originale, 2020).



Figure 22: Graines de carvi
(Originale, 2020).

Pour accomplir notre travail, nous avons effectué l'étude sur deux variétés de pomme de terre La Désirée et la Spunta, qui sont très répandues et très utilisées au marché Algérien.



Figure 23 : Tubercules de la pomme de terre variété Désirée (Originale, 2020).

I.1.2.2.1 Caractères descriptifs de la Désirée

Origine génétique de la Désirée est « Urgenta× Depesche » et son Obtenteur : BV de ZPC (Pays- Bas.) La Désirée est une variété de consommation, à maturité demi-tardive, à repos végétatif long, fort rendement, assez sensible aux maladies et ravageurs, forte résistance à la sécheresse, très bonne en conservation. Les tubercules de forme oblongue, de calibre moyen à gros, yeux superficiels à mi profonds, à peau rouge, chair jaune pâle farineuse (Figure21), la teneur en matière sèche est assez élevée. Les germes sont rouge violacé, de forme cylindrique et fortement pigmentés. La plante est de taille haute, port dressé, et de type semi rameux. Les feuilles de couleur vert gris mottent, elles sont moyennement longues et rigides. Les fleurs sont nombreuses avec de grandes corolles rose, les pédoncules longs et rougeâtre (**Anonyme, 2008**).



Figure 24 : les tubercules de la pomme de terre variété *Spunta* (**Originale, 2020**).

I.1.2.2.2 Caractères descriptives de la Spunta

L'Origine génétique de la Spunta est « Béa × U.S.D.A. 96- 56 », et son Obtenteur est J. Oldenburger (Pays- Bas).

Cette variété est la plus cultivée dans le monde, essentiellement destinée à la consommation, à maturité demi précoce, très productive, repos végétatif moyen. Très sensible aux maladies. Les tubercules sont gros, oblong, allongé, réguliers, des yeux très superficiels, à peau jaune et chair tendre et jaune (**Figure 24**) et à faible teneur en matière sèche 19%. La

plante est de taille haute, port dressé, de type rameux. Les feuilles de couleur vert franc, peu divisée. La floraison assez abondante de couleur blanche (Bourget , 1998).

I.2. Méthodes d'étude

I.2.1. Méthode d'extraction des huiles essentielles

I.2.1.1. Technique d'extraction par hydrodistillation

En utilisant un appareil hydrodistillateur de type Clevenger (**Figure 25**), une quantité de 50g de matière végétale a été mise dans un ballon contenant 500 ml de l'eau distillée.

L'ensemble est porté à ébullition pendant 2 heures. Les huiles essentielles sont alors entraînées par la vapeur d'eau, puis condensées en passant par le condensateur. Les huiles essentielles sont séparées de l'eau par décantation puis récupérées par une aiguille d'une seringue dans des flacons en verre. Nous avons procédé ainsi pour les trois plantes étudiées, jusqu'à l'obtention d'une quantité suffisante en huiles essentielles.

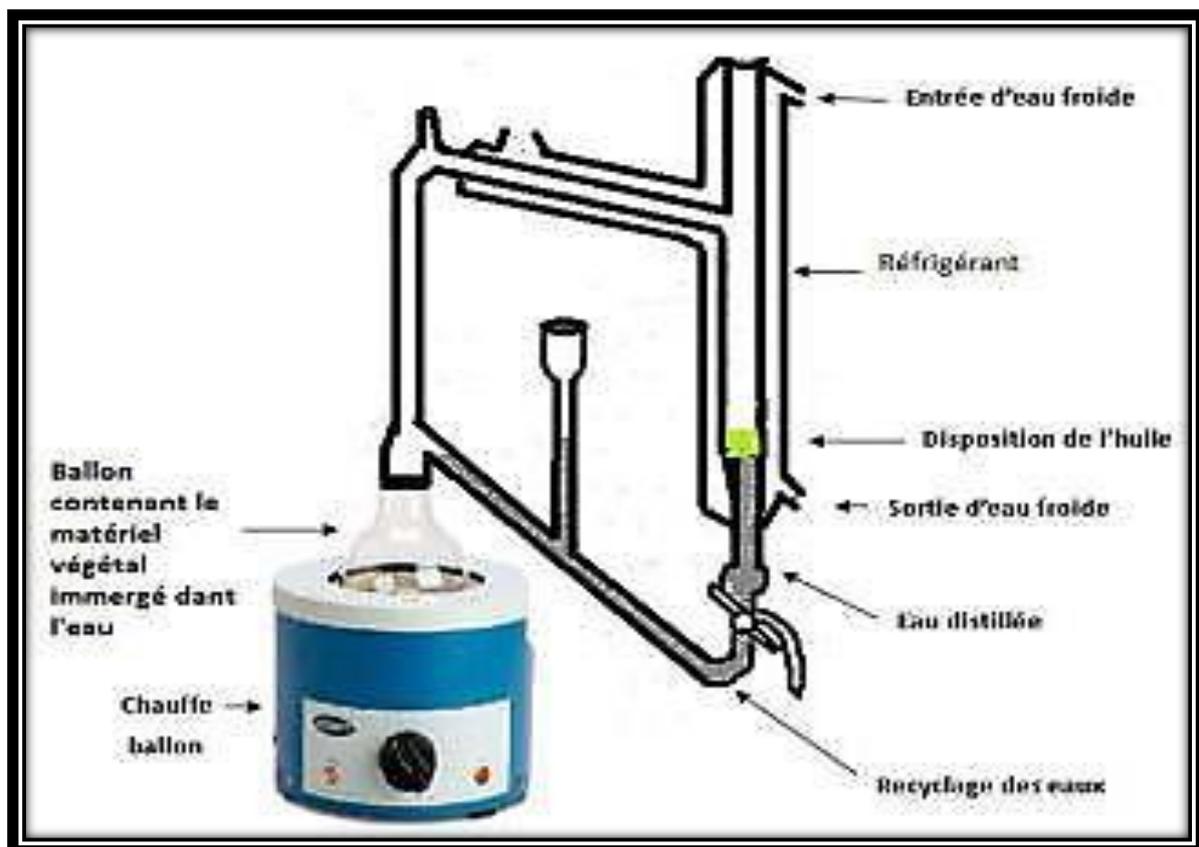


Figure 25: l'extraction par hydrodistillation (Willem, 2004).



Figure 26 : Etapes de l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillateur de type Clevenger (Originale, 2020)

I.2.1.2. Décantation :

La décantation est réalisée dans une ampoule à décanter de 250 ml, dans laquelle, le mélange précédant, se sépare en deux phases non miscible, pendant 24h. Le rendement en HE étant minime.

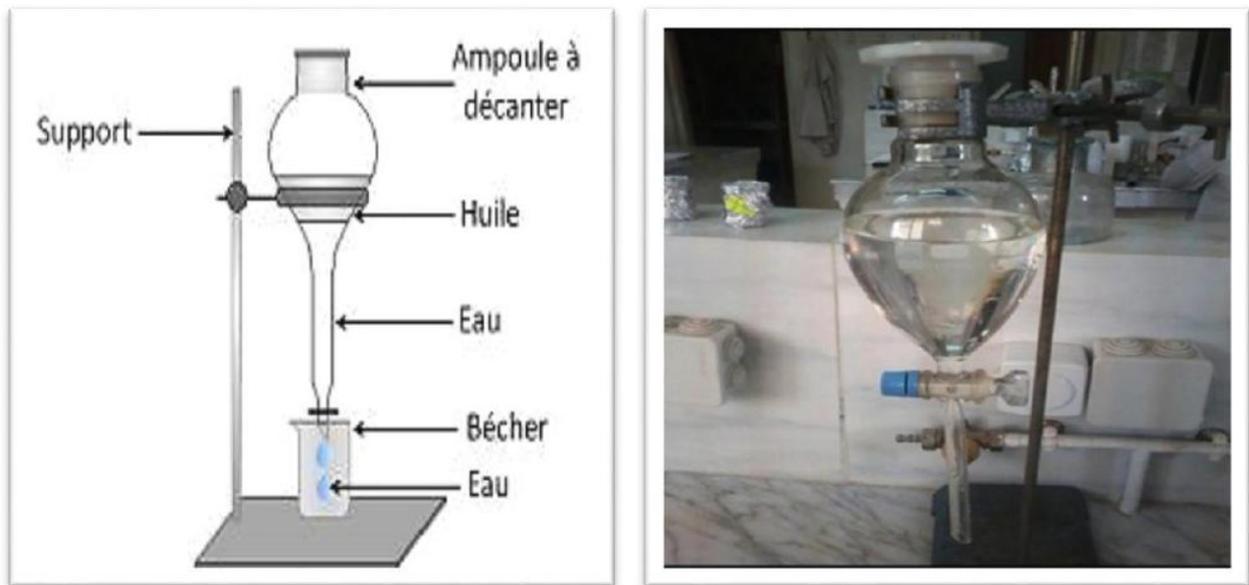


Figure 27 : Ampoule à décanter pour la séparation d'huiles essentielle (**Original 2020**).

I.2.2. Calcul du rendement en huiles essentielles

Le rendement en huiles essentielles est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse de la matière végétale utilisée (**Pharmacopée européenne, 2000**) :

$$\mathbf{R_{HE} = (M_{HE} / M_{MV}) \times 100}$$

R_{HE} : rendement en huile essentielle (%)

M_{HE} : masse de l'huile essentielle (g)

M_{MV} : masse de la matière végétale sèche (g)

I.2.3. Conservation des huiles essentielles

Après la décantation, les huiles essentielles de la plante sont récupérées et conservées à 4°C dans des tubes en verre, fermés hermétiquement et enveloppés de papier aluminium, pour préserver de l'air de la lumière et des variations de température, qui sont les principaux agents de dégradation car, une huile altérée perd son activité biologique (Hellal, 2010).



Figure 28 : Huiles essentielles dans des flacons en verre couverts de papier aluminium (Originale, 2020)

I.2.4 Tests de l'activité anti germinative

I.2.4.1 Collecte des tubercules de deux variétés de pomme de terre:

Les tests de mise en évidence de l'existence d'effets inhibiteurs des huiles essentielles sur la germination des tubercules ont été réalisés sur deux variétés de pommes de terre : La désirée et la spunta.

Tableau 07: les variétés de pomme de terre utilisées:

Espèce	Nom scientifique	variété	Source
Pomme de terre (rouge)	<i>Solanum tuberosum.L</i>	La Désirée	achetée du marché local de Tiaret
Pomme de terre (Blanche)	<i>Solanum tuberosum.L</i>	La Spunta	achetée du marché local de Tiaret

I.2.4.2 la préparation des différentes concentrations des HEs:

Les quantités d'huiles essentielles utilisées sont 0,1; 0,15 et 0,2 ml respectivement pour *Mentha spicata*, *Carum carvi* et *Anethum graveolens* ;il est à noter que ces quantités sont choisies en fonction de la teneur de ces plantes en carvone.

Tableau 08: les doses de HS utilisées:

HS utilisé	La dose (ml)	% de Carvone
<i>Mentha spicata</i>	(0,1 ml d'HS+5ml d'Hydrolat)	75 à 80% (Larousse des plantes médicinales, 2001)
<i>Carum carvi</i>	(0,15 ml d'HS+5 ml d'Hydrolat)	45 à 75 % (Larousse des plantes médicinales, 2001)
<i>Anethum graveolens</i>	(0,2 ml d'HS+5ml d'Hydrolat)	44 à 39% (Larousse des plantes médicinales, 2001)

I.2.4.3 Technique d'application des huiles:

Tous les tests de germination sont réalisés dans des boites de plastique pour tester l'effet de chaque huile essentielle sur la germination de pomme de terre, on a utilisé 08 boites de 100g pour chacune. La diffusion des trois huiles essentielles par l'appareil à diffuser a conduit à une infiltration hautement efficace dans le stock de tubercules et à l'inhibition du procédé de germination. Nous précisons que la germination est réalisée à l'obscurité; à une température moyenne de 25 C°.

Les deux variétés ont été stockées pendant plus d'un mois sans germination.

Les figures **29, 30, 31** montrent les étapes suivre:

- A.** Placer les mini tubercules dans les boites de plastique.



Figure 29: Les boîtes utilisées pour le test de germination (Original 2020).

B. Mettre le mélange (huile essentielle plus hydrolat) dans le diffuseur.



Figure 30: Les trois huiles essentielles utilisées dans le réservoir du diffuseur (Original 2020).

C. Accorder le tuyau avec le diffuseur puis combiner les deux avec la boîte pendant 1 heure.

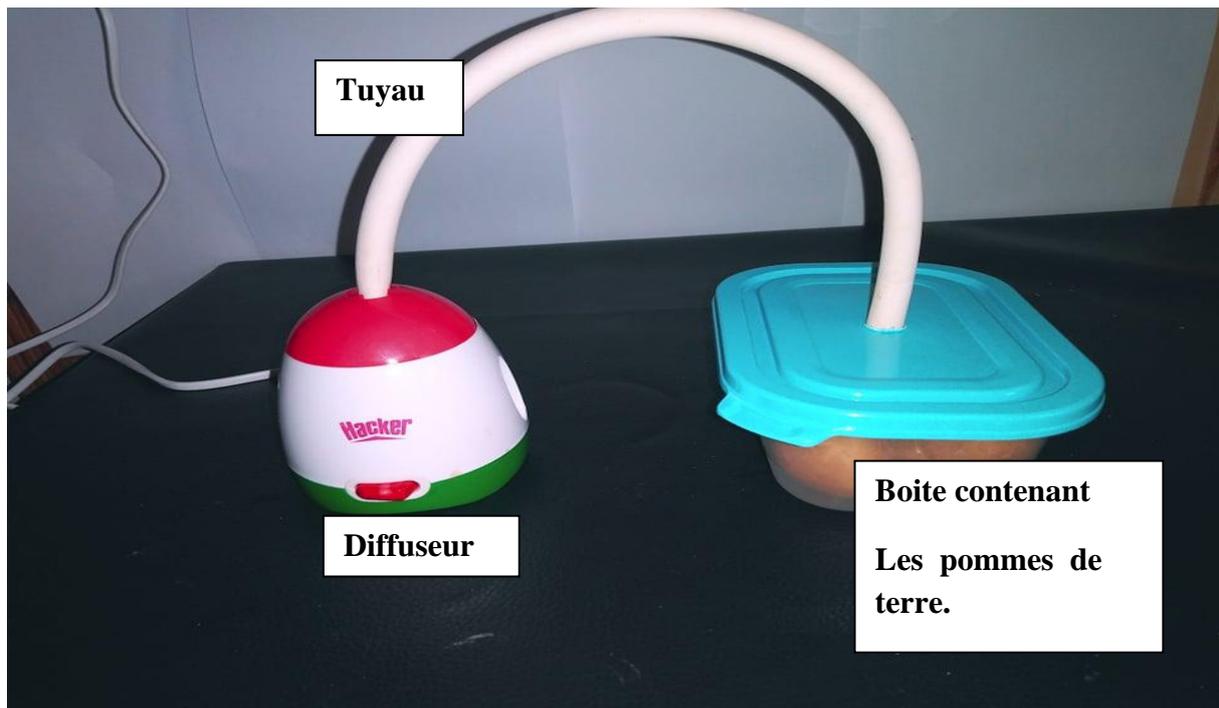


Figure 31: le traitement des tubercules par le diffuseur de l'huile essentielle. (Original 2020).

Il est à noter que chaque traitement est répété trois fois.

Tableau09 : Test statistique des résultats obtenus pour le pourcentage d'inhibition de la germination des tubercules de pomme de terre sous l'effet des trois huiles essentielles par rapport au tubercules témoins à l'aide de l'analyse de la variance (P = 5%) utilisant le logiciel SPSS 20 (Statistical Package of Social Sciences).

Paramètre et variété	Probabilité	Témoin	<i>Mentha spicata</i>	<i>Carum carvi</i>	<i>Anethum graveolens</i>
Inhibition de la germination « Désirée »(%)	0,00	0%	100%	93%	85%
Inhibition de la germination « Spunta »(%)	0,00	0%	100%	90%	81%

age of Social Sciences).



Chapitre II

Résultat et discussion

II .1 Rendement en huile essentielle :

Détermination du rendement en huile essentielle :

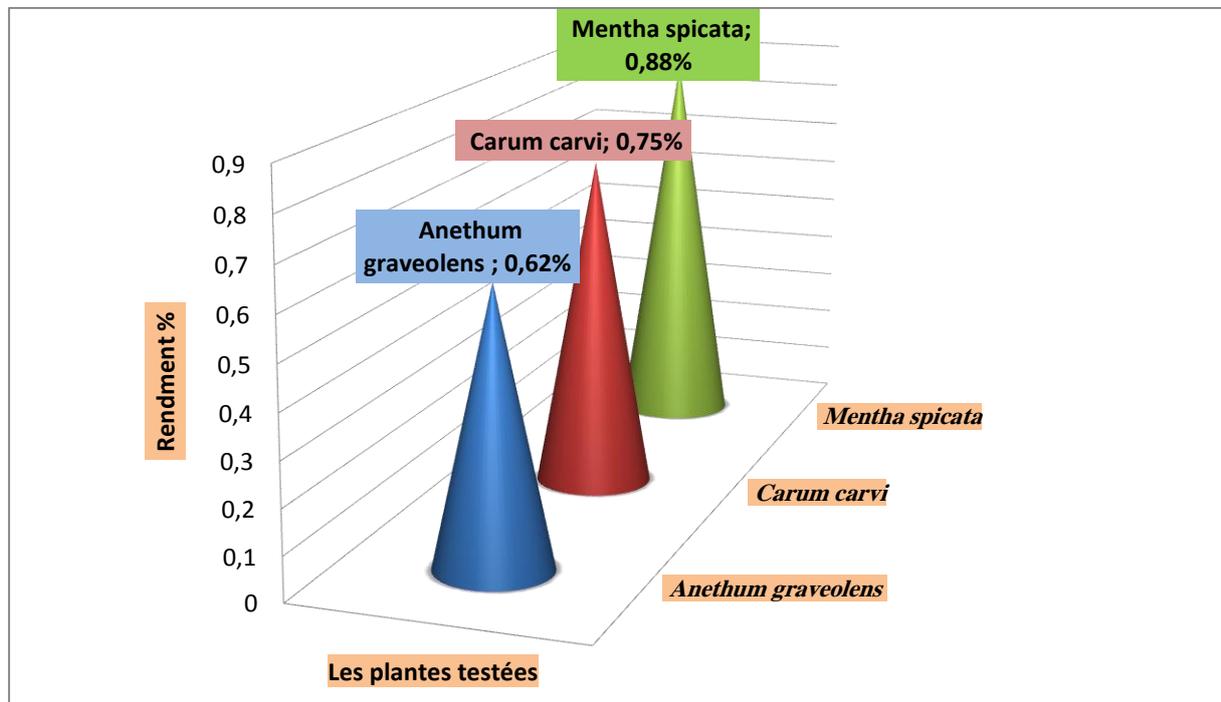


Figure 32: Rendement (en %) des huiles essentielles extraites des graines de *Anethum graveolens*, *Carum Carvi* et les feuilles de *Mentha spicata*.

Le rendement en huile essentielles issues des graines d'*Anethum graveolens* est de **0,62%** alors que celui obtenu à partir des graines de *Carum carvi* est de **0,75%** et à partir des feuilles de *Mentha spicata* est **0,88%**.

II.2. Propriétés organoleptiques des huiles essentielles d'*Anethum graveolens*, *Carum carvi* et de *Mentha spicata*:

Les huiles essentielles obtenues après l'extraction par hydrodistillation des graines d' *Anethum graveolens*, *Carum carvi* et les feuilles de *Mentha spicata* sont des liquides homogènes, d'une couleur jaune claire et une forte odeur anisée pour le carvi (**Figure 35**) et d'une couleur jaunâtre ayant une odeur aromatisée pour la menthe (**Figure 33**) et un liquide mobile, incolore et à odeur plus ou moins camphrée pour l'Aneth (**Figure 34**) . Ces résultats sont conformes aux normes d'**AFNOR (1992)** et à la **pharmacopée japonaise (1986)**.



Figure 33: H E de *M. spicata*
(Originale, 2020)



Figure 34 : H E d'*A. graveolens*.
(Originale, 2020)



Figure35: H E *C. Carvi*
(Originale, 2020)

II.3 Activité antigerminative:

Après 45 jours de stockage, l'expérience est arrêtée et le pourcentage de germination de chaque variété et dans chaque boîte est déterminée.



Figure 36: Test de germination chez le lot témoin des variétés (désirée et Spunta) après le stockage.
(Original 2020).



Figure 37: Test de germination de (désirée et Spunta) avec l'HE de *Mentha spicata* après le stockage (Original 2020).



Figure 38: Test de germination de (désirée et Spunta) avec l'HE de *Carum carvi* après le stockage (Original 2020).



Figure 39: Test de germination de (désiré et Spunta) avec l'HE d' Anethum graveolens après le stockage (Original 2020).

II.4.1 Résultats sous le traitement de l'HE de Traitement au Carum carvi:

Les résultats de germinations des tubercules traités par l'huile essentielle de Carum carvi sont résumés dans (le tableau 10).

Le tableau 10: Le résultat et traitement du Carvi:

Variétés	Traitement (ml)	Taux d'inhibition (%)
Témoin (Spunta +Désirée)	00	00
Spunta	(0,15 ml d'HS+5 ml d' Hydrolat)	91
Désirée	(0,15 ml d'HS+5 ml d'Hydrolat)	93

II.4.2 Résultats sous le traitement de l'HE de Mentha spicata:

Les résultats de germinations des tubercules traités par l'huile essentielle de Mentha spicata sont résumés dans (le tableau 10).

Le tableau11: Le résultat et traitement de la menthe verte:

Variétés	Traitement (ml)	Taux d'inhibition (%)
Témoin (Spunta +Désirée)	00	00
Spunta	(0,1ml d'HS+5ml d'Hydrolat)	100
Désirée	(0,1ml d'HS+5ml d'Hydrolat)	100

II.4.3 Résultats sous le traitement de l'HE d'*Anethum graveolens*:

Les résultats de germinations des tubercules traités par l'huile essentielle d'*Anethum graveolens* sont résumés dans le **tableau 12**.

Le tableau 12: Le résultat et traitement de l'Aneth:

Variétés	Traitement (ml)	Taux d'inhibition (%)
Témoin (Spunta +Désirée)	00	00
Spunta	(0,2 ml d'HS+5ml d' Hydrolat)	81
Désirée	(0,2ml d'HS+5ml d' Hydrolat)	85

II.5 Pourcentage d'inhibition de germination:

Pourcentage d'inhibition, explique la capacité de la substance de la carvone à inhiber la germination des tubercules. Il est évalué en calculant le rapport de nombre de tubercules témoins moins le nombre de tubercules traités par rapport au nombre total des tubercules témoin. (**Figure 41**) illustre les variabilités dans le pourcentage de germination des tubercules des trois plantes testées à différentes concentrations des HEs et des tubercules témoins.

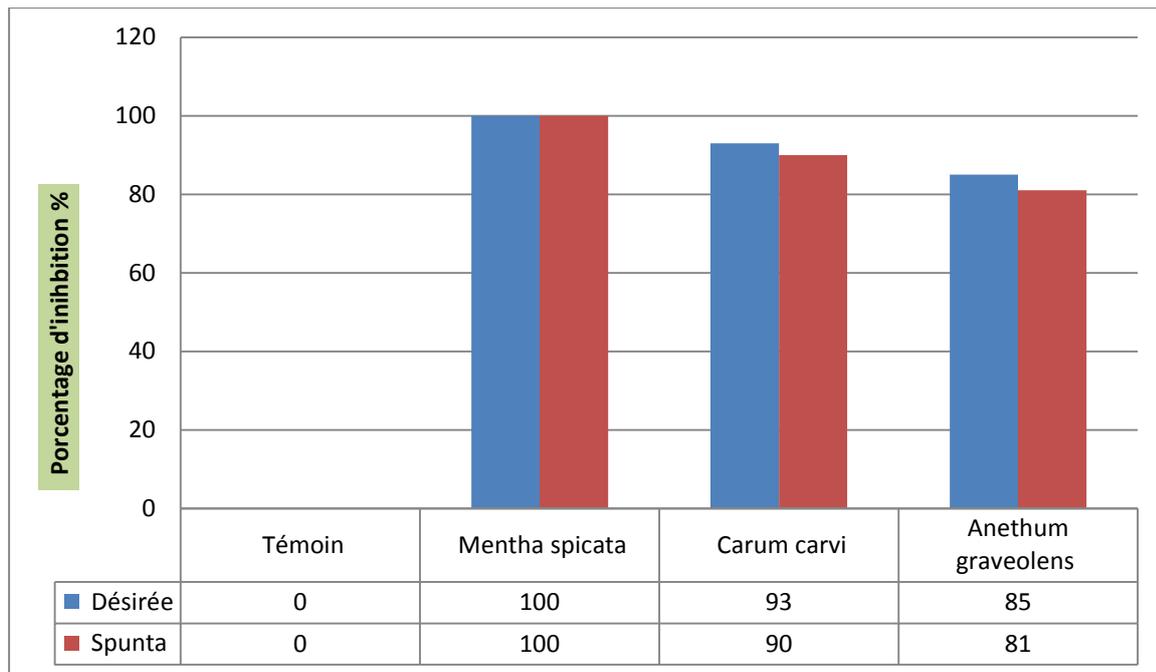


Figure 41: Pourcentage d'inhibition rapporté pour les tubercules de *Spunta*, *Désirée* et témoins traités par les trois l'HEs à différentes concentrations.

La figure 41 montre nettement un pourcentage d'inhibition 100 % pour les tubercules traités par l'HE de *Mentha spicata*. Pour les tubercules traités par l'HE de *Carum carvi* et *Anethum graveolens* affichent une diminution sensible des taux d'inhibition, à savoir 93% et 90 % respectivement pour les variétés Désirée et Spunta.

II.6 Discussion:

Au terme de notre travail nous constatons clairement que les HES de (*Anethum graveolens*, *Carum carvi* et *Mentha spicata*) ont un effet anti germinatif, cet effet est fonction de la quantité et le pourcentage de la molécule de carvone qui contient dans l'huiles essentielles utilisées.

Le mode d'action possible de la Carvone au niveau moléculaire a d'abord été élucidé sur des études animales menées sur des rats. Ces études ont mis en évidence l'effet réducteur du cycle des monoterpènes sur l'activité des enzymes HMG-CoA réductases. Ces dernières jouent, chez les plantes, un rôle important au niveau de la production de nombreux métabolismes secondaires y compris les hormones végétales telles que l'ABA, GA, cytokinines et des composants des membranes cellulaires (Bach, 1987 ; Bach et al., 1991 ; Weissenborn et al., 1995 ; Bach et al., 1999). En ce qui concerne la pomme de terre, la Carvone apparaît comme un intermédiaire principal dans la dégradation de la HMG-CoA réductase. Les huiles

essentielles *d'Anethum graveolens*, *Carum carvi* et *Mentha spicata* possèdent un avantage considérable sur la réversibilité de son action d'inhibition. De manière générale, après l'application d'un inhibiteur de germination et en cas de nécrose légère, le méristème redevient viable après quelques temps de stockage (**Figure 42**).

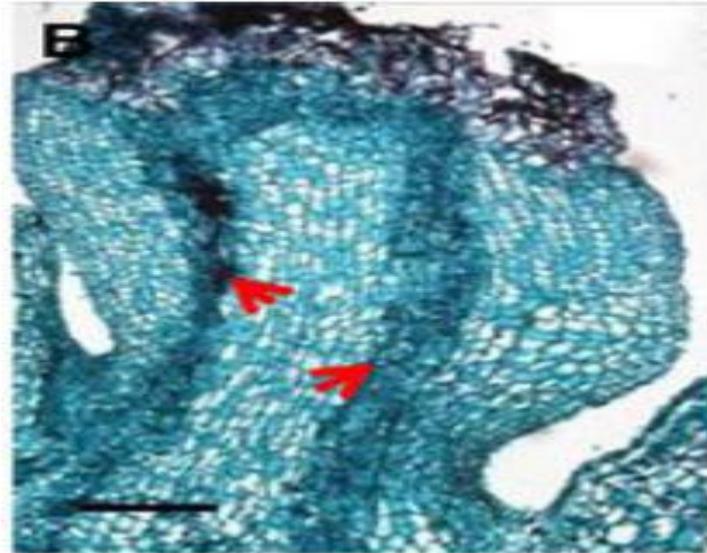


Figure 42: Effet de la menthe sur le méristème et les tissus vasculaires après 2 jours de traitement
Au terme d'une semaine, la nécrose du bourgeon est complète (**Carlier 2015**).

D'après (**Gausselin 2012**) les molécules qui inhibent la germination du tubercule agissent en détruisant les germes en formation à condition de bien respecter la dose d'emploi préconisée et de laisser le contenant des tubercules au repos. Il doit rester fermé pendant au moins 48 heures, le temps que le produit agisse, pour éviter une déperdition trop rapide en huile essentielle, particulièrement volatile. Pour détruire au mieux le méristème à l'origine du germe, la première application doit être réalisée assez tôt, au plus tard au stade point blanc. L'opération doit être renouvelée, lorsque la germination reprend et au plus tard à nouveau au stade point blanc. Les applications s'échelonnent après quelques semaines, en fonction de la variété et de la température de stockage.

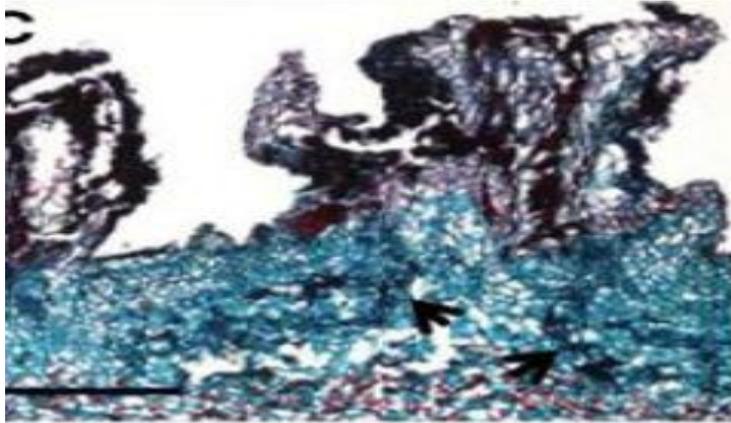


Figure 43: Méristème des bourgeons après 7 jours de traitement (Carlier 2015).

La rémanence du produit est d'environ un mois puisqu'on observe après cette période une diminution des effets et l'apparition de bourgeons axillaires. C'est pourquoi les applications doivent être répétées lors de stockages prolongés pour garantir une bonne efficacité (Teper-Bannolker 2010). Cependant, il a été constaté qu'un simple lavage à l'eau du robinet des tubercules quelques jours après le traitement réduit complètement l'effet de l'huile de menthe. Les bourgeons axillaires apparaissent d'ailleurs quelques jours plus tard (Figure 43).

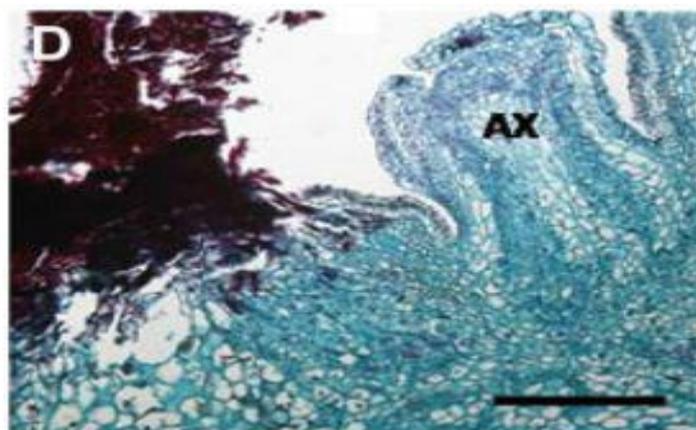


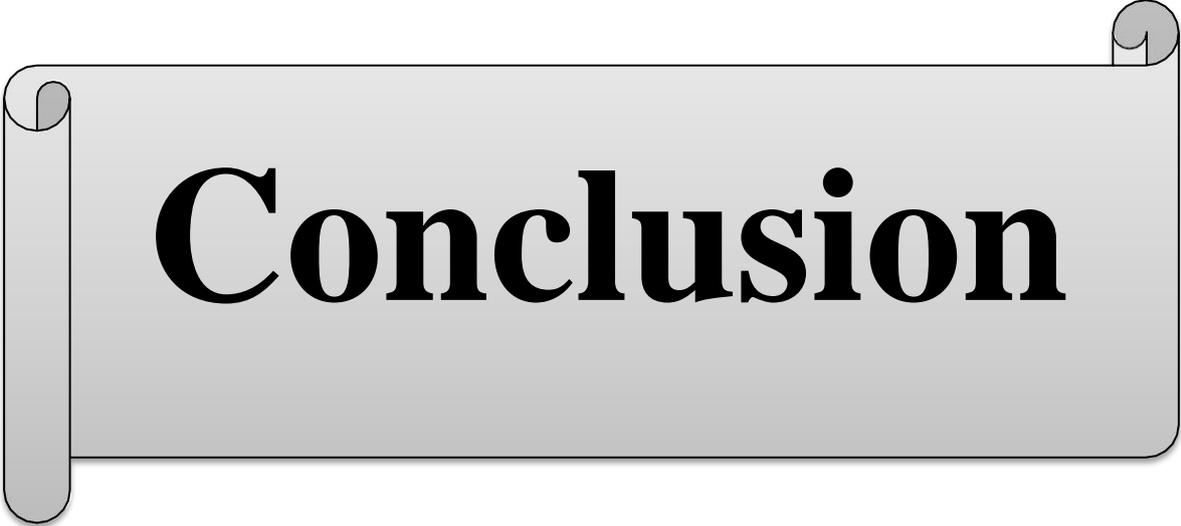
Figure 44: Apparition d'un bourgeon axillaire après lavage à l'eau (Carlier 2015).

Ce phénomène a été vérifié sur l'ensemble des variétés, d'autant plus sur les variétés à faible dominance apicale comme la spunta qui voit son nombre d'yeux latéraux considérablement augmenter (Figure 46) (Carlier 2015).



Figure 45: Cas particulier des variétés à faible dominance apicale la spunta (**Carlier 2015**).

Si cette caractéristique de réversibilité est un avantage indéniable sur ses adversaires du point de vue écotoxicité, elle peut devenir problématique dans certains débouchés. En effet si le nombre d'yeux devient trop important, il sera difficile d'obtenir de gros tubercules fils. Ceci peut être pénalisant pour les plants destinés à la consommation (**Carlier 2015**).



Conclusion

conclusion

Conclusion

Beaucoup de plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage de posséder un très large éventail d'activités biologiques. C'est pourquoi l'étude des plantes aromatiques est toujours d'actualité car elle offre de nouvelles perspectives en aromathérapie.

Parmi ces métabolites secondaires on retrouve dans une grande mesure les huiles essentielles, qui sont des liquides extrêmement puissants synthétisés naturellement dans diverses parties des plantes : feuilles, tiges, bulbes, racines, graines, fleurs, écorce,...etc. Ces substances sont sécrétées à des fins précises de protection des végétaux contre les agents pathogènes et les prédateurs et également pour leur permettre de s'adapter et de survivre.

Il existe un grand nombre d'huiles essentielles connues dans le monde et plusieurs milliers d'entre elles ont été identifiées. Leur composition chimique diffère d'une huile à une autre et beaucoup présentent des intérêts multiples mis à profit dans différents secteurs (pharmacie, parfumerie, cosmétique, agroalimentaire, ...) pour leurs propriétés thérapeutiques et organoleptiques.

Notre étude concerne l'extraction d'huiles essentielles de *Mentha spicata*, *Carum carvi* et *Anethum graveolens* par hydrodistillation qui présente la particularité d'être à la fois simple, peu coûteuse et facile à mettre en œuvre pour une meilleure compréhension des conditions fondamentales nécessaires pour réaliser ce processus. Ce travail s'est initialement fixé comme objectif dans un premier temps la réalisation pratique de l'extraction des HEs.

La détermination du rendement et enfin l'étude de l'effet antigerminatif.

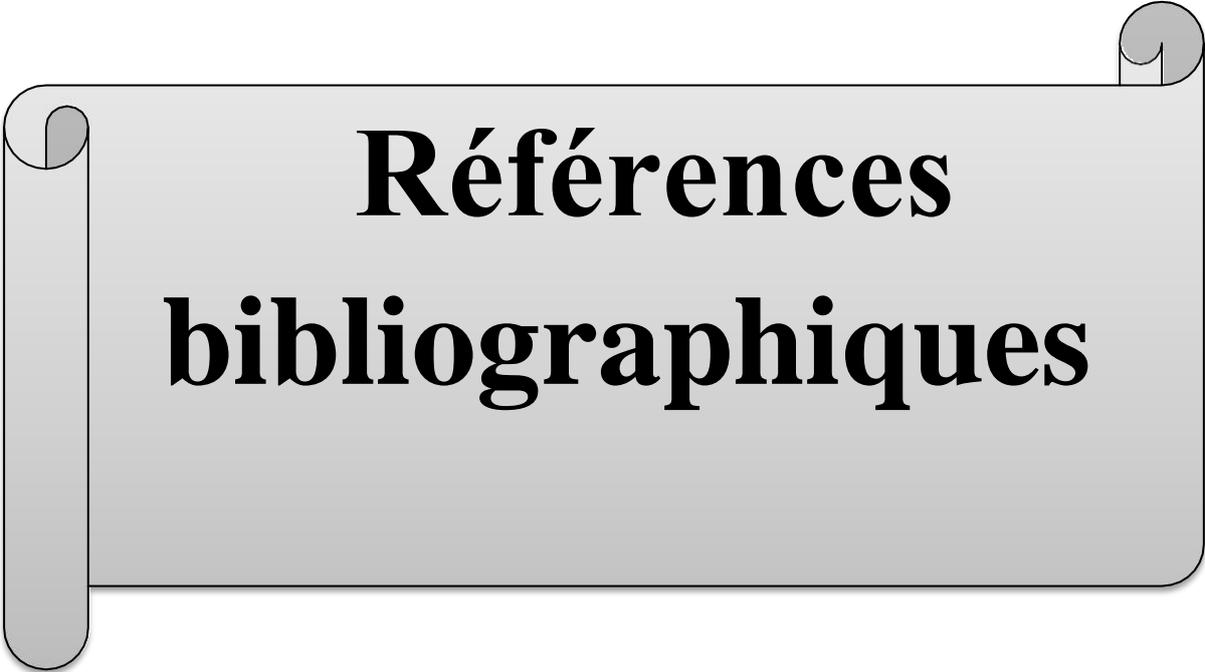
La mise en évidence de la teneur en huiles essentielles des feuilles de *Mentha spicata* ainsi que des graines de *Carum carvi* et *Anethum graveolens* révèle que la meilleure concentration a été obtenue chez *Mentha spicata* soit 0,88%. Chez *Carum carvi* et *Anethum graveolens*, les valeurs du rendement en huiles essentielles sont respectivement 0.75% et 0.62% des valeurs qui concordent avec les normes AFNOR.

L'application des HEs de *Mentha spicata*, *Carum carvi* et *Anethum graveolens* a mis en exergue un pouvoir antigerminatif important sur les variétés de pomme de terre testées (*Désirée* et *Spunta*), selon les quantités utilisées. En se référant aux résultats affichés on peut prédire que nos huiles essentielles peuvent servir comme base d'inhibition biologique.

conclusion

De plus l'utilisation des formulations volatiles à base des plantes aromatiques et médicinales peut présenter de nombreux avantages par rapport aux produits de synthèse actuels. Il est à noter que nous n'avons pas trouvé de travaux traitant l'effet antigerminatif des HEs de carvi et de l'aneth, nos résultats ouvrent une porte vers d'autres travaux qui peuvent confirmer nos résultats et surtout pour définir les doses minimales à utiliser et exploiter au mieux ces substances biologique qui sont moins nocives que les produits chimiques utilisés habituellement pour le stockage de la pomme de terre comme le Chlorprophame (CIPC) ,qui jusqu'à maintenant était seul utilisable.

Ces résultats préliminaires peuvent être complétés par d'autres études plus approfondies (rendement, détermination de la concentration minimale inhibitrice des tubercules, modes d'application de ces huiles, et essais sur d'autres variétés de pomme de terre. Il serait souhaitable de déterminer les composantes qui ont un effet direct sur les autres variétés.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

A

- Agrahari P. & Singh D.K., 2014. A review on the pharmacological aspects of *Carum carvi*. *J. Biol. Earth Sci.* 4(1), M1–M13.
- Agridea (2007). Pomme de terre. Maladies. *Agridea. Bio* 44.51
- Agronomie info (2016). Des exigences agro-écologiques de la pomme de terre. *Agronomie Info*
- Akli E.Y. et Berbar H. (2008). Contribution à l'étude de la filière de la pomme de terre en Algérie cas de wilaya de Tizi Ouzou. Mémoire d'ingénieur. Université MMTO. 82P
- Anonyme (2008). Variétés de pomme de terre cultivées en semences en Grande Bretagne. Informations fournis par la base de données des variétés de pomme de terre britannique. Ed Potato Council.
- ARTHUR, E.ROSE, 1965. *Technique of organic chemistry, Vol. IV Distillation*, 2nd Edition John Wiley and sons, New York, pp 130.
- Avry M.-P. & Gallouin F., 2003. *Epices, aromates et condiments*, Belin, Paris.

B

- Bach TJ Synthesis and metabolism of mevalonic acid in plants, *Plant Physiology and Biochemistry*, 25, p163-178 1987
- Bach TJ, Boronat A, Caelles C, Ferrer A, Weber T, Wettstein A Aspects related to mevalonate biosynthesis in plants, *Lipids*, 26, p637-648 1991
- Bach TJ, Boronat A, Campos N, Ferrer A, Vollack KU Mevalonate biosynthesis in plants, *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 34, p107-122 1999
- BAOMIOVOSTE A., 2009. Comparison of essential oil composition of *Carum copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry*, 86:587-591.
- BAUDOUX D., 1997. Un procédé, une analyse, une définition. *Aroma News. Lettre d'information de N.A.R.D: Natural Aromatherapy Research and Development.*

Références bibliographiques

- Bensaandi H. (2008). Fertigation de la pomme de terre. Département d'horticulture .IAV Hassan II. Rabat. Maroc.
- BELAICHE P., 1979 L'aromatogramme; traité de phytothérapie et d'aromathérapie Tome 1.M.S.A.Editeur, Paris, 204P.
- Belaid H. (1996).contribution à la production de plants de la pomme de terre (Solanum Tuberosum.L ., variété Diamant) par culture in vitro. Mémoire d'ingénieur
- .UMMTO. 60P.
- Bernhards U. (1998). La pomme de terre Solanum Tuberosum.L. Monographie. institue National Agronomique. Paris.grignon. 219-230P.
- Bernhards U. (1998). La pomme de terre Solanum Tuberosum.L. Monographie. institue National Agronomique. Paris.grignon. 219-230P.
- BILGRAMI K.S., SINHA K.K., SINHA A.K., 1992. -Inhibition of aflatoxin production and growth of *Aspergillus flavus* by eugenol, onion, and garlic extracts. Indian. J. Med. Res. 96, 171-175.
- Boufares K. (2012). Comportement de trois variété de pomme de terre (spunta Désirée et chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Mémoire de magister. Université Aboubekr Belkaid. Tlemcen.78P.
- Boussa K. (1999).contribution à l'étude de la production de plants de pomme de terre par technique de la culture in vitro. mémoire d'ingénieur. UMMTO.
- BOIRA H., BLANQUER A., 1998. Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in *Thymus piperella*L. Biochemical Systematic and Ecology, 26:811- 822.
- BOUZOUITA N., KACHOURI F., BEN HALIMA M., CHAABOUNI M.M., 2008. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*, J. Soc. Chim. Tunis., 10, p119-125.
- Bruneton J, 1999 Pharmacognosie, phytochimie, medicinal plants, Paris,Lacoirier, 915P (Technique et Documentation).

C

- CHENG S., HUANG C., CHEN Y., YU J., CHEN W., and CHANG S., 2009. Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species, *Bioresour. Technol.*, 100, 452-456.
- Chibane A. (1999). Technique de production de la pomme de terre au Maroc. Bulletin de liaison et d'information du PNTTA. Transfert de technologie en agriculture N°52. P04.
- Chibani, S., (2012). Etude photochimique et biologique de six plantes médicinales de l'est Algérien. Thèse de doctorat en Sciences. Université Constantine. P.38
- Ciqual A. (2013). La pomme de terre. Un trésor nutritionnel. Cnipt pomme de terre de France.
- CNCCSP (2010). Bulletin de variétés de pomme de terre, centre national de contrôle et certification des semences et plants.
- COSENTINO S., TUBEROSO C.I., PISANO B., SATTA M., MASCIA V., ARZEDI E., PALMAS F., 1999. In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. *Lett Appl Microbiol.*,29(2): 103-105.

D

- DEGRYSE A.C., DELPLA I., VOINIER M.A., 2008. Atelier Santé Environnement – IGS – EHESP p2-5(94)
- DORMAN H.J.D., 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oil, *Journal of Applied Microbiology*. 88: 308-316.
- Douay, S., (2008). Systématique des Angiospermes. Faculté libre des sciences et technologies. P. 2- 3
- DSA Ain-Defla (2012). DSA d'Ain-Defla. Evolution de la mise en œuvre des contrats de performance – Campagne agricole 2011-2012, Réalisation au 3ème trimestre 2012.
- Ducreux G .et Rossignol M. (1986). Botanique, La pomme de terre. N°17. PP 193-203
- Dupont F. & Guignard J.-L., 2012. : les familles de plantes, Issy-les-Moulineaux 408
- EISENHUT M., 2007. The toxicity of essential oils.p3.

Références bibliographiques

F

- FAO (2008). La pomme de terre. L'année internationale de la pomme de terre. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et agriculture FAO.
- FENAROLI G. Fenaroli's Handbook of flavor ingredient, 3rd ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla. 1995.
- Filliat P., 2012 Les plantes de la famille des apiaceae dans les troubles digestifs Faculté de pharmacie de Grenoble 129P.
- Fournier, P., (1999). Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Tome III menthe à zacinthe. P.11

G

- GRYSOLE J., 2004 ; La commercialisation des huiles essentielles. Manuel pratique des huiles essentielles: de la plante à la commercialisation. P139-141.
- Gocher I. Et Lusson J. (2001). La pomme de terre et ses transformations. Projet tuteuré. IUT du Montes. Nancy. Barbois.
- Gravouelle J.M. (1987). Essai d'application d'un fortifiant phytosanitaire « Cernat E 30 » sans et avec mancozebe sur la pomme de terre *Solanum tuberosum* pour quatre variétés (Spunta, Mondial, Akira, Liesta). 81P.
- GUIGNARD J L., COSSON L. ET HENRY M., 1985 Abrégé de phytochimie. Ed. Masson Paris, pp.155 - 174.

H

- Haverkort J. et Human Z. (1987). La pomme de terre. Bulletins d'information technique. 136p
- Hawkes J.G. (1990). The potato, evolution, biodiversity and genitic resources. London, Belhaven Press, 259P.
- Horton D.E. (1987). Ptatoes in the third word. The courier 102. 82-48P.
- HITOKOTO H., MOROZOMI S., WAUKE T., SAKAI S & KURATAH.

Références bibliographiques

➤ <http://www.csl.gov.uv/ienica/seminars/ic> Press, USA UK.

I

➤ INYOUE S., GOI H., MIYOUCHI K., OGIHARA M & IWANAMI I. Inhibitory effect of volatil components on the proliferation of bacteria. *Bokin.Bobai*. 1983.11 : P 609- 615. 1992, 5(3) : 147-150.

➤ Isabelle C. (2016). Pomme de terre. Panorama des variétés. Gerbeaud .Société Nationale d’horticulture de France et de l’association de journalistes de jardin et de l’horticulture.

➤ ITCMI (2010). Fiche technique valorisée des cultures maraichères et industrielles (la culture de la pomme de terre).institut technique des cultures maraichères et industrielle. ITCMI. 3p.

J

➤ J. KALOUSTIAN ET F. HADJI –MINAGLOU. La connaissance des huiles essentielles, qualilogie et aromathérapie. Editions Springer Verlag ; Paris ; 2012

➤ JACQUES G. PALTZ S.A. Le fascinant pouvoir des huiles essentielles. Fascicule du laboratoire “Jacque Paltz”. 1997.

➤ Judd, S., Campbell, S., Kelloga, A., Stevens, P. (1999). Botanique systématique. Edition de Boek. Paris. P.323

➤ JUTEAU F., MASOTTE V., BESSIERE J.M. AND VIANO J; 2002 Compositional characteristics of essential oil of *Artemisia campestris* var.*glutinosa*. *Biochemical Systematic and Ecology*, 30:1065-1070.

➤ J.C. 2004 *Ocimum gratissimum* L., Siège de variation chimiques complexes au cours du développement. *Comptes Rendus Chimie*, 7:1013-1018.

K

➤ KATO T., LIJIMA H., ISHIHARA K.,KANEK T., HIRAI K., NAITO Y & OKUDA K.- Antibacterial effect of listerine on oral bacteria. *Bull. Tokyo. Dent. Coll.* 1990. 31(4) : 301-307.

➤ Kechid M. (2005). Physiologies et biotechnologies de la micro tubérisation de la pomme

Références bibliographiques

de terre, solanum tuberosum. L. mémoire de magister. Université Mentouri de Constantine. 154P.

- Khan R.M., Ahmad W., Ahmad M. & Hasan A., 2016a. Phytochemical and Pharmacological Properties of *Carum carvi*. *Eur. J. Pharm. Med. Res.* 3(6), 231–236.
- Kleinklopf G.E. (1983). Potato in corp.-water relation teare.ID. 287-305.
- Kotchi et Olivier S. (2004). Détection du stress hydrique par thermographie infrarouge. Application à la culture de la pomme de terre. Chapitre III Matériel et méthodes. Université laval.

L

- LAOUER H. 2004 Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ammoides pusilla* et de *Magydaris pastinacea*.Thèse de Doctorat d'état,Département de Biologie, Faculté des sciences, UFA de Sétif. Lausanne. P: 635
- Laummonier R. (1979). Culture légumière et maraichère Tomme III, Ed .J.B, Baillier. P209-247
- LIS-BALCHIN M., BUCHBAUER G., HIRTENLEHNER T. & RESCH M. antimicrobial Activity of *Pelargonium* essential oils added to a quiche filling as a model food system. *Lett Appl Microbiol.* 1998,27(4): 207-210.
- Larousse Encyclopidie des plantes Médicinales, 2001, identification, Préparation, soin, Paris, 335P
- Larousse agricole (2002).Larousse Agricole, 498-501p.

M

- Malhotra S.K., 2012b. Caraway. In: *Handbook of Herbs and Spices: Volume 2.* Woodhead Publishing Limited, 225–248.
- MAGINA M.D.A., DALMARCO E.M., WISNIEWSKI A., SIMIONATTO E.L., DALMARCO J. B., PIZZOLATTI M. G., and BRIGHENTE I. M. C., (2009), Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Eugenia* species, *J. Nat. Med.*, 63,

Références bibliographiques

345-350.

- Mbairanoudji A ., Ngue Bissa T.et Peyani T. (2007). Pomme de Terre Guide Pratique de la culture des pomme de terre. Programme National de Développement des racines et Tubercules, P19.
- Madec P. et Prennec P. (1980). Age physiologique du plant de pomme terre. Incidence sur la germination et répercutions sur le comportement des plantes. Potato Res.23-183-199P.
- MALLEA M., SOLER M., ANFOSSO F & CHARPIN J. Activité antifongique d'essences aromatiques. Pathol. Biol. 1979, 27: 597-602
- MAKARCHUK N.M., KRIVENKO V.V., AKIMOV YU.A., SMORODINSKAJA V.G & MARCHENKO K.P. Antimicrobial activity of essential oils-peppermint, lavender, wormwood & lemon. Khim. Vzaimodeistvie. Rast. 1981, 1: 146-150
- MOLEYAR V. AND NARASIMHAM P., 1986, Antifungal activity of some essential oil components, Food Microbiology, 3, 331-336.
- Morigane, (2007). Grimoire des Plantes. Édition Histoire Ebook . P. 71- 115.

N

- Ndiaye I. (1997). Etude biologique de la teigne de pomme de terre phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) et moyens de lutte. Thèse de doctorat. Université cheikh Anta Diop de Dakar. 76P.

O

- OCDE (2002). Consensus Document on compositional considerations for new varieties of potatos .key food and feed nutrients anti- nutrients and toxicants OCDE. Consulté le 10/12/2010.
- Oswaldo T. (2010). Hommage à la pomme de terre. Heds. Haute école de santé Genève. Filière nutrition et diététique. 11p

P

- Pauline, C.L ., (2015). Mentha spicata : Description et utilisation en thérapeutique et en

Références bibliographiques

agriculture comme antigerminative sur la pomme de terre. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de picardie jules verne. P.41

➤ Pauline Carlier-Loy 2015 *Mentha spicata* : Description et Utilisations en thérapeutique et en agriculture comme antigerminatif sur la pomme de terre. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de picardie jules verne 79P.

➤ Péron J.Y. (2006). Références productions légumières, 2ème édition. Synthèse Agricole p538- 547.

➤ PELLERIN, P. 1991. Supercritical fluid extraction of natural raw materials for the flavour and perfume industry. *Perfum. Flavor. industry. Perfum. Flavor.* 16,4, 37-39

➤ PROUS T, B. 2006. *Petite Géométrie des Parfums*. Éditions du Seuil. Paris.1 vol, 126 p.

Q

➤ Quezel P. et Santa S. (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. C.N.R.S, Paris, pp 01.

R

➤ Rasooli I. & Allameh A., 2016. Caraway (*Carum carvi* L.) Essential Oils. In: *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Elsevier Inc., 287–293.

➤ Reust (1982). *La pomme de terre, prégermination, physiologie*. PP (1-23).

➤ ROBERT G. *Les sens du parfum : un demi-siècle de parfumerie ou l'ode aux nez légendaires et à leurs accords sublimes*. Paris : Osman Eyrolles Santé et Société, 2000, 224 p

➤ ROULIER G. *Les huiles essentielles pour votre santé. Traité pratique d'aromathérapie : propriétés et indications thérapeutiques des essences de plantes*. Edt. Dangles. France, 1992.

S

➤ SCHWARTZ R., DAVIS R & HILTON T.J. Effect of temporary cements on the bond strength of resin cement. *Am. J. Dent.*

➤ SMALLFIELD B. 2001 Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*. Number 45, p4.

Références bibliographiques

- Soltner D. (1990). Les bases de la production végétale. P 239-274.
- Soltner D. (1990). Les grandes productions végétales. 17ème édition. Collection sciences et technique agricoles. P240-464
- Soufi R. (2011). La réponse physiologique de la pomme de terre (variété spunta) à la salinité en présence de fertilisant organique (fumier de volailles) cas de Ouargla. Mémoire d'ingénieur. Université Kasdi Merbah Ouargla. 91P.
- SOLIMAN K.M. and BADEAA R.I., (2002), Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi, *Food Chem. Toxicol.*, 40, 1669-1675.
- SOURAI P.G. Antimicrobial action of dental materials used in operative dentistry : a review *Odontostomatol. Proodos*. 1989, 43(5) : 399-408. species based on secondary metabolites. In : *Fusarium*. (Eds. Summerell B.A., Leslie J.F., Backhouse D., Bryden W.L. Burgess L.W.), APS Press St. Paul, USA.
- SVOBODA K. P. AND HAMPSON J. B. 1999; Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities.

T

- TANG G.W., YANG C.J., and XIE L.D., 2007, Extraction of *Trigonella foenum-gracum* L. by supercritical fluid CO₂ and its contact toxicity to *Rhyzopertha Dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), *J. Pest. Sci.*, 80, 151-157. Their chemical constituents. *Appl. Environ. Microbiol.* 1984,48: 376-379.

V

- VALNET J. 1984 *Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes*. Maloine S.A. éditeur. Paris p 544.
- VARGAS I., SANZ I. & PRIMA-YUFERA E. Antimicrobial and Antioxidant compounds in the nonvolatile fraction of expressed range essential oil. *J. Food Prot.* 1999, 62(8): 929-932.

W

- WENQTANG, G.; SHUFEN, L.; RUIXIANG, Y.; SHAOKUN, T.; CAN, Q. 2007.

Références bibliographiques

Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. Food chem. 1001,1558-1564.

Y

➤ YAYI E., GBENOU J.D., AHOUSSE L.A., MOUDACHIROU M. ET CHALCHAT