

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Agrobiotechnologie

THEME :

Etude d'effet insecticide des huiles essentielles de quelques Plantes
Aromatiques et Médicinales spontanées
- cas du *Thym* et de la *Menthe pouliot*

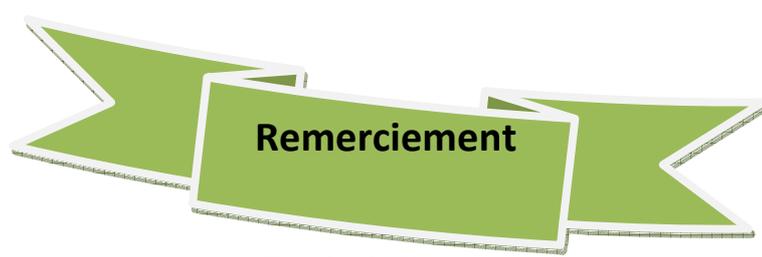
Présenté Par :

- CHELEF Mokhtaria
- KHALFI Nassira
- REGGAD Salima

Membres de jury :

Présidente	: Mr ACEM K	MAB	Université Ibn khaldoun Tiaret
Examineur	: Mr BOUFARES K	MAB	Université Ibn khaldoun Tiaret
Promoteur	: Mr HASSANI. A.	Pr	Université Ibn khaldoun Tiaret
Co-Promotrice	: Mme SEHARI M	Doct	Université Ibn khaldoun Tiaret

Année universitaire : 2016 – 2017



Louange à DIEU le tout puissant de nous avoir donné la patience et le courage tout au long de notre parcours de recherche et d'études pour mener à bien ce travail

On remercie notre prophète que la paix et le salut d'Allah soient sur lui.

Un remerciement particulier à Mr **HASSANI Abdelkrim** professeur à la faculté SNV de l'université Ibn khaldoun de Tiaret pour avoir accepté de nous encadrer afin de réaliser notre thème de master et pour son aide dans l'élaboration de ce mémoire.

A Mme SEHARI M, pour avoir accepté d'être notre Co-encadreur et pour ses conseils précieux dans la réalisation de ce travail.

Nos remerciements aux membres de jury qui ont pris de leur précieux temps pour la lecture de ce travail :

Mr ACEM K, Maître de conférences à la faculté SNV de l'université Ibn khaldoun de Tiaret **pour** nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury d'examen.

Mr BOUFARES khaled, enseignant chercheur à la faculté SNV de l'université Ibn khaldoun de Tiaret Pour avoir accepté d'être membre de jury en qualité d'examineur.

Nos remerciements sont également adressés à toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Enfin nous remercions énormément nos parents, pour leur soutien inconditionné, leur patience et leurs encouragements.





Dédicace

A la mémoire de mon défunt père.

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre,, à cet source de tendresse, de patience et de générosité,,

À ma mère !

À mon frère et père Djilali,,,

Spécialement à mes chères sœurs : Hafida, AMEL, Hadjer, et frères : Abed, Bilel .

À tous mes frères et sœurs, ainsi que leurs enfants, femmes, maries.

À toute ma famille : oncles, tantes, cousins, cousines

À tous mes amis et collègues, à tous les étudiants de la promotion 2016/2017 Spécialité : agro biotechnologie .

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

MOKHTARIA.MAYA





Dédicace

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

À mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

À mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

À mes Oncles, Tantes, Cousins, Cousines.

Spécialement à une personne qui mérite ...Z.....

À tous mes amis et collègues, à tous les étudiants de la promotion 2016/2017 Option : agro biotechnologie.

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

NASSIRA





Je dédie ce mémoire à :

· Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes professeurs de l'université qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Salima



Liste des abréviations

A	:	Annexe.
AF	:	Aflatoxine
ATCC	:	American Type Culture Collection
AGPI	:	Acides Gras Polyinsaturés
C	:	Carbone
°C	:	Degré Celsius
Cm	:	Centimètre
D.M.S.O:		Diméthylsulfoxyde
COA	:	Coenzyme A
CO₂	:	Dioxyde de carbone
DL	:	Dose létale
D.S.A	:	Direction des services agricoles.
EPS	:	Extraits fluides de plantes fraîches standardisées
FAO:		Food and agriculture organization.
Fig	:	Figure
g	:	Gramme
HE	:	Huile essentielle
HPLC	:	Chromatographie Liquide Haute Pression
HR:		Humidité relative.
I (%)	:	Inhibition (pourcentage)
IPP	:	Isopentényl diphosphate
m	:	Mètre
mg	:	Milligramme
ml	:	Millilitre
mm:		Millimètre.
mn	:	Minute
µl:		Microlitre
OMS	:	Organisation mondiale de la santé
O₂	:	Oxygène
PA	:	Principes actifs
S.enterica:		Salmonilla enterica.
%:		Pourcent.

La liste des figures

Fig(01): Glande sécrétrice avec cuticule sur face inférieure de la feuille d' <i>Origanum vulgare</i>	07
Fi(g02) : Les sesquiterpènes.....	09
Fig(03): Structure chimique de quelques monoterpènes des huiles essentielles.....	10
Fig(04): Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation de l'huile.....	17
Figure (05) : Schéma du dispositif expérimental du procédé par enfleurage.....	18
Figure(06) : Schéma des étapes pour l'extraction par les solvants organiques volatils.....	19
Fig(07): Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation sous micro-ondes.....	20
Fig (08) : photos des plantes utilisées pour l'extraction des HE <i>Thymus vulgaris</i> (a) <i>Thymus serpyllum</i> (b) <i>Mentha pulegium</i> (plante et tige fleurie) (c) et (d).....	24
Fig 09: différents états de <i>T.confusum</i> (Duval.) :A : l'oeuf; B: larve, C: nymphe, D: adulte.....	25
Fig(10): Le puceron noir de la fève <i>Aphis fabae</i> sur une culture de Lentille.....	27
Fig(11): <i>Aphis fabae</i>	28
Fig(12): La morphologie des pucerons	28
Fig13 : le cycle de vie des pucerons.....	29
Fig 14: le montage de l'hydro distillation au niveau de laboratoire.....	31
Fig 15: Elevage du <i>T. confusum</i>	33
Fig (16): Application d'HE par ingestion sur larves et adultes de <i>T.confusum</i>	33
Fig(17) : L'application d'HE par inhalation sur les larves et les adultes de <i>Tribolium confusum</i> ...	34
Fig (18): Récolte et observation du Puceron noir (original).....	35

Fig 19: Sélection des individus adultes d' <i>Aphis fabae</i> sur la tiges fraiche de Lentille et : l'effet d'HE des trois plantes testées par ingestion.....	35
Fig (20): l'effet d'HE des trois plantes testées par inhalation sur les adultes d' <i>A. fabae</i>	A
Fig (21): Effet de toxicité sur larves (a) et adultes (b) de <i>T.confusum.de</i> l'insecticide chimique "Deltaméthrine" (c).....	36
Fig (22): L'insecticide chimique « DECIS ».....	A
Fig (23): La parcelle traitée a), pulvérisation de l'hydrolat b) et c) dénombrement des insectes morts après traitement.....	38
Fig (24): Détermination de La DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'huile essentielle des trois plantes testées (a,b et c) pour la toxicité par ingestion vis -à-vis de l'adulte de <i>Tribolium confusum</i>	A
Fig(24') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction de la dose d'huile essentielle par ingestion des plantes testées sur les adultes de <i>T.confusum</i>	41
Fig (25) : Détermination de La DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'huile essentielle des trois plantes testées (a,b et c) pour latoxicité par ingestion vis -à-vis des larves de <i>Tribolium confusum</i>	A
Fig(25'): Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction de la dose d'huile essentielle des trois plantes par ingestion sur les larves de <i>T.confusum</i>	42
Fig(26') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction de la dose d'huile essentielle des trois plantes par inhalation sur les adultes de <i>T.confusum</i>	43
Fig(27) : Détermination de La DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'huile essentielle des trois plantes testées (a,b et c) pour la toxicité par inhalation vis -à-vis de l'adulte de <i>Tribolium confusum</i>	A

Fig(28) : Détermination de La DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'huile essentielle des trois plantes testées (a ,b et c) pour la toxicité par inhalation vis -à-vis des larves de <i>Tribolium confusum</i>	A
Fig(28') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction de la dose d'huile essentielle des trois plantes par inhalation vis-à-vis les larves de <i>T.confusum</i>	44
Fig(28'') :Photo des individus <i>T.confusum</i> morts:(a) les larves et(b) les adultes.....	45
Fig(29) : Détermination de La DL ₅₀ ^{et} DL ₉₀ d'huile essentielle des trois plantes testées (a,b et c) pour la toxicité par ingestion vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	A
Fig(29'') :Photo des individus morts d' <i>Aphis fabae</i> après traitement.....	46
Fig(29') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction de la dose d'huile essentielle des trois plantes par ingestion vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	47
Fig(30) : Détermination de La DL ₅₀ ^{et} DL ₉₀ d'huile essentielle des trois plantes testées (a,b et c) pour la toxicité par inhalation vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	A
Fig(30') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction de la dose d'huile essentielle des trois plantes par inhalation vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	48
Fig (31') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction de la dose de l'hydrolat des trois plantes par pulvérisation vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	49
Fig(32) : Détermination de La DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'insecticide chimique (Décis) pour la toxicité par ingestion vis -à-vis de l'adulte (a) et des larves(b) de <i>T.confusum</i>	A
Fig(32') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction des doses d'insecticide chimique par ingestion sur les adultes de <i>T.confusum</i>	50
Fig(33') : Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en fonction des doses d'insecticide chimique par ingestion sur les larves de <i>T.confusum</i>	51
Fig(34) : Détermination de La DL ₅₀ ^{et} DL ₉₀ l'insecticide DELTAMETHRINE par ingestion pour la toxicité par ingestion vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	A

Fig(34'): Evolution de la variation du pourcentage de mortalité corrigée en Fonction des doses
d'insecticide chimique par ingestion sur *Aphis fabae*51

Fig(35) : L'application d'HE de *T. vulgaris* par ingestion sur les adultes de *T. confusum*A.

Fig (36) : L'application de l'hydrolat par pulvérisation.....A

Liste des tableaux

Tableau 01: principaux constituants des HE en terpènes et phénols.....	11
Tableau 02: les terpènes et phénols des huiles essentielles.....	11
Tableau 03 : Rendement en HE de plantes médicinales utilisées.....	15
Tableau 04: La quantité de l'hydrolat utilisée pour chaque application.....	37
Tableau 05 : Table de transformation des pourcentages de mortalité en probit.....	A
Tableau 06 : Le rendement en huile essentielle des plantes testées.....	39
Tableau 07 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles étudiées.....	39
Tableau 08: Efficacité des huiles essentielles par ingestion vis à vis <i>l'adulte</i> de <i>T.confusum</i>	A
Tableau 08' : Efficacité des HE par ingestion vis à vis des larves de <i>T.confusum</i> par ingestion...A	
Tableau 09: DL90 et DL50 de HE des trois plantes sur les larves de <i>T. confusum</i> par ingestion...42	
Tableau 10 : Efficacité des HE par inhalation vis-à-vis les adultes <i>T.confusum</i>	A
Tableau 11: DI90 et DI50 de HE des trois plantes sur les adultes de <i>T.confusum</i> par inhalation....43	
Tableau 12: Efficacité des huiles essentielles par inhalation vis à vis des larves <i>T. confusum</i>	A
Tableau 13 : DI90 et DI50 de l'HE sur les larves de <i>T.confusum</i> par inhalation.....	44
Tableau 14: Efficacité des huiles essentielles par ingestion vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	A
Tableau15 : DI90 et DI50 de l'HE des trois plantes sur adultes d' <i>Aphis fabae</i> Par ingestion.....	47
Tableau16 : DI90 et DI50 de l'HE des trois plantes sur les <i>A. fabae</i> par inhalation.....	48
Tableau 17: Efficacité des huiles essentielles par inhalation vis-à-vis <i>Aphis fabae</i>	A
Tableau 18 : Efficacité l'hydrolat vis-à-vis <i>Aphis fabae Scop</i> sur champs.....	A
Tableau19: Efficacité d'insecticide (Décis) par ingestion vis à vis de <i>l'adulte</i> de <i>T. confusum</i>	A
Tableau20 : Efficacité d'insecticide (Décis) par ingestion vis à vis des larves de <i>T. confusum</i>	A
Tableau 21: Efficacité de l'insecticide DELTAMETHRINE par ingestion sur <i>A. fabae</i>	A
Tableau 22 : Valeur de la DL_{50} des plantes utilisées sur les insectes testées.....	A
Tableau 23 : Analyse de la variance de la mortalité de <i>Tribolium confusum</i> (<i>adulte et larves</i>)et <i>Aphis fabae Scop</i> selon la dose par ingestion des HE testées.....	53

Tableau 24 : Analyse de la variance de la mortalité de *Tribolium confusum* (adulte et larves) et *Aphis fabae Scop* selon la dose par inhalation des HE testées.....56

Tableau 25 : Analyse de la variance de la mortalité de *Tribolium confusum* (adulte et larves) selon la dose par ingestion de l'insecticide chimique (Décis) 58

Tableau 26: Analyse de la variance de la mortalité de *Aphis fabae Scop* selon la dose par ingestion de l'insecticide chimique (Décis).....58

TABLES DES MATIERES

Introduction générale

PREMIERE PARTIE : *Synthèse Bibliographique*

Chapitre I : Les plantes médicinales.

I-1 - Généralités sur les plantes médicinales.....	01
I-2 - Définition de la phytothérapie.....	01
I-3 - les modes de préparations en phytothérapie	02
II . Les huiles essentielles	05
II-1 . Historique.....	05
II-2 . Définition des huiles essentielles	05
II-3 . Répartition et localisation des huiles essentielles.....	06
II-4 .Rôle des huiles essentielles dans la plante.....	07
II-5 . Composition chimiques des HE	08
II-5.1 . Les terpinoïdes.	08
II-5.1. a) Les monoterpènes.....	08
II-5.1. b) Les sesquiterpènes.....	08
II-5.2 . Les composés aromatiques.....	09
II-5.3 . Les composées d'origines diverses.....	09
II-6 . Propriétés des huiles essentielles.....	12
II-7 . Activités biologiques des huiles essentielles.....	12
II-7-1 . Activité pesticide... ..	12
II-7-2 . Activité acaricide, fongicide et bactéricide.....	13
II-7-3 .Activité antioxydante.....	14
II-7-4 .Activité antiseptique.....	14
II-8 . Toxicité des huiles essentielles.....	14
II-9 . Conservation des huiles essentielles.....	14
II-10 . Rendement des huiles essentielles.....	15

Chapitre II : Procédés d'extraction des huiles essentielles

II.1- Introduction.....	16
II.2- Procédés d'extraction des HE.....	16
II.3- Techniques d'extractions des huiles essentielles	16
II-3-a. Entraînement à la vapeur (hydro diffusion).....	16
II. 3-b. Hydrodistillation.....	17
II.3-c). Hydrodiffusion.....	17
II.3-d). L'extraction par enfleurage.....	18
II.3-e).L'extraction par les solvants volatils.....	19
II.3-f).L'extraction par expression.....	20
II.3-g). L'extraction par micro-ondes.....	20
II-3-h). Extraction par ultrasons.....	21
II-3-i). Extraction par CO2 super critique.....	21

DEUXIEME PARTIE : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes.

I-1- Introduction	22
I-2- Localisation des essais.....	22
I-3- Matériel expérimental.....	22
I-3-1. Le matériel vivant.....	22
I-3-1-1. Le matériel végétal.....	22
I-3-1-1. a)Le thym (<i>Thymus vulgaris</i>) et le Serpolet (<i>Thymus serpyllum</i>) (Zaàtar).....	22
I-3-1-1. b).La Menthe Pouliot (<i>Mentha pulegium L</i>) (<i>fliou</i>)	23
I-3-1-2.Le Matériel animal.....	24
I-3-1-2.a) <i>Tribolium confusum</i> (Duval).....	24
I-3-1-2.b) Le puceron noir de la fève <i>Aphis fabae</i>	27
I-4-L'extraction des huiles essentielles.....	31
I-5- Evaluation de l'activité insecticide des HE au laboratoire	32
a) Préparation des doses, b) Préparation des boites de pétri.....	32
1) sur le <i>T. confusum</i> (larves et adultes) par ingestion et inhalation.....	33
2) sur le puceron (<i>Aphis fabae Scop.</i>) par ingestion et inhalation.....	35
I-6.1.Evaluation de l'insecticide chimique "Deltaméthrine" sur larves et adultes de <i>T. confusum</i>	36
I-6.2.Evaluation de la toxicité d'insecticide chimique (décis) vis-à-vis <i>Aphis fabae Scop</i>	37

I-7. Evaluation de l'activité insecticide de l'hydrolat des plantes testées sur <i>Aphis fabae</i> au champ.....	37
I-8. Expression des résultats.....	38

Troisième partie : Résultats et discussions

Chapitre I : Interprétation des résultats

I.1. Résultat de l'extraction des huiles essentielles	39
a) Le rendement.....	39
b) Les caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles étudiées.....	39
I- 2. Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielle des trois plantes testées.....	40
I-2.1. Évaluation de la toxicité des HE par ingestion.....	40
I-2.1.1. Sur les adultes de <i>Tribolium confusum</i>	40
I-2.1.2. Sur les larves de <i>Tribolium confusum</i>	41
I-2.2. Évaluation de la toxicité des huiles essentielles par inhalation.....	42
I-2.2.1. Sur les adultes de <i>Tribolium confusum</i>	42
I-1.2.2. Sur les larves de <i>Tribolium confusum</i>	43
I-2.2.3. Sur les adultes d' <i>Aphis fabae</i> par ingestion.....	46
I-2.2.4. Sur les adultes d' <i>Aphis fabae</i> par inhalation.....	47
I-3- Évaluation de la toxicité des hydrolats sur les adultes d' <i>Aphis fabae</i> (au champ).....	48
I-4. Évaluation de la toxicité de l'insecticide chimique	50

Chapitre II: Discussion

II-1-Discussion de rendement.....	52
II-2- Discussion d'évaluation de l'effet insecticide.....	52
Conclusion.	

Références bibliographiques .

Annexes.

Un grand nombre de plantes, aromatiques, médicinales et autres, possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent application dans divers domaines à savoir en médecine, en pharmacie, en cosmétique et en agriculture (**MOHAMMEDI, 2006**).

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études (**ZEGHAD, 2009**).

En effet, dans la protection des cultures ; ainsi que les denrées stockées contre les bio agresseurs, les produits phytosanitaires sont non seulement onéreux mais souvent inefficaces et dangereux aussi bien pour les animaux, les plantes, l'homme et l'environnement, (**Bakureho et Nsengyumva, 2003**).

Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement. Or, depuis toujours les plantes ont constitué la source majeure de médicaments grâce à la richesse de ce qu'on appelle le métabolisme secondaire, en particulier chez un grand nombre de plantes aromatiques qui renferment les huiles essentielles, (**Fouche et al, 2000**).

Dans cette optique, le présent travail porte sur l'étude des effets insecticides de l'huile essentielle du Thym Vulgaris, Thym Serpolet, et de la Menthe pouliot, aussi ; l'effet de l'hydrolat issu de l'extraction des trois huiles au niveau du champ sur une culture de lentille, ainsi que la poudre des trois plantes testés. Cet effet insecticide est testé sur deux insectes : le **puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop.*)** Insecte ravageurs des cultures et ***Tribolium confusum*** ravageurs des denrées stockées.

Le présent mémoire comporte 2 parties :

* La première est une recherche bibliographique qui englobe des généralités sur les plantes médicinales, sur la phytothérapie et sur les huiles essentielles puis généralités sur les deux plantes utilisées ainsi que les différentes méthodes d'extraction des huiles essentielles.

* La 2^{ème} partie dite expérimentale englobe deux grands chapitres:

- Un premier chapitre sur le matériel et les méthodes utilisés qui résume le lieu de récolte et la Systématique des plantes choisies pour notre étude, puis la méthode d'extraction de l'huile essentielle et enfin les tests de l'effet biologique des HE.
- Le test biologique s'est déroulé en deux parties :

La première partie de ce travail consiste à tester l'effet insecticide des huiles essentielles extraite de trois espèces étudiées afin de trouver une bonne alternative pour l'utilisation des insecticides chimiques. Les travaux ont été consacré à l'évaluation de leur activité insecticide sur les adultes et les larves d'une espèce ravageurs des denrées alimentaires stockées : ***Tribolium confusum*** et les adultes de ***puceron noir de la fève (Aphis fabae Scop.)*** insecte ravageurs des cultures. Dans cette parties on essayer aussi de tester l'effet insecticide de la poudre des trios plantes sur les adultes et les larves de ***Tribolium confusum***.

L'objectif de la deuxième partie de notre travail est d'explorer l'activité insecticide de l'hydrolat des trois plantes utilisées, ainsi que la poudre sure le puceron noir de la fève (***Aphis fabae Scop.***) au niveau du champ sur une culture de lentille non traitée par un traitement chimique. Pour se faire, nous avons conservée l'eau florale issus de l'extraction des trios huiles dans des flacons bien couvrirs jusqu'au moment d'utilisation, puis nous avons testé son pouvoir insecticide par arrosage et pulvérisation, ainsi que de la poudre sue le puceron noir de la fève (***Aphis fabae Scop.***) au niveau du champ dans des conditions climatiques bien déterminés.

La dernière partie du travail, est consacré aux résultats obtenus puis à leur interprétation et discussion et enfin une conclusion générale.

I-1- Généralités sur les plantes médicinales:

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert pour se nourrir et se soigner. En effet, l'utilisation des plantes médicinales comme remède pour se soigner ou prévenir des maladies, existe depuis des millénaires (civilisations chinoise, indienne et égyptienne). Dans les pays industrialisés, les recherches dans le domaine des plantes médicinales se déroulent depuis des décennies en particulier, la découverte des alcaloïdes (la morphine, la strychnine, quinine...) au début du 19ème siècle. Par ailleurs, les substances actives isolées constituent environ 25% des préparations médicamenteuses (Babulka, 2007).

Aujourd'hui les principes actifs des plantes sont des composants essentiels d'une grande partie de nos médicaments et produits de soins (Hans, 2007). En effet, le monde végétal est à l'origine d'un grand nombre de médicaments.

Une plante médicinale est une plante que l'on cultive ou que l'on cueille dans son milieu naturel pour ses propriétés médicinales. Récemment, des chercheurs ont estimé qu'il existe environ 400 000 espèces de plantes dans le monde, dont environ le tiers a été utilisées par les sociétés à des fins médicinales (Rakholiya, 2013).

La flore Algérienne est caractérisée par sa diversité florale: Méditerranéenne, Saharienne et une flore Paléo-Tropicale, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable (15%) d'espèces endémiques. Ce qui donne à la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable.

I-2 - Définition de la phytothérapie :

Le mot phytothérapie provient de 2 mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes ». La phytothérapie est la médecine par les plantes, selon l'O.M.S (organisation mondiale de la santé) la phytothérapie est une médecine alternative. Comme son nom l'indique, la phytothérapie, est l'art de traiter par les plantes. Seules les plantes ayant fait preuve de leurs vertus médicinales ont un intérêt en phytothérapie. Les parties les plus concentrées en principes actifs seront choisies donc il peut s'agir de la plante entière, des feuilles, de la tige, des rameaux, des sommités fleuries, de l'écorce, des racines, des fruits ou des fleurs, utilisées fraîches ou sèches (CAZAU-B ; M2013).

A travers les siècles, les hommes ont su développer la connaissance des plantes et de leurs propriétés thérapeutiques, (Chahma, 2005).

I-3 - les modes de préparations en phytothérapie :

En fonction de l'effet thérapeutique recherché, l'usage traditionnel puis la recherche, ont mis au point des procédés de traitement des plantes qui permettent de ne garder que les molécules intéressantes, pour une utilisation locale. Nous évoquerons ici les principales formes galéniques disponibles, leurs origines de fabrications.

✦ **Les tisanes :** par macération, infusion ou décoction en utilisant de l'eau et plantes séchées.

- **L'infusion :** verser sur la plante de l'eau bouillante, couvrir et laisser refroidir 2 à 15 minutes.
- **La décoction :** maintenir la drogue avec de l'eau à ébullition pendant 15 à 30 mn. Elle convient au matériel végétal "durs " (écorces, racines, fruits et certaines feuilles).
- **La macération:** maintenir la plante en contact avec l'eau (température ambiante) de 30 mn à 4 heures. (BOUDALI ET SBAI, 2012)

a) Les Préparations alcooliques:

▪ **Préparations liquides à partir de plantes fraîches :** les plantes fraîches sont nettoyées et broyées à froid puis mises en suspension dans l'alcool.

▪ **Teintures, alcoolatures et teintures mères :** La teinture officinale est une macération à froid de plantes sèches dans de l'alcool suivie d'une filtration. L'alcoolature et la teinture mère sont des macérations alcooliques de plantes fraîches.

▪ **Extraits fluides :** Epuisement (extraction d'une grande partie des principes actifs) de la drogue végétale réduite en poudre par lixiviation soit le passage successif de l'alcool dans la poudre.

b) Préparations glycinées

- Les **extraits fluides de plantes fraîches standardisés (EPS):** la plante fraîche est cryobroyée puis les principes actifs hydrosolubles isolés par extraction successives dans l'eau et l'alcool de degré croissant. L'alcool est évaporé.

c) Autres formes galéniques

- Les **extraits secs pulvérulents :** Leur préparation se fait en trois phases : La première est l'extraction des principes actifs (PA) par macération ou lixiviation dans l'eau ou l'alcool. Ensuite viennent la filtration et la concentration et enfin l'élimination du solvant par séchage.

- **La poudre de plante** : Obtenue par simple broyage de la plante sèche, elle conserve le *totum* de la plante. Des gélules peuvent être fabriquées avec cette poudre.

- **Les topiques** : D'autres formes galéniques existent comme les suppositoires, les ovules gynécologiques, les crèmes, les pommades, les emplâtres et les onguents.

Il est acquis que les plantes médicinales sont en mesure de soigner des maladies simples comme le rhume, ou d'en prévenir de plus importantes comme l'ulcère, la migraine, l'infarctus en plus de certaines allergies ou affections. En plus de leur action réparatrice ou cicatrisante, tonifiante, sédative, revitalisante et même immunologique, on mesure mieux l'aide précieuse qu'elles nous apportent au quotidien. Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêt multiple mis a profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie, (Iserin et *al*, 2001)

a) utilisation en médecine humaine:

▪ Activité antimicrobienne, antivirale, antiparasitaire : exemple la quinine obtenue à partir du quinquina a été avec succès employée pour traité le malaria, (DASTIDAR et al, 2004).

• En urologie, dermatologie, gastrites aiguës, toux, ulcère d'estomac, laxatives et sommeil (Svoboda et Hapson, 1999); immunostimulantes, anti-inflammatoire (*melaleuca alternifolia*), Contre le diabète (*Azadirachta indica*), (Hossein, 2005). Le coriandre, (Digestif); La Menthe (Tonifiantes et antalgiques), l'Eucalyptus et le Romarin (Cicatrisantes, Energisantes).

b) En agriculture

L'*Azadirachta indica* est un arbre qui se développe sur tout le continent indien, est une plante médicinale. Très important au Bangladesh, de 12 à 18 mètres de hauteur avec une circonférence de 1,8 à 2,4 mètres. L'huile essentielle de cet arbre à une utilisation dans le contrôle de divers insectes et nématodes parasites de plantes cultivées,(Hossein, 2005).

c) En alimentation: Assaisonnement, des boissons des colorants épices et herbes aromatiques, considéré comme condiment et aromates, (Richard et Multant, 1992).

d) En cosmétique : Produits de beauté, de toilettes, d'hygiène et parfums (Porter, 2001).

I-4- Intérêts des métabolites secondaires des plantes thérapeutiques

Les plantes sont immobiles par conséquent elles développent des stratégies pour survivre et se reproduire. Les métabolites secondaires sont impliqués dans ces stratégies à savoir la vie de relation, (Fouchée et al, 2000). Parmi les fonctions de ces métabolites:

- ✦ **Dissuader les prédateurs:** les odeurs repoussent les herbivores tel le Pélargonium..
- ✦ **Attirer les pollinisateurs :** Les couleurs et les odeurs attirent les insectes.
- ✦ **Décourager la compétition vis-à-vis d'autres espèces :** c'est *l'allélopathie*; comme le Noyer qui produit de la *juglone* pour inhiber la croissance des autres plantes dans un rayon de 8 m autour de lui, (Dweck, 2002).

II. Les huiles essentielles :

II-1. Historique:

Les essences parfumées connues dès l'origine des civilisations, furent d'abord utilisées pour des usages sacrés. Rites funéraires, embaumement des morts, onctions des élus, sacrifices aromatiques aux ancêtres et aux divinités apparaissent comme une constante des mondes antiques, de la Chine à la Perse et de l'Arabie à la Grèce (Blanc-Mouchet, 1987). Nous pensons que le nom huile essentielle a été inventé au 16^{ème} siècle par le réformateur suisse de la médecine, Paracelsus von Hohenheim qui a appelé le composant efficace essentiel de Quinta de drogou.

Trois milles huiles essentielles environ sont connues, dont environ 300 sont destinées à un usage commercial (Van de Braak, S. et Leijten, G., 1999). Parallèlement, nous retrouvons l'utilisation de végétaux dans les pratiques thérapeutiques de ces diverses civilisations, selon différents stades évolutifs liés à leur utilisation (Franchomme & Pénéol, 1990).

II-2. Définition des huiles essentielles:

Ce sont des extraits volatils et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous produits du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et donnent naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie : l'Aromathérapie. Au point de vue chimique, il s'agit de mélanges extrêmement complexes. Les HE sont constituées de différents composants terpènes, esters, cétones, phénols, et d'autres éléments (Mahmout, 1992).

Les HE doivent leur nom à ce qu'elles sont très réfringentes, hydrophobes et lipophiles.

Elles ne sont que très peu solubles ou pas du tout dans l'eau et on les retrouve dans le protoplasme sous forme d'émulsion plus ou moins stable qui tend à se collecter en gouttelettes de grosse taille. Par contre, elles sont solubles dans les solvants des lipides (acétone, sulfure de carbone, chloroforme, etc.) et dans l'alcool (Binet et Brunel, 2010).

II-3. Répartition et localisation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Les genres capables d'élaborer les constituants qui les composent sont répartis dans une cinquantaine de familles botaniques parmi lesquelles les Lamiacées, les Astéracées, les Rutacées, les Cannelacées, les Lauracées, les Myrtacées et les Zingibéracées, Pipéracées, etc. (Bruneton, 1999).

Tous les organes végétaux peuvent renfermer des huiles essentielles en particulier les sommités fleuries (Lavande, Menthe). Ainsi que dans les écorces (Cannelier), les racines (Vétiver), les rhizomes (Gingembre), les fruits (Anis, Fenouil), le bois (Camphrier), les feuilles (Eucalyptus), les graines (Muscade) et les boutons floraux (clou de Girofle) (Ghuestem et al, 2001).

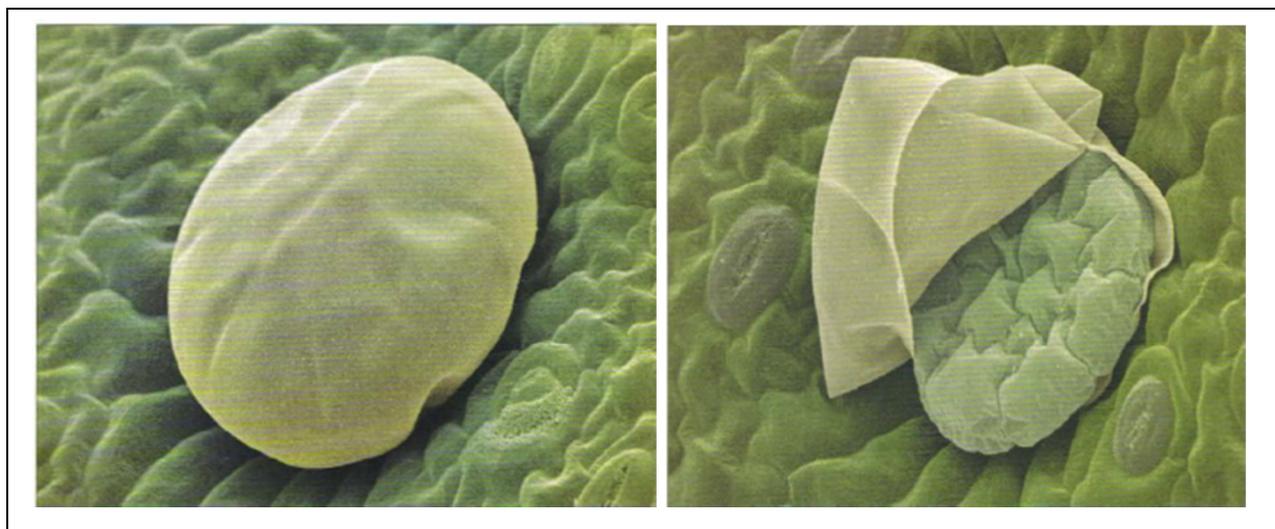
Pour Guignard et al.(1985), il n'existe pas de règle générale concernant les lieux d'accumulation des métabolites secondaires telles que les huiles essentielles dans l'organisme végétal. Par contre pour Garneau (2004), la plupart des huiles essentielles se retrouvent dans des glandes (Fig01).

Les structures glandulaires et les cellules sécrétrices isolées peuvent se rencontrer dans tous les organes végétaux, végétatifs et reproducteurs. Plusieurs catégories de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément chez une même espèce, voire dans un même organe.

Les structures anatomiques spécifiques spécialisées dans la sécrétion des huiles essentielles sont très diverses: poches sécrétrices schizogènes (Myrtacées) ou poches sécrétrices schizolyziques (Aurantiacées), des canaux sécréteurs (Conifères et Apiacées), poils sécréteurs (Lamiacées et Astéracées), et cellules sécrétrices isolées (Lauracées, Magnoliacées et Pipéracées) (Bruneton, 1999; Ghuestem et al, 2001).

Binet et Brunel (1968) signalent que ces canaux et ces poches sont dit schizogènes s'ils se forment par écartement des cellules sécrétrices et lysigènes s'ils se forment grâce à leur lyse, mais il est fréquent que les deux modes de formation coexistent (canaux et poches schizolyziques).

Ghestem et al.(2001) indiquent, que la teneur des plantes en huiles essentielles est faible, souvent inférieure à 1% à l'exception de certaines telle que le clou de girofle qui renferme plus de 15%



Fig(01): Glande sécrétrice avec cuticule sur face inférieure de la feuille d'Origanum vulgare (Svoboda et al., 2000)

Beaucoup de plantes produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante est inconnu (Rai et al, 2003). Considérées comme des déchets ou des sous produits de l'activité métabolique d'une plante (Amiot, 2005).

I1-4.Rôle des huiles essentielles dans la plante:

Beaucoup de plantes produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante est inconnu (Rai et al., 2003). Elles sont en général considérées comme des déchets du métabolisme ou des sous produits de l'activité métabolique d'une plante (Amiot, 2005). Cependant, plusieurs effets utiles ont été décrits telles que la réduction de la compétition des autres espèces de plantes (allélopathie), par inhibition chimique de la germination des graines par exemple le cinéol et le camphre, libérés dans l'atmosphère par *Salvia leucophylla* sont absorbés par le sol sec, inhibant la germination des espèces prairiales ainsi que la

protection contre la flore microbienne nuisible par les propriétés fongicides et bactéricides et contre les herbivores par goût et effets sur le système nerveux (Porter, 2001; Guignard et al., 2004).

Certains auteurs pensent que les huiles essentielles pourraient avoir un rôle attractif vis-à-vis des insectes pollinisateurs et favoriseraient ainsi la pollinisation (Bruneton, 1999; Guignard, 2000).

Les essences pourraient constituer des supports à une communication et ce d'autant mieux que leur variété structurale autorise le transfert de messages biologiques sélectifs (Bruneton, 1999), tandis que Guignard et al. (1985) considèrent l'huile comme une source énergétique: «mis en réserve pendant le jour, ils seraient dégradés durant la nuit en acétyl CoA».

II-5. Composition chimiques des HE.

Ceux sont des mélanges complexes de composants appartenant principalement à deux groupes, caractérisés par des origines biogénétiques apparentes dont les terpinoïdes et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane. (Bruneton, 1993).

II-5.1. Les terpinoïdes

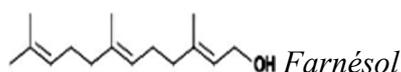
a) Les monoterpènes: Toujours présents, les carbures monoterpéniques, sont constitués de 05 molécules de carbones C₅, peuvent être acyclique myrcène, ocimène..., monocyclique α et β - terpène, para-cymène... ou bicycliques: pinènes, delta-3-carène, camphène, sabinène .Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle : Citrus, térébenthines (Bruneton ,1993). Mise à part les carbures d'autres molécules fonctionnalisées sont rencontrées comme:

- **Les alcools** : ils peuvent être acycliques : geraniol, linalol, monocycliques menthol, ou bien bicycliques comme bornéol, fenchol.
- **Les phénols** : Thymol, carvacrol, eugenol et anéthol.
- **Les aldéhydes:** acycliques le plus souvent : géranial, néral,citronelal
- **Les esters** : pouvant être acycliques, acétate ou propionate de linalyle, acétate de citronellyle, monocyclique: acétate de menthyle et bicycliques: acétate d'isobornyle. -**Les cétones** : acyclique tagétone, monocycliques menthone, carvone et bicyclique, Thuyone, fenchone, camphre.
- **Les pyroxydes:** ascaridole
- **Les phénols:** thymol et carvacrol.

b) Les sesquiterpènes: Dans cette famille de produits, nous trouvons les mêmes groupements fonctionnels que dans le cas des monoterpènes, à savoir carbures, alcools, cétones étant les plus courants. A titre d'exemple nous citons quelques composés caractéristiques des huiles essentielles

- **Carbures:** α -bisabolène, α -caryophyllène, les alcools farnésol, carotol **les cétones:** α -vétivone, les aldéhydes comme sinénals
- **les esters:** acétate de cédryl

Cette famille est constituée de 10 carbonnes (Bruneton ,1993)



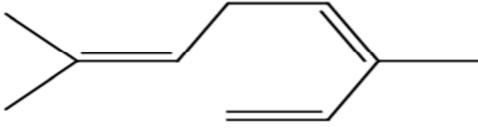
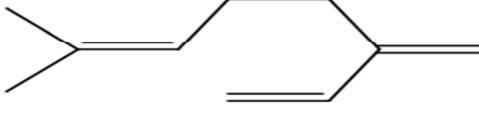
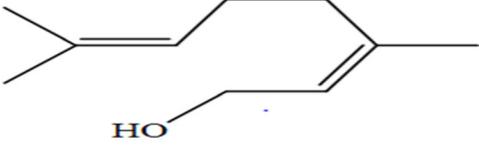
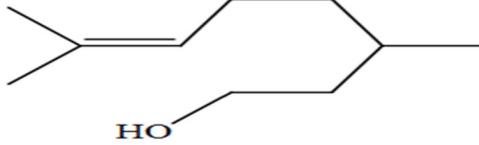
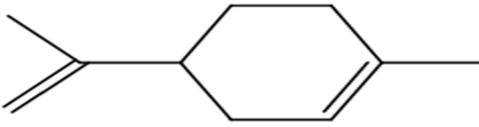
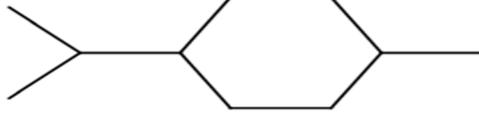
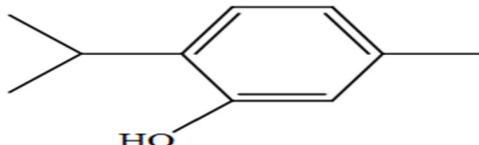
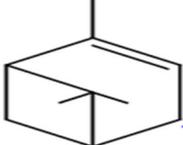
Fig(02) : Les sesquiterpènes

II-5.2. Les composés aromatiques:

Dérivés phénylpropane (C6-C3) sont beaucoup moins courants que les précédents. Ce sont habituellement des Allyl et Propylphénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae (anis, fenouil, persil). Anéthole. Anisaldéhydes, apiol, methyl-chavicol, mais aussi de celles du girofle de la muscade de l'estragon, Eugénol, Myristicine. Cinnamaldéhydes, on retrouve également des composés en (C6-C1) comme la vanilline ou comme l'antramilate de méthyle. (Bruneton, 1993).

II-5.3. Les composés d'origines diverses:

Selon le mode de récupération utilisé, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydrodistillation, carbure (linéaires et ramifiés, saturés ou non), acides (C3 à C10), alcools, aldéhydes, esters acycliques, lactones. Dans les concentrations, il n'est pas rare de trouver des produits de masse moléculaire plus importante non entraînés à la vapeur d'eau ; homologues des phénylpropanes, diterpènes coumarines. (Bruneton, 1993).

<p>Ocimène (Basilic)</p> 	<p>Myrcène (Laurier)</p> 
<p>Nérol (Géranium)</p> 	<p>Citronellol (Rose)</p> 
<p>Limonène (Citron)</p> 	<p>Menthol (Menthe)</p> 
<p>Thymol (Thym)</p> 	<p>α-pinène (Pin)</p> 

Fig(03): Structure chimique de quelques monoterpènes des huiles essentielles.

Tableau 01: principaux constituants des HE en terpènes et phénols (Willem, 2004).

élément	Caractéristiques	Plante aromatique
Les aldéhydes	Anti- inflammatoires, Calmants du système nerveux; Anti- infectieux. irrite les muqueuses et la peau.	le citron, la mélisse, la verveine, la coriandre douce,
Les cétones	Anti-inflammatoires; Anti-infectieux, Stimulent le système immunitaire Anti-coagulantes, calmantes.	la camomille, fenouil, le romarin , eucalyptus mentholé
Les coumarines	Neuro- sédatives, Anti-coagulantes; provoquent des tâches brunes sur la peau exposée au soleil.	l'angélique, le céleri, l'oranger doux et amer...
Les esters	Antispasmodiques, Anti- arythmiques, peu de dangers	le lavandin, la lavande officinale, le géranium rose...

Tableau 02: les terpènes et phénols des huiles essentielles (Willem, 2004).

Les monoterpènes	Stimulants du système immunitaire; antiseptiques, Antalgiques, Action révulsive sur la peau donc utiles en cas de douleur localisée	le thym, le cyprès, la sauge officinale...
Les monoterpénols	contre les microbes, les champignons, les virus et les bactéries. stimulent le système nerveux Ne brûlent pas la peau et pas toxiques pour le foie.	le bois de rose, camomille noble, l'eucalyptus, le lavandin, la marjolaine.
Les phénols	Immunostimulants, Anti - microbes, virus, champignons et bactéries. Irritants pour la peau Peuvent (en grande quantité) endommager le foie	le clou de Girofle, le thym, l'origan d'Espagne, le poivre noir...

La teneur des plantes en HE est faible de l'ordre de 1 à 3% à l'exception du clou de Girofle (14 à 19 %), de la noix de Muscade (8 à 9 %) et de la Cardamone (4 à 10 %).

II-6. Propriétés des huiles essentielles:

a) Caractéristiques physiques:

Les huiles essentielles se distinguent des huiles grasses qui sont fixes et tachent le papier d'une manière permanente, alors que leurs taches sur du papier sont plutôt éphémères et qu'elles se volatilisent à la chaleur.

- Les essences de plantes sont généralement incolores, mais il en existe certaines colorées : essence de cannelle rougeâtre, d'absinthe verte, de camomille bleue....
- Elles ont un indice de réfraction élevé (*Cinnamosma fragrans* : 1,46; *Laggera aurita*: 1,50; *Hyptis spicigera* : 1,489) et la plupart dévient la lumière polarisée.
- De densité inférieure à l'eau, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther.
- Leur rendement varie de 1 % à plus de 10 % par rapport à la matière sèche.
- Le contact avec l'oxygène et la lumière entraîne l'altération des composés aromatiques des HE.
- Volatiles à température ambiante, leur point d'ébullition relativement haut (150 °C – 300 °C).

Une propriété commune à toutes les huiles essentielles.

Elles ont pratiquement toutes le pouvoir de traverser la peau et de se retrouver plus ou moins rapidement dans le sang. Seul le temps de pénétration varie d'une huile à une autre : 2 mn pour l'HE du thym, 20 mn pour l'essence de térébenthine, 40 à 60 minutes pour celle de citron et l'anis.

II.7. Activités biologiques des huiles essentielles:

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques.

II-7-1. Activité pesticide:

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion ou fumigation a été démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de rentabiliser leur activité insecticide (Isman, 1994).

L'objectif est d'améliorer les techniques traditionnelles basées sur l'utilisation des ressources végétales renouvelables pour une meilleure gestion des déprédateurs dans les stocks de niébé de plus grande importance. Certaines observations ont montré que l'extrait brut éthanolique (Tierto-Nieber et *al.* 1992), hexanique (Nuto, 1995) ou à l'éther de pétrole (Gakuru et Foua-bi, 1996) de matériel végétal possède une toxicité effective vis-à-vis des ravageurs de stocks. D'autres résultats indiquent

que les huiles essentielles extraites de plantes odorantes ont une activité insecticide indéniable vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus* F. (Gakuru et Foua-bi, 1995).

Ces huiles essentielles agissent par diffusion et cela leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent être utilisées en fumigation et leur emploi est facile.

Les huiles essentielles des plantes des genres *Chenopodium* et *Eucalyptus*, ont démontrés une réelle efficacité insecticide avec la poudre de *Chenopodium ambrosioides* quia été testée sur six ravageurs de denrées stockées *Callosobruchus maculatus*, *C.chinensis*, *Acanthoscelides obtectus*, *sitophilus granarius*, *S.zeamais* et *Prostephanus truncatus*. En effet, une concentration de 0,4% provoqua la mortalité de plus de 60% des bruches après deux jours de traitements (Taponjdjou et al., 2002). En 2003, Taponjdjou et al., montrèrent l'efficacité de l'huile essentielle de la même plante, en plus de celle d'*Eucalyptus saligna* sur *Callosobruchus maculatus*, et *C. ambrosioides*. Ces deux huiles exercent également un effet répulsif sur la bruche de niébé.

II-7-2. Activité acaricide, fongicide et bactéricide:

Contre *Varroa jacobsoni*, parasite des colonies d'abeilles, plusieurs travaux ont été menés sur l'effet toxique de certaines essences et de leurs composant (Calderone et al., 1997). Parmi ces derniers, c'est le thymol qui a engendré le meilleur résultat et il a été démontré que le traitement répétitif en dehors de la période de miellée n'augmente pas les résidus dans le miel et reste sous le seuil de détection gustative qui se situe entre 1,1 et 1,6 mg/kg. Il a été prouvé jusqu'à présent qu'un seul traitement à base d'huile essentielle est généralement suffisant pour maintenir la population de l'acarien *Varroa* au dessous du seuil de dégât économique pendant toute la saison (Imdorf et al., 1999).

Les alcools et les lactones sesquiterpéniques sont d'excellents inhibiteurs antifongique et ils peuvent émaner de la cannelle, clou de girofle, eucalyptus citronné, géranium, rosat, romarin-cinéole et calophyllum. Wilson et al.(2007), dévoilèrent l'efficacité de 49 HE sur *Botrytis cinerea* .

Contre les bactéries (Defoe et al., 2003) avaient étudié la composition chimique de l'huile essentielle *Thymus spinulosus* et réalisé des tests biologiques sur son activité antibactérienne contre des souches de bactérie, les résultats ont montré que les monoterpènes (thymol) a une propriété inhibitrice de croissance.

II-7-3. Activité antioxydante :

Certains constituants des huiles essentielles présentent un pouvoir antioxydant très marqué et sont aujourd'hui commercialisés tels que l'eugénol, le thymol, le carvacrol ... (Burits & Bucar, 2000).

II-7-4. Activité antiseptique:

Le pouvoir antiseptique des huiles essentielles s'exerce à l'encontre de bactéries pathogènes variées, y compris des souches habituellement antibio-résistantes. Certaines huiles sont également actives vis-à-vis des champignons responsables des mycoses et des levures. Ces huiles sont aussi réputées efficaces pour diminuer ou supprimer les spasmes gastro-intestinaux. Il est fréquent qu'elles stimulent la sécrétion gastrique d'où les qualificatifs de «digestives» et de «stomachiques» qui leur sont décernés, avec toutes les conséquences qui peuvent en découler, amélioration de certaines insomnies et de troubles psychosomatiques divers, diminution de la «nervosité». (Bruneton, 1999)

II-8. Toxicité des huiles essentielles:

Les huiles essentielles ont une toxicité aiguë par voie orale, la majorité de celles qui sont couramment utilisées ont une DL 50 comprise entre 2 et 5 g/Kg (anis, eucalyptus, girofle, etc...), ou ce qui est le plus fréquent, supérieure à 5 g/Kg (camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver, etc...) (Bruneton, 1999). Les mêmes observations peuvent être faites pour les constituants des huiles essentielles, rares en effet sont ceux qui ont une DL 50 < 2 g/Kg comme exemple la thuyone 0.2 g/Kg (armoise), pulégone 0.47 g/Kg (menthe pulgume) et carvone 1.64 g/Kg (Menthe verte).

II-9. Conservation des huiles essentielles:

L'instabilité relative des molécules constitutives des huiles essentielles rend leur conservation délicate (Bruneton, 1993). Trois facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles :

- ✦ La température : obligation de stockage à basse température (entre 08°C et 25°C).
- ✦ La lumière : stocker dans l'obscurité et dans un récipient opaque, brun de préférence.
- ✦ oxygène : les flacons doivent être entièrement remplis et fermés de façon étanche, il est possible de recourir à l'adjonction d'antioxydants.
- ✦ La durée de conservation admise est de 02 à 05 ans.

II-10. Rendement des huiles essentielles:

Tableau 03 : Rendement en HE de plantes médicinales utilisées (Eberhard et al, 2005).

Plante	Rendement (%)	Plante	Rendement(%)
<i>Lavande officinale</i>	0.5 à 0.85	<i>Thym vulgaris</i>	0.15 à 2.25
<i>Sauge officinale</i>	0.3 à 0.35	<i>Romarin</i>	0.80 à 3
<i>Sauge sclarée</i>	0.1 à 0.18	<i>Menthe pouliot</i>	1 à 3

II.1. Introduction:

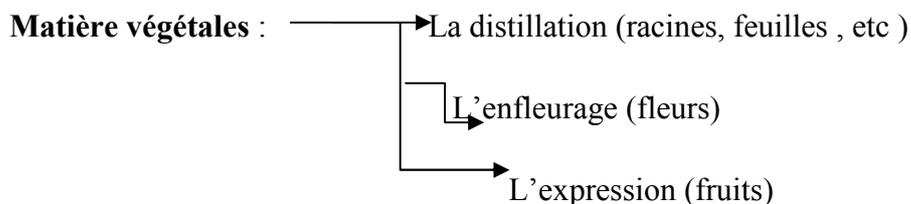
Le règne végétal comprend des substances organiques de structure et d'utilisation variées. En effet, les plantes renferment des composants chimiques qui se répartissent en deux grands groupes : les protides, les glucides, les lipides et les acides nucléiques d'une part et d'autre part, les pigments, les polymères, les tanins, les saponosides, les flavonoïdes... Les premiers sont les constituants du métabolisme primaire qui existent en permanence au sein de la plante et les seconds qui ne sont pas toujours présents chez les végétaux représentent le métabolisme secondaire et constituent les huiles essentielles.

Les huiles essentielles sont des essences volatiles et odorantes que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Les huiles essentielles se trouvent en général dans les fleurs et les feuilles, ainsi que dans les fruits, bois, écorce, racines et graines..(Binet et Brunel, 1986).

II.2- Procédés d'extraction des HE:

Les huiles essentielles sont extraites de la matière végétale par différents procédés. Le choix de la technique dépend de la localisation histologique de l'essence dans le végétal et de son utilisation dans les diverses industries.

Les principales méthodes d'extraction peuvent être représentées comme suit :



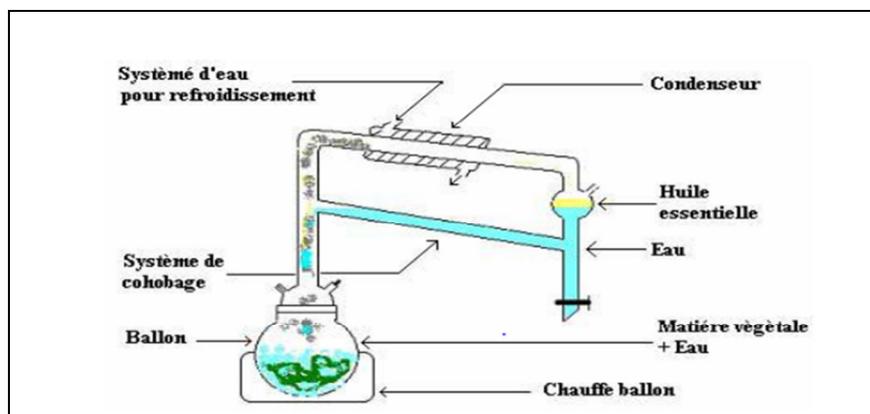
II.3. Techniques d'extractions des huiles essentielles:

II-3-a. Entraînement à la vapeur (hydro diffusion) :

Le but de cette méthode est d'entraîner avec la vapeur d'eau les constituants volatils des produits bruts. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, libère les molécules contenues et entraîne les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. La vapeur, chargée de l'essence de la matière première distillée, se condense dans le serpentin de l'alambic avant d'être récupérée dans un essencier (vase de décantation pour les huiles essentielles). Les parties insolubles dans l'eau de condensation sont décantées pour donner l'huile essentielle surnageant (Benjilali, 2004).

II. 3-b. Hydrodistillation :

Distillation à l'eau ou «hydrodistillation» (Fig.4): le matériel végétal est en contact direct avec l'eau. Lorsque le végétal est broyé on parle de turbo distillation. Selon Bruneton (1999), l'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Cette méthode est généralement utilisée en cas des huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants. Elle est aussi utilisée dans l'extraction des huiles à partir des feuilles et des fleurs fraîches ou séchées. Parmi les huiles extraites par cette méthode, on cite l'huile de menthe, de myrte et de l'herbe à citron (Hernandez Ochoa, 2005).



Fig(04): Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation de l'huile (Hernandez Ochoa, 2005)

II.3-c). Hydrodiffusion :

L'hydrodiffusion consiste à faire passer un courant de vapeur d'eau à très faible pression à travers la masse végétale. La composition des produits obtenus est sensiblement différente au plan qualitatif de celle des produits obtenus par les méthodes précédentes. L'industrie des parfums a utilisé jadis l'enfleurage, pour les organes fragiles comme les fleurs, c'est-à-dire le contact avec un corps gras qui se sature d'essence. Le corps gras est épuisé par l'alcool absolu et ce solvant est évaporé sous vide à 0°C' (Bruneton, 1999).

II.3-d). L'extraction par enfleurage:

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîches sur des plaques de verre recouvertes de minces couches de graisse (graisse animale). Selon les espèces, l'absorption des HE des pétales par le gras dure 24 heures (Jasmin) à 72 heures (Tubéreuse).

Les pétales sont éliminées et remplacées par des pétales fraîches jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide (Belaiche, 1979). Pour certaines plantes, on procède à une immersion des fleurs dans de la graisse chauffée, c'est ce que l'on appelle enfleurage à chaud ou «digestion» (Bruneton, 1999). Cette méthode appelée également macération à chaud par d'autres auteurs est surtout utilisée pour les fleurs délicates qui perdent leurs arômes très rapidement après la cueillette, comme les violettes et certains lys (France-Ida, 1996). Cette technique laborieuse, qui demande une grande labilité, est de moins en moins employée au profit de l'extraction par les solvants, en raison de son faible rendement et de l'importante main d'œuvre qu'elle nécessite (France-Ida, 1996; Bachelot et al, 2006).

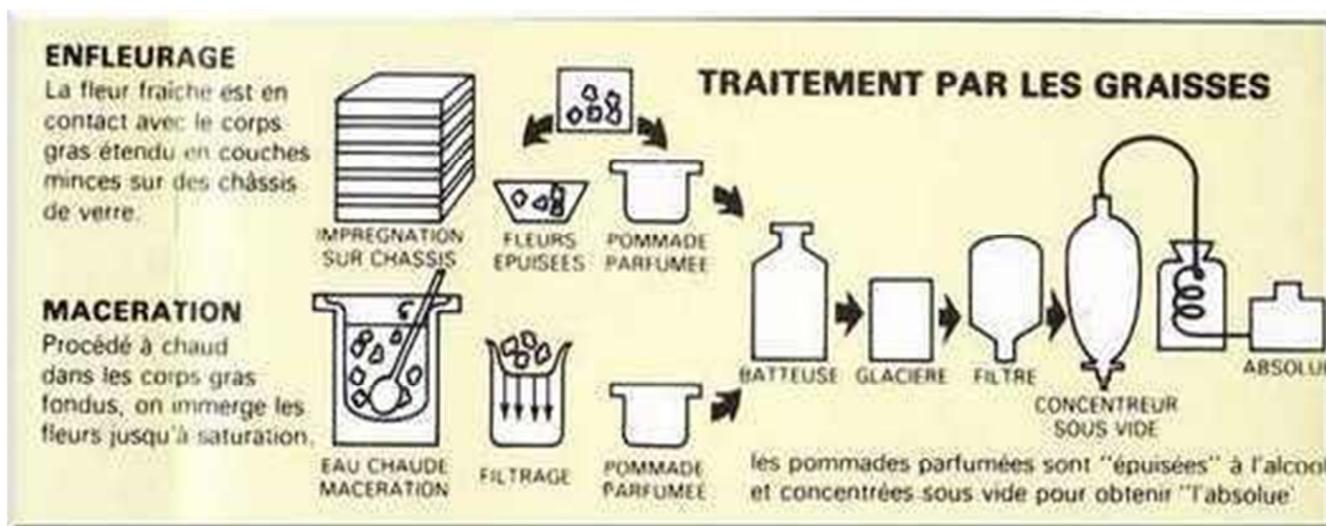


Figure (05) : Schéma du dispositif expérimental du procédé par enfleurage (Belaiche, 1979).

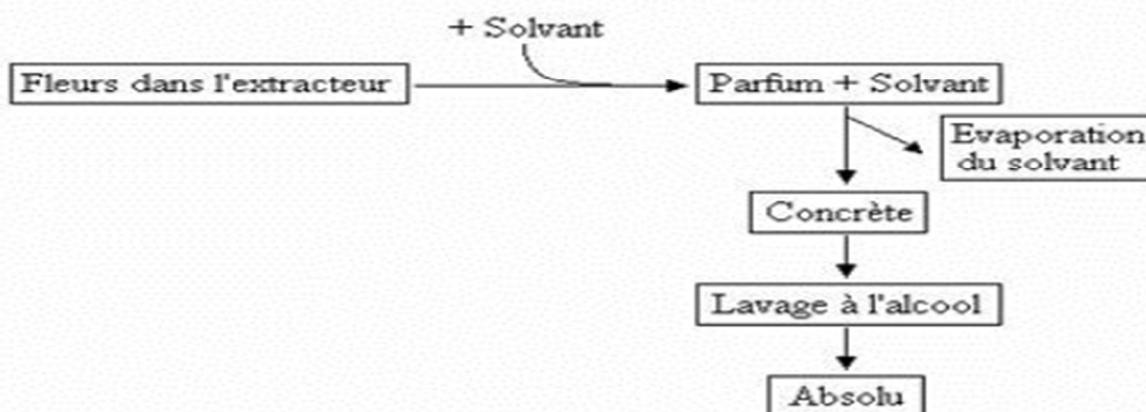
II.3-e).L'extraction par les solvants volatils:

Cette méthode est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence faible ou les essences que l'on ne peut extraire par distillation. Elle est basée sur le pouvoir qu'ont certains solvants organiques à dissoudre les composants des huiles essentielles. Dans ce procédé, un épuisement des plantes est effectué à l'aide d'un solvant volatil (Bachelot et al., 2006). dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé «concrète». Le traitement de cette concrète par l'alcool absolu conduit à «l'absolue» (Duraffourd *et al.*, 1990). Après l'extraction, le solvant est distillé puis il est récupéré par injection de vapeur d'eau dans la masse végétale qu'il imbibe (Bruneton, 1999).

L'extraction par les solvants présente toutefois des contraintes diverses liées en premier lieu au manque de sélectivité de ces produits: de nombreuses substances peuvent de ce fait se retrouver dans les concrètes (huiles fixes, phospholipides, caroténoïdes, cires, certaines coumarines) et imposer une purification ultérieure, et en second lieu, à la toxicité des solvants et leur présence sous forme de traces résiduelles dans l'extrait final (Bruneton, 1999).

En effet, Viaud (1993) affirme que des analyses sérieuses, par les méthodes les plus modernes, montrent que les proportions de solvants résiduels dans les concrètes se situent entre 2 et 4% atteignant souvent 6% et même parfois 25%. Les absolues obtenues par lavage à l'alcool des concrètes contiennent encore des ppm importantes de ces solvants. De telles huiles ne sont donc pas admissibles à l'usage médical par contre, elles sont admissibles en parfumerie.

L'extraction par les solvants volatils



Figure(06) : Schéma des étapes pour l'extraction par les solvants organiques volatils

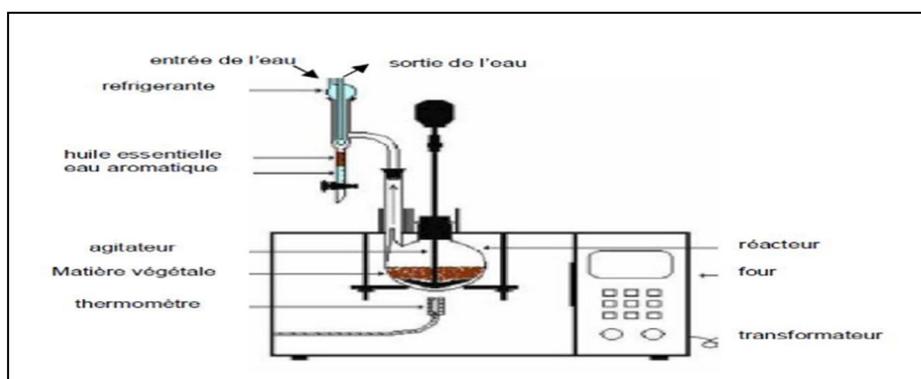
II.3-f).L'extraction par expression:

L'essence, altérable par entraînement à la vapeur d'eau, est ici extraite du péricarpe frais d'agrumes: dans l'industrie, les zestes sont dilacérés et le contenu des poches sécrétrices est récupéré par expression manuelle ou à l'aide de machines qui rompent les poches par expression et recueillent l'huile essentielle (Bruneton, 1999); ou encore après scarifications mécaniques, un entraînement de l'huile essentielle par un courant d'eau. L'essence est séparée par décantation (Hurabielle, 1981). Cette méthode artisanale est totalement abandonnée au bénéfice des machines utilisées pour permettre l'extraction des jus des fruits d'une part, et d'essence d'autre part (Belaiche, 1979).

II.3-g) L'extraction par micro-ondes:

C'est un procédé utilisant les micro-ondes et les solvants transparents aux micro-ondes pour extraire de façon rapide et sélective des produits chimiques de diverses substances (Paré, 1997). Le matériel végétal est immergé dans un solvant transparent aux micro-ondes de manière à ce que seul le végétal soit chauffé. Les micro-ondes vont chauffer l'eau présente dans le système glandulaire et vasculaire de la plante, libérant ainsi les produits volatils qui passent dans le solvant (non chauffé). On filtre et on récupère ensuite l'extrait.

L'extraction par micro-ondes a le grand avantage de réduire le temps d'extraction à quelques secondes (France Ida, 1996). Ce procédé (Fig. 7), très rapide et peu consommateur d'énergie, livre un produit qui, est le plus souvent, de qualité supérieure à celle du produit d'hydrodistillation traditionnelle (Bruneton, 1999). Par ailleurs, l'analyse des huiles essentielles obtenues par cette méthode a montré selon Belaiche(1979) que la composition qualitative des huiles essentielles était la même que celle des huiles obtenues par distillation mais le pourcentage des constituants variait de manière significative.



Fig(07): Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation sous micro-ondes (Lagunez-Rivera, 2006).

II-3-h). Extraction par ultrasons:

Les micro-cavitations, générées par ultrasons, désorganisent la structure des parois végétales, notamment les zones cristallines cellulosiques. Les ultrasons favorisent la diffusion et peuvent modifier l'ordre de distillation, des constituants des huiles essentielles. L'extraction par les ultrasons est une technique de choix, pour les solvants de faible point d'ébullition, à des températures d'extraction inférieures au point d'ébullition. L'avantage essentiel de ce procédé est de réduire considérablement la durée d'extraction, d'augmenter le rendement en extrait et de faciliter l'extraction de molécules thermosensibles (Lagunez-Rivera, 2006).

II-3-i). Extraction par CO2 super critique :

La technique se base sur la solubilité des constituants dans le CO₂ et de son état physique. Grâce à cette propriété, il permet l'extraction dans le domaine supercritique et la séparation dans le domaine gazeux. Le CO₂ est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie, ensuite il est injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal, après le liquide se détend pour se convertir à l'état gazeux pour être conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et en solvant (Lamamra 2012).

I-1 Introduction :

Le but de l'essai est de déterminer l'effet insecticide de trois huiles essentielles à l'égard de deux insectes ravageurs de denrées stockées : Le Tribolium (*Tribolium confusum Duval*) et de cultures : le puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop.*)

I-2- Localisation des essais:

Notre expérimentation est réalisée au sein de la faculté des sciences de la Nature et de la vie de Tiaret dans le laboratoire de Technologie Alimentaire pour l'extraction des huiles de (Thym vulgare, Thym serpolet, Menthe pouliot) de l'université Ibn khaldoun de Tiaret.

I-3- Matériel expérimental.

I-3-1- Le matériel vivant

I-3-1-1. Le Matériel végétal :

Les trois plantes (*Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum* et *Mentha pulegium*) de la famille des Labiacées récoltées durant la période de Mars à Juin de l'année 2016 de différentes stations de la région de la commune de **Sidi Hosni** au lieu dit " **Zaouïa de, Oulad Sidi Adda**" au niveau de ses montagnes dans la wilaya de Tiaret.

La plante fraîchement récoltée a été séchée à l'ombre et dans un endroit sec et aéré. Devenues sèches, les feuilles ont été récupérées et mises dans des sacs en papier et stockées jusqu'à leur utilisation

a). Le thym (*Thymus vulgaris*) et le Serpolet (*Thymus serpyllum*) (Zaàtar) : (Figure 08, a, b, c et d)

Les plantes étudiées ont été choisies en fonction de leur emploi très fréquent en Algérie. Le nom thym proviendrait aussi bien du latin *Thymus* (courage) que du grec *Thymus* (parfum).

Thymus vulgaris, est un sous arbrisseau, vivace, touffu et très aromatique de 7-30 cm de hauteur de couleur vert grisâtre. A tige ligneuse, feuilles petites blanchâtres sur face inférieure, ovales, à pétiole court. A fleurs roses ou blanches avec floraison en mai -juin. (Bonnier et Douin, 1990; Amarti et al, 2008).

Antiseptique, désinfectant dermique, vermifuge (Bazylko et Strzelecka, 2007), antivirale, antifongique et antibactérien (Jiminez-Arellanes et al, 2006), Propriétés antioxydants (Takeuchi et al, 2004)

a).1. - Classification du thym vulgare : (Anonyme 2)

Règne : Plantae	S / règne : Tracheobionta	Division: Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida	S / Classe : Asteridae	Ordre : Lamiales
Famille : Lamiaceae	Genre : <i>Thymus</i>	Espèce : <i>Thymus vulgaris</i>

a).2. - Classification du thym serpolet: (Anonyme 2)

Règne: Plantae / **Division:** Magnoliophyta / **Ordre:** Lamiales / **Genre :** *Thymus*
Sous-règne Tracheobionta / **Classe:** Magnoliopsida / **Famille :**Lamiaceae
Espèce : *Thymus serpyllum*.

Remarque:

Le Serpolet (*Thymus serpyllum*) dont Le terme latin *serpyllum* qui désigne les thym rampants vient du grec *herpyllos*, « ramper », allusion à ses tiges couchées, traçantes qui lui permettent de former des coussins gazonnants, Plante couvre-sol, elle empêche les mauvaises herbes de pousser. Ce thym contient 0,15 à 0,60 % d'essence incolore à jaune, d'odeur semblable à celle de la mélisse (Jean, 2012).

b).La Menthe Pouliot (*Mentha pulegium* L) (fliou)

Originnaire du bassin méditerranéen, la menthe pouliot ou herbe aux puces dite "Fliou" est une plante à tiges rampantes ou dressées, de 30 cm de hauteur, velues ou glabres, feuilles opposées elliptiques de 3cm, fleurs réunies en inflorescence globuleuses, le fruit est un tétrakène, chaque akène est une graine d'environ 5mm de long, de couleur brun, floraison de juillet à septembre. Son huile essentielle représente de 1 à 5% du poids frais de la plante et contient de la pulégone accompagnée de menthone, de néoisomenthol; de 1,8-cinéole et bornéol. Dérivées d'acides hydroxycinnamiques : (tanins), composées surtout d'acides rosmariniques et Flavonoïdes (diosmine) (Lieutaghi,1999)

Le caractère aromatique de sa saveur est à l'origine des propriétés apéritives et digestives. Son huile essentielle est insecticide fongicide et antiseptique (Lawrence, 2006).

b).1.Classification: selon Anonyme3

Règne :Plantae / **Division :**Magnoliophyta / **Classe :**Magnoliopsida / **Ordre:**Lamiales

Famille: Lamiaceae / **Genre :**Mentha / **Espèce:** *Mentha pulegium*.



(a)

(b)

(c)

(d)

Fig(08) : photos des plantes utilisées pour l'extraction des huiles essentielles *Thymus vulgaris* (a) *Thymus serpyllum* (b) *Mentha pulegium* (plante et tige fleurie) (c) et (d) (photos originales).

I-3-1-2.Le Matériel animal :

a) *Tribolium confusum* (Duval)

a) -1. Les caractères généraux des Tenebrionidae

Les tenebrionidae sont des coléoptères de taille comprise entre 2 mm.et 80 mm, de forme très varié, à téguments rigides, épais, noir mat ou luisant, de teinte sombre, coloré ou «métallique» par interférence, avec des yeux généralement grands, ovales ou ronds chez certaines sous-familles. Antennes de 11 articles, plus rarement 10.aptes ou ailées, avec nervation alaire du type primitif, 5 sternites abdominaux, pattes longues ou au contraire, contractées, fouisseuses (Balachowsky, 1962).

Un certain nombre de tenebrionidae ont été signalées comme nuisibles sur les plantes cultivées et autres s'attaquent aux denrées alimentaires stockées ou emmagasinées. Parmi ces dernières le genre *Tribolium* comprend deux espèces principales cosmopolites et nuisibles: *T. castaneum* Herbst. et *T. confusum* Duv.

a)-2- Position systématique de *Tribolium confusum*.

Selon Lapesme (1944) la classification de cette espèce est :

- * **Embranchement:** Arthropoda. / ***Sous Ordre:** Polyphaga ./ ***Famille:** Tenebrionidae.
- * **Classe:** Insecta. / ***Ordre:** Coleoptera. / ***Sous Famille:** Ulominae.
- * **Genre:** *Tribolium*. / ***Espèce:** *Tribolium confusum* (Duval.)

a) 3- Morphologie de *Tribolium confusum* (Duv.):

1) Description des différents états de *Tribolium confusum* (Duv.):

* **L'œuf:** oblong et blanchâtre, presque transparent surface lisse recouverte d'une substance visqueuse pour adhérer à la denrée infestée, de taille moyenne 0.6 x 0.3 mm (Lepesme, 1944)(fig.10).

* **La larve:** L'éclosion de l'oeuf donne naissance a une la larve neonate et de couleur blanche, de petite taille ne dépassant pas 1.4 mm. Elle passe par plusieurs stades dont le nombre varie de 5 à 12 selon la température, l'humidité relative et la qualité de l'alimentation (Steffan 1978).

La larve de dernier stade est cylindrique mesure environ 7 mm de long et 0,8 mm de large, sa couleur est d'un jaune pâle. Son corps presque glabre, se termine par deux paires urogomphes.(fig.10)

* **La nymphe:** Est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (Balachowsky, 1936). La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer (fig.10).

*. La couleur devient brun rouge, sa taille atteint 3 à 4 mm. Ces élytres allongés, parallèles et arrondis à l'extrémité postérieure, portent des lignes régulières de ponctuation séparées par des cotés très fins (Lepesme, 1944). Les pattes sont courbées, les tarses postérieurs sont formés de quatre articles

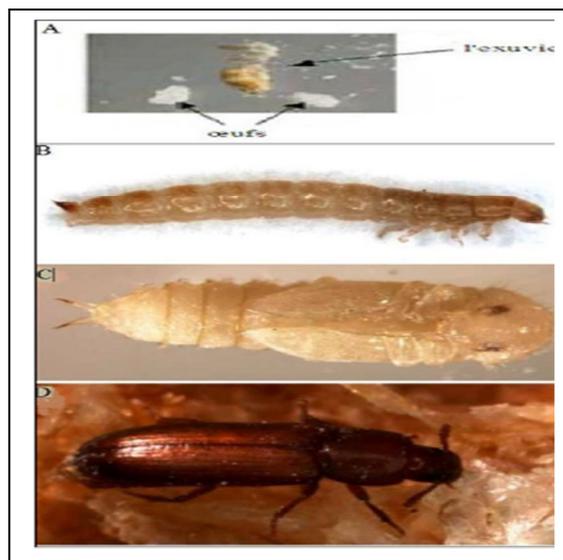


Fig 09: différents états de *T. confusum* (Duval.) :A : l'oeuf (Rebecca et al, 2003) ; B: larve, C: nymphe, D: adulte (Walter, 2002).

a)-4. Biologie:

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos. Chez *Tribolium confusum* (Duv) l'échelonnement des pontes est conditionné par plusieurs copulations. Les œufs sont pondus en vrac sur les marchandises et ils sont difficiles à déceler. Au cours de sa vie, la femelle pond entre 500 et 1000 œufs.

Les jeunes larves, passent par 5 à 12 stades larvaires selon des conditions de température et d'humidité. La larve, circule librement dans la denrée infestée ou elle nymphose. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose à 32,5°C et une humidité relative de 70 %, la durée du cycle est de 24 à 26 jours, *Tribolium confusum* (Duval) est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32°C et 35 ° C, son développement s'arrête au-dessous de 22°C. Il résiste aux basses hygrométries. En absence d'alimentation, *Tribolium confusum* exerce le cannibalisme, dévore les œufs et les larves de leur congénère (Steffan in Scotti, 1978).

a)-5. Régime alimentaire et dégâts:

Le Tribolium recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son, ... etc. (LEPESME, 1944). Les adultes sécrètent une substance nauséabonde, riche en quinones qui communique au lot infesté une odeur particulièrement désagréable. D'après Steffan in Scotti (1978), ils sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts

b). Les pucerons:**b)-1- Définition:**

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs (Angiospermes) dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides (Heie, 1987 ; Shaposhnikov, 1987). La plupart des genres de pucerons sont inféodés à une famille végétale, en ce sens, ils sont dits monophages. Mais nombre des pucerons s'attaquant aux plantes cultivées ont un régime alimentaire moins restreint et se nourrissent sur des végétaux de familles très distinctes (Bale et al., 1994).

Les pucerons sont sérieux problème en agriculture malgré qu'ils forment un petit groupe d'insecte environ 4000 espèces dans le monde, près de 25 espèces sont de sérieux ravageurs des cultures et des forêts (Iluz, 2011).

Les pucerons ont longtemps fait l'objet de recherches intenses pour plusieurs raisons : ils causent de importantes pertes économiques (Uzet et al., 2010).

b)-2. Le puceron noir de la fève *Aphis fabae*.

Fig(10): Le puceron noir de la fève *Aphis fabae* sur une culture de Lentille (originale).

b)-2.1. Définition:

Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae* Scop.) est un petit insecte de l'ordre des hémiptères, de la famille des aphididés, qui parasite de nombreuses plantes cultivées. Ses dégâts sont souvent aggravés par la production de fumagine due au miellat secrété par les pucerons (Joséphine., 2012)

b)-2.2. Description: L'adulte aptère est un petit insecte de 2 à 2,5 mm de couleur noir mat. Cette espèce se distingue des autres pucerons par le tibia arrière renflé des femelles sexuées (Hullé et al. 1998)



Fig(11): *Aphis fabae* (original)

b)-2.3. Classification: selon Iluz (2011),

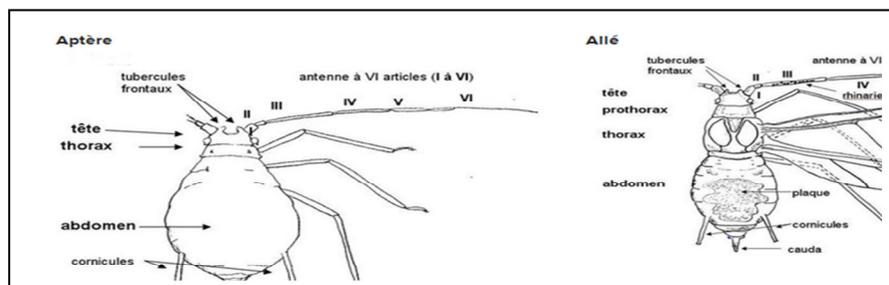
Règne :Animalia / **Embranchement :** Arthropoda / **Classe:** Insecta / **Super-ordre:** Hemipteroidea

Ordre: Hemiptera / **Famille:** Aphididae / **Genre:** Aphis

b)-2.4- Morphologie:

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2 à 4 mm en général) avec le corps ovale et peu aplati (Fraval, 2006). La surface des pucerons peut être brillante, mate, ou recouverte d'excrétion cireuse, leur cuticule peut être dépourvue de pigmentation ou pigmentée (imprégnée de mélanine) selon les stades, les formes ou les espèces (Leclant, 1999).

Le puceron de forme ailé ou aptère comprend trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen



Fig(12): La morphologie des pucerons (Turpeau-Ait Ighil et al. 2011)

- La tête possède une paire d'antennes, des yeux composés et le rostre, organe nourricier.
- Le thorax porte trois paires de pattes et chez les formes ailées, deux paires d'ailes.
- L'abdomen, de pigmentation claire à foncée et de forme allongée à ronde, se caractérise par la présence ou non d'une paire de cornicules et d'une cauda (Leclant ,2000).

b)-2.5-Cycle de vie de puceron :

Selon leclant, (1999), il existe deux types de cycle de vie:

1)- Le premier: ancestral, est appelé holocyclique. De la fin de l'hiver à la fin de l'été, les colonies de pucerons ne sont composées que de femelles parthé-nogénétiques. C'est-à-dire que les femelles donnent naissances à d'autres femelles par parthénogénèse, mode de reproduction sans fécondation. La nouvelle femelle est donc un clone de sa mère. Fin de l'été apparaisse des femelles sexupares, c'est-à-dire qui donnent naissance à des mâles et des femelles fécondables. Ces nouveaux mâles et femelles fécondables se reproduisent par fécondation durant l'automne. Les femelles fécondables pondent début de l'hiver. Les œufs éclosent en fin d'hiver et des femelles fondatrices en émergent. Les femelles fondatrices sont les premières femelles parthénogénétiques qui sont à l'origine des colonies printanières.

2)-Le deuxième: cycle, plus simplifié, est appelé anholocyclique. La partie de reproduction sexuée est inexistante. Les pucerons ne se reproduisent que par parthénogénèse tout au long de l'année. Pour la plupart des espèces de pucerons, il y a une fraction de la population de l'espèce qui est holocyclique et une autre fraction anholocyclique(Hullet et al .,1999).

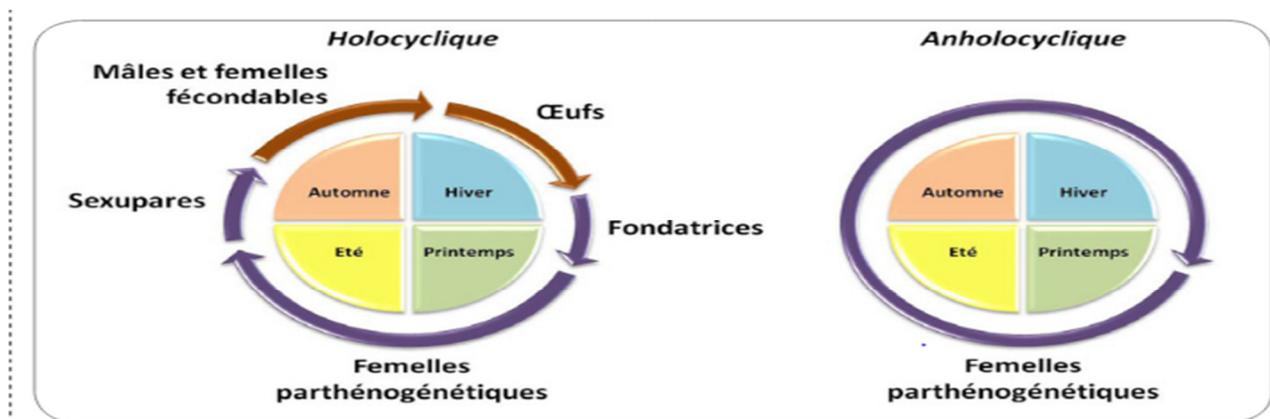


Fig13 : le cycle de vie des pucerons (Fraval, 2006)

b)-2.6.Ennemis naturels

Parmi les nombreux insectes qui sont ses prédateurs, il faut citer des syrphes, des coccinelles et une chrysope (*Chrysoperla carnea*).

b)-2.6. Interactions plante puceron:

Les pucerons ailés sont capables de localiser leurs plantes hôtes à distance en mettant en jeu des stimuli visuels, olfactifs et gustatifs (Webster et al, 2008).

Les stimuli visuels correspondent à des couleurs, les pucerons sont très sensibles pour la couleur verte et reconnaissent la couleur des feuilles de leur plante hôte (Döring et Chittka, 2007).

Les composés chimiques volatils émis par la plante hôte induisent chez les pucerons des mouvements orientés vers la source de l'odeur.

Une fois au contact de la plante, les pucerons font appel à la gustation en introduisant leurs stylets dans la plante hôte jusqu'à ce que la composition de la sève soit reconnue. La gustation joue un rôle dans l'acceptation ou la non acceptation de la plante par le puceron (Will et Van Bel, 2006 ; Guerrieri et Digilio, 2008).

b)-3.7. Dégâts directes et indirectes : Les dégâts peuvent être directs ou indirects :**1)- Les dégâts directs:**

Les pucerons causent d'importants dommages cultureux en s'alimentant directement dans les éléments criblés du phloème, dans lesquels ils prélèvent la sève riche en sucres, en composés azotés et autres nutriments essentiels à leurs développements et reproductions (Dinant et al., 2010).

En s'alimentant de la sève, les pucerons injectent continuellement des sécrétions salivaires toxiques dans les tissus de la plante hôte (Tjallingii, 2006).

2)- Les dégâts indirects: Les dégâts indirects sont essentiellement de deux types :**a) Miellat et fumagine:**

Les pucerons rejettent une substance épaisse et collante par le système digestif appelée le miellat. Ce composé déposé sur les feuilles et au pied de la plante hôte est riche en sucre et en acides aminés (Leroy et al., 2009).

La forte concentration en sucre du miellat (90 à 95 % de matière sèche) favorise le développement de la fumagine, un complexe de champignon de type *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Antennariella*, *Limacinula*, *Scorias* et *Capnodium*. La fumagine forme un dépôt noirâtre à la surface des feuilles de la plante hôte, réduit la photosynthèse et provoque même une asphyxie de la plante attaquée par les pucerons (Leroy et al., 2009).

Le miellat attire les fourmis qui le consomment. La coopération entre les pucerons et les fourmis est un exemple bien connu de mutualisme, en échange, les fourmis les protègent contre leurs nombreux prédateurs et participent activement à l'hygiène de la colonie (Verheggen et al., 2009 b ; Vantaux et al., 2011).

b)- Transmission de virus:

Les pucerons sont responsables de dégâts indirects assez importants en véhiculant des virus pathogènes (Harmel et al, 2010 ; Akello et Sikora, 2012).

I-4-L'extraction des huiles essentielles:

L'extraction des huiles essentielles est réalisée au laboratoire de Technologie Alimentaire de la faculté SNV de l'université de Tiaret par la méthode d'hydro distillation.

La méthode d'extraction consiste à prendre 900g, 500g et 500g de matière sèche pour respectivement *Thymus vulgaris*, le thym serpolet et la menthe pouliot, (plantes séchées et broyées au préalable puis pesées). La matière végétale est immergée dans l'eau distillée au deux tiers du ballon qui est déposé sur un chauffe ballon.

La durée de distillation est de 3 h à 4 h qui permet d'obtenir une solution à deux phases dont l'huile essentielle est le surnageant qui recueilli à l'aide d'une ampoule a décantée .

Une fois l'huile essentielle obtenue, elle est conservée dans un flacon en verre à + 4 °C et à l'obscurité pour éviter la dégradation des H.E due à l'action de l'air et de la lumière.



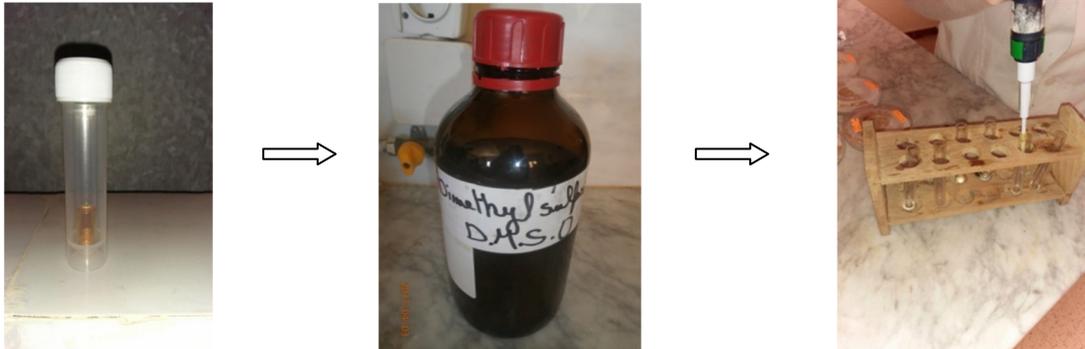
Fig 14: le montage de l'hydro distillation au niveau de laboratoire (original)

Pour le Calcul du rendement_en huile essentielle, il est défini par le rapport entre la masse d'huile essentielle et la masse du matériel végétal traitée : $Rd / \% = m_1 \cdot 100 / m_0$

- m_1 : masse en gramme d'huile essentielle.
- m_0 : masse en gramme du matériel végétal séché.

I-5- Evaluation de l'activité insecticide des trois huiles essentielles au laboratoire.**a) Préparation des doses:**

Les doses d'huile essentielle utilisées sont préparées en diluant chaque fois dans 1 ml de solvant "Diméthyl sulfureux.", les volumes successifs de 1 , 2 , , et 4 μ l de l'huile essentielle.

**b) Préparation des boîtes de pétri**

On chauffe un bâton métallique grâce auquel on a effectué un trou sur le couvercle de la boîte de pétri et on le recouvre par un voile perforé pour assurer l'aération .



I-5-1. Evaluation de l'activité insecticide des trois huiles essentielles sur le *Tribolium confusum* (larves et adultes).

** Elevage du *Tribolium*

La souche de *Tribolium confusum* (Duv.) provient de la région de Sidi hosni à partir de réserves de semences de Blé tendre déjà affecté par un autre insecte ravageur qui est *Sitophilus oryzae* précurseur du *Tribolium* dans les semences stockées.

La variété du blé tendre utilisée comme alimentation dans l'élevage est la variété Hd 1220. L'élevage est conduit dans une étuve dont l'humidité relative est de 70% et qui réglée à 30 °C. Quatre vingt (80) adultes sont placés dans des boîtes de pétri de 90 cm de diamètre et 4 cm de hauteur contenant 250 g de blé tendre dont l'ouverture est fermée.

Afin d'éviter le phénomène de surpopulation, on procède à un transfert régulier des adultes dans de nouvelles boîtes de pétri pour assurer de nouvelles infestations. Les adultes (18 jours) et les larves (10 jours) utilisés dans les essais ont été obtenus par tamisage régulier.



Fig 15: Elevage du *Tribolium confusum*. (Original).

a) Par ingestion :

Pour chaque essai, on a quatre traitements: 05 g de graines de blé tendre contenus dans une boîte de pétri traité par de l'huile essentielle pure et trois dilution à des doses de 25, 50 et 100 ul.

Les essais sont répétés 3 fois pour chaque traitement. Dans chaque boîte, on a introduit 10 individus (adultes de 18 jours et larves L3). Le comptage des individus morts est quotidien pendant 3 jours successifs. Les mortalités enregistrées dans les lots de grains traités sont exprimées en % de mortalité corrigée.



Fig (16): Application d'HE par ingestion sur larves et adultes de *Tribolium*

b) par inhalation :

Dans des bocaux de 250 ml, on a suspendus des cotons imbibés d'huile essentielle des trois plantes aromatiques sur les couvercles par un fil pour favoriser l'évaporation de l'huile et favoriser son inhalation par les et insectes mis à l'intérieur.

Les doses d'huile essentielle testées sur le *Tribolium confusum* sont HE pure et diluée 10, 20 et 25 μ l (dilution V/V au 1/2, 1/4 et 1/8). Les bocaux fermés et placés à 25°C et 70% d'humidité.

Trois répétitions pour chaque huile essentielle, sont effectuées et le comptage des insectes morts est réalisé quotidiennement pendant une période de 3 jours.



Fig(17) : L'application d'HE par inhalation sur les larves et les adultes de *Tribolium confusum*.

I-5-2. Evaluation de la toxicité des HE sur le puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop.*)**** Récolte du Puceron noir**

La souche de *puceron noir de la fève* (*Aphis fabae Scop.*) provient d'une culture de Lentilles affecté au niveau de l'ITGC de Tiaret (station de Sebaine).



Fig (18): Récolte et observation du Puceron noir (original).

a) Par ingestion

Dix (10) pucerons adultes collés sur une tige fraîche de Lentille, sont introduits dans une boîte de pétri traitée par l'huile essentielle à des doses respectives de 10, 15 et 20 μ l). Les boîtes sont mises à 25°C et une humidité relative de 70%.

Trois répétitions pour chaque huile essentielle sont effectuées et les comptages des pucerons morts se font toutes les 12 heures après le traitement pendant 3 jours.



Fig 19: Sélection des individus adultes le *puceron noir de la fève* (*Aphis fabae Scop*) sur la tiges fraiche de Lentille et : l'effet d'HE des trois plantes testées par ingestion.

b) Par inhalation (fig20, annexe)

Dix (10) pucerons adultes sont introduits dans des bocaux d'une capacité de 250ml dont le couvercle porte à l'aide d'un fil un coton imbibé d'huile essentielle à des différentes doses pour favoriser faciliter sa diffusion dans le bocal et son inhalation par les insectes. Puis, les bocaux sont fermés et mis à 25°C et 70% d'humidité relative. On effectue trois répétitions pour chaque huile essentielle et les comptages d'insectes morts sont réalisés chaque jour pendant 3 jours successifs.

I-6.1.Evaluation de l'insecticide chimique "Deltaméthrine" sur larves et adultes de *T. confusum*

L'évaluation de la toxicité de l'insecticide chimique sur *T. confusum* est effectuée au laboratoire pour une comparaison entre la toxicité des trois huiles essentielles testés et l'insecticide chimique.

- 10 individus de Tribolium adultes âgés de 18 jours et 10 larves âgés de 10 jours
- sont placés dans des boites de pétri perforées contenant 5 g de blé tendre
- On pulvérise trois doses d'insecticide chimique: 25ul, 50ul, 100ul dilué à l'aide d'un pulvérisateur.
- Le comptage des individus morts est effectué chaque jour pendant 3 jours successifs.



(a)



(b)



(c)

Fig (21): Effet de toxicité sur larves (a) et adultes (b) de *Tribolium confusum* de l'insecticide chimique "Deltaméthrine" (c).

I-6.2. Evaluation de la toxicité d'insecticide chimique (décis) vis-à-vis *Aphis fabae* (fig 2, annexe).

Selon le conseil des techniciens de l'ITGC, on a testés au laboratoire l'effet toxique de l'insecticide chimique commercialisé sous le nom de "DECIS" qui est très efficace sur le puceron pour étude comparative avec nos huiles essentielles testées. On a évalué l'effet insecticide après avoir dilué 0,5 ml de décis dans un 100 ml d'eau distillée.

Dix individus de puceron noir sont placés par boîte de pétri perforée selon deux répétitions. La mortalité des insectes est évaluée toutes les deux heures après le traitement pendant 24h.

I-7. Au champ évaluation de l'activité insecticide de l'hydrolat des trois plantes testées sur le puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop*).

Pour évaluer l'effet insecticide de l'hydrolat obtenu par hydro distillation des trois plantes étudiées sur le **puceron noir de la fève** (*Aphis fabae Scop.*), une parcelle de lentille nom traitée au niveau de l'ITGC de Tiaret (Sebaine), de 10 x 3 m de surface est divisée en 12 micros parcelles dont la moitié pour tester l'application de l'hydrolat par pulvérisation et l'autre moitié pour tester l'application de la poudre.

Tableau 04: La quantité de l'hydrolat utilisée pour chaque application.

Nom commun	<i>Thymus vulgaris</i>	Thymus serpyllum	<i>Mentha pulegium</i>
Hydrolat pulvérisation	1L *3	1L *3	1L *3

Le

dénombrement des individus adultes de puceron noir se fait sur chaque micro parcelle avant le traitement pour déterminer une densité moyenne puis les comptages des insectes morts se font, après les traitements été réalisé, toutes les 4 heures pendant 3 jours successifs.

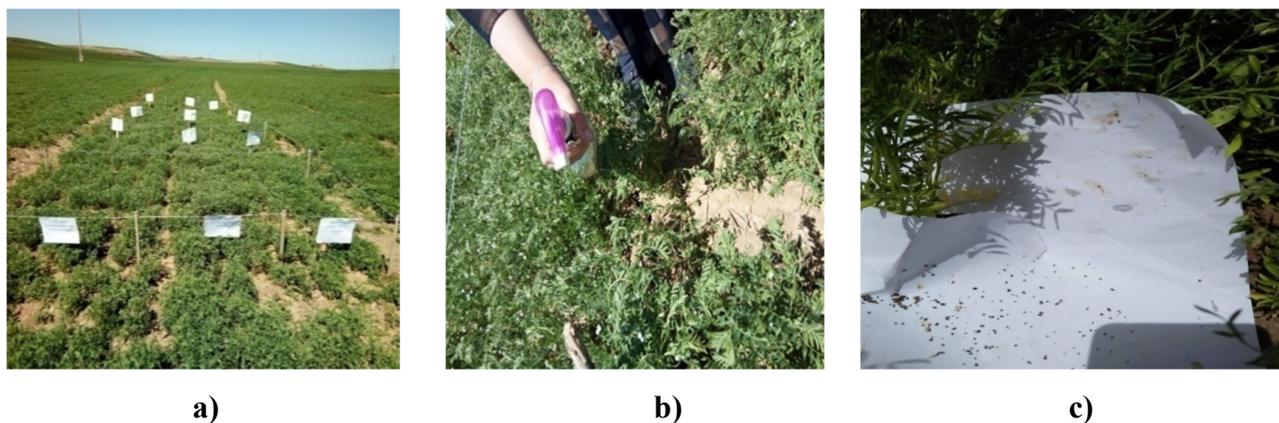


Fig (23): La parcelle traitée **a)**, pulvérisation de l'hydrolat **b)** et **c)** dénombrement des insectes morts.

I-8.Expression des résultats

L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tué par ce toxique. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott :

$$MC\% = (M - Mt * 100) / (100 - Mt)$$

- MC: la mortalité corrigée
- M: pourcentage de morts dans la population traitée
- Mt: pourcentage de morts dans la population témoin

I-8.1. Calcul des doses létales

L'efficacité d'un toxique se mesure par sa DL_{50} et DL_{90} qui représentent les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% et 90% d'individus d'un même lot respectivement. Elles sont déduites à partir du tracé des droites de régression. Pour cela, les pourcentages de mortalité corrigés sont transformés en probits (Tableau 05, annexe).

I-8.2. Analyse statistique

Pour estimer les effets insecticides des huiles essentielles, une analyse de la variance (ANOVA) avec deux critères de classification a été effectuée avec le nombre d'insectes morts en fonction des concentrations et du temps à l'aide du logiciel Statistica version 6.0. La comparaison des moyennes de différentes huiles essentielles a été effectuée par le test de Newman-Keuls.

I-1 Introduction :

Le but de l'essai est de déterminer l'effet insecticide de trois huiles essentielles à l'égard de deux insectes ravageurs de denrées stockées : Le Tribolium (*Tribolium confusum Duval*) et de cultures : le puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop.*)

I-2- Localisation des essais:

Notre expérimentation est réalisée au sein de la faculté des sciences de la Nature et de la vie de Tiaret dans le laboratoire de Technologie Alimentaire pour l'extraction des huiles de (Thym vulgare ,Thym serpolet , Menthe pouliot) de l'université Ibn khaldoun de Tiaret.

I-3- Matériel expérimental.

I-3-1- Le matériel vivant

I-3-1-1.Le Matériel végétal :

Les trois plantes (*Thymus vulgaris* , *Thymus serpyllum* et *Mentha pulegium*) de la famille des Labiacées récoltées durant la période de Mars à Juin de l'année 2016 de différentes stations de la région de la commune de **Sidi Hosni** au lieu dit " **Zaouïa de,Oulad Sidi Adda**" au niveau de ses montagnes dans la wilaya de Tiaret.

La plante fraîchement récoltée a été séchée à l'ombre et dans un endroit sec et aéré. Devenues sèches, les feuilles ont été récupérées et mises dans des sacs en papier et stockées jusqu'à leur utilisation

a).Le thym (*Thymus vulgaris*) et le Serpolet (*Thymus serpyllum*) (Zaàtar) : (Figure 08, a, b, c et d)

Les plantes étudiées ont été choisies en fonction de leur emploi très fréquent en Algérie. Le nom thym proviendrait aussi bien du latin Thymus (courage) que du grec Thymus (parfum).

Thymus vulgaris, est un sous arbrisseau, vivace, touffu et très aromatique de 7-30 cm de hauteur de couleur vert grisâtre. A tige ligneuse, feuilles petites blanchâtres sur face inférieure, ovales, à pétiole court. A fleurs roses ou blanches avec floraison en mai -juin. (Bonnier et Douin, 1990; Amarti et al, 2008).

Antiseptique, désinfectant dermique, vermifuge (Bazylko et Strzelecka, 2007), antivirale, antifongique et antibactérien (Jiminez-Arellanes et al, 2006), Propriétés antioxydants (Takeuchi et al, 2004)

a).1. - Classification du thym vulgare : (Anonyme 2)

Règne : Plantae	S / règne : Tracheobionta	Division: Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida	S / Classe : Asteridae	Ordre : Lamiales
Famille : Lamiaceae	Genre : <i>Thymus</i>	Espèce : <i>Thymus vulgaris</i>

a).2. - Classification du thym serpolet: (Anonyme 2)

Règne: Plantae / **Division:** Magnoliophyta / **Ordre:** Lamiales / **Genre :** *Thymus*
Sous-règne Tracheobionta / **Classe:** Magnoliopsida / **Famille :**Lamiaceae
Espèce : *Thymus serpyllum*.

Remarque:

Le Serpolet (*Thymus serpyllum*) dont Le terme latin *serpyllum* qui désigne les thym rampants vient du grec *herpyllos*, « ramper », allusion à ses tiges couchées, traçantes qui lui permettent de former des coussins gazonnants, Plante couvre-sol, elle empêche les mauvaises herbes de pousser. Ce thym contient 0,15 à 0,60 % d'essence incolore à jaune, d'odeur semblable à celle de la mélisse (Jean, 2012).

b).La Menthe Pouliot (*Mentha pulegium* L) (fliou)

Originnaire du bassin méditerranéen, la menthe pouliot ou herbe aux puces dite "Fliou" est une plante à tiges rampantes ou dressées, de 30 cm de hauteur, velues ou glabres, feuilles opposées elliptiques de 3cm, fleurs réunies en inflorescence globuleuses, le fruit est un tétrakène, chaque akène est une graine d'environ 5mm de long, de couleur brun, floraison de juillet à septembre. Son huile essentielle représente de 1 à 5% du poids frais de la plante et contient de la pulégone accompagnée de menthone, de néoisomenthol; de 1,8-cinéole et bornéol. Dérivées d'acides hydroxycinnamiques : (tanins), composées surtout d'acides rosmariniques et Flavonoïdes (diosmine) (Lieutaghi,1999)

Le caractère aromatique de sa saveur est à l'origine des propriétés apéritives et digestives. Son huile essentielle est insecticide fongicide et antiseptique (Lawrence, 2006).

b).1.Classification: selon Anonyme3

Règne :Plantae / **Division :**Magnoliophyta / **Classe :**Magnoliopsida / **Ordre:**Lamiales

Famille: Lamiaceae / **Genre :**Mentha / **Espèce:** *Mentha pulegium*.



(a)

(b)

(c)

(d)

Fig(08) : photos des plantes utilisées pour l'extraction des huiles essentielles *Thymus vulgaris* (a) *Thymus serpyllum* (b) *Mentha pulegium* (plante et tige fleurie) (c) et (d) (photos originales).

I-3-1-2.Le Matériel animal :

a) *Tribolium confusum* (Duval)

a) -1. Les caractères généraux des Tenebrionidae

Les tenebrionidae sont des coléoptères de taille comprise entre 2 mm.et 80 mm, de forme très varié, à téguments rigides, épais, noir mat ou luisant, de teinte sombre, coloré ou «métallique» par interférence, avec des yeux généralement grands, ovales ou ronds chez certaines sous-familles. Antennes de 11 articles, plus rarement 10.aptes ou ailées, avec nervation alaire du type primitif, 5 sternites abdominaux, pattes longues ou au contraire, contractées, fouisseuses (Balachowsky, 1962).

Un certain nombre de tenebrionidae ont été signalées comme nuisibles sur les plantes cultivées et autres s'attaquent aux denrées alimentaires stockées ou emmagasinées. Parmi ces dernières le genre *Tribolium* comprend deux espèces principales cosmopolites et nuisibles: *T. castaneum* Herbst. et *T. confusum* Duv.

a)-2- Position systématique de *Tribolium confusum*.

Selon Lapesme (1944) la classification de cette espèce est :

- * **Embranchement:** Arthropoda. / ***Sous Ordre:** Polyphaga ./ ***Famille:** Tenebrionidae.
- * **Classe:** Insecta. / ***Ordre:** Coleoptera. / ***Sous Famille:** Ulominae.
- * **Genre:** *Tribolium*. / ***Espèce:** *Tribolium confusum* (Duval.)

a) 3- Morphologie de *Tribolium confusum* (Duv.):

1) Description des différents états de *Tribolium confusum* (Duv.):

* **L'œuf:** oblong et blanchâtre, presque transparent surface lisse recouverte d'une substance visqueuse pour adhérer à la denrée infestée, de taille moyenne 0.6 x 0.3 mm (Lepesme, 1944)(fig.10).

* **La larve:** L'éclosion de l'oeuf donne naissance a une la larve neonate et de couleur blanche, de petite taille ne dépassant pas 1.4 mm. Elle passe par plusieurs stades dont le nombre varie de 5 à 12 selon la température, l'humidité relative et la qualité de l'alimentation (Steffan 1978).

La larve de dernier stade est cylindrique mesure environ 7 mm de long et 0,8 mm de large, sa couleur est d'un jaune pâle. Son corps presque glabre, se termine par deux paires urogomphes.(fig.10)

* **La nymphe:** Est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (Balachowsky, 1936). La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer (fig.10).

*. La couleur devient brun rouge, sa taille atteint 3 à 4 mm. Ces élytres allongés, parallèles et arrondis à l'extrémité postérieure, portent des lignes régulières de ponctuation séparées par des cotés très fins (Lepesme, 1944). Les pattes sont courbées, les tarses postérieurs sont formés de quatre articles

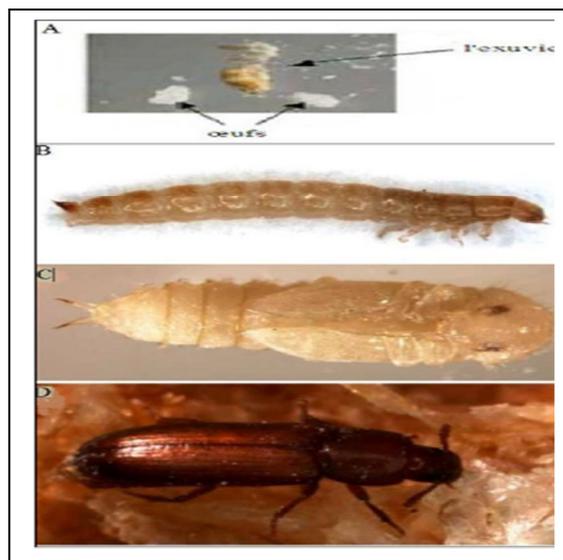


Fig 09: différents états de *T. confusum* (Duval.) :A : l'oeuf (Rebecca et al, 2003) ; B: larve, C: nymphe, D: adulte (Walter, 2002).

a)-4. Biologie:

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos. Chez *Tribolium confusum* (Duv) l'échelonnement des pontes est conditionné par plusieurs copulations. Les œufs sont pondus en vrac sur les marchandises et ils sont difficiles à déceler. Au cours de sa vie, la femelle pond entre 500 et 1000 œufs.

Les jeunes larves, passent par 5 à 12 stades larvaires selon des conditions de température et d'humidité. La larve, circule librement dans la denrée infestée ou elle nymphose. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose à 32,5°C et une humidité relative de 70 %, la durée du cycle est de 24 à 26 jours, *Tribolium confusum* (Duval) est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32°C et 35 ° C, son développement s'arrête au-dessous de 22°C. Il résiste aux basses hygrométries. En absence d'alimentation, *Tribolium confusum* exerce le cannibalisme, dévore les œufs et les larves de leur congénère (Steffan in Scotti, 1978).

a)-5. Régime alimentaire et dégâts:

Le Tribolium recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son, ... etc. (LEPESME, 1944). Les adultes sécrètent une substance nauséabonde, riche en quinones qui communique au lot infesté une odeur particulièrement désagréable. D'après Steffan in Scotti (1978), ils sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts

b). Les pucerons:**b)-1- Définition:**

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs (Angiospermes) dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides (Heie, 1987 ; Shaposhnikov, 1987). La plupart des genres de pucerons sont inféodés à une famille végétale, en ce sens, ils sont dits monophages. Mais nombre des pucerons s'attaquant aux plantes cultivées ont un régime alimentaire moins restreint et se nourrissent sur des végétaux de familles très distinctes (Bale et al., 1994).

Les pucerons sont sérieux problème en agriculture malgré qu'ils forment un petit groupe d'insecte environ 4000 espèces dans le monde, près de 25 espèces sont de sérieux ravageurs des cultures et des forêts (Iluz, 2011).

Les pucerons ont longtemps fait l'objet de recherches intenses pour plusieurs raisons : ils causent de importantes pertes économiques (Uzet et al., 2010).

b-2. Le puceron noir de la fève *Aphis fabae*.

Fig(10): Le puceron noir de la fève *Aphis fabae* sur une culture de Lentille (originale).

b)-2.1. Définition:

Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae* Scop.) est un petit insecte de l'ordre des hémiptères, de la famille des aphididés, qui parasite de nombreuses plantes cultivées. Ses dégâts sont souvent aggravés par la production de fumagine due au miellat secrété par les pucerons (Joséphine., 2012)

b)-2.2. Description: L'adulte aptère est un petit insecte de 2 à 2,5 mm de couleur noir mat. Cette espèce se distingue des autres pucerons par le tibia arrière renflé des femelles sexuées (Hullé et al. 1998)



Fig(11): *Aphis fabae* (original)

b)-2.3. Classification: selon Iluz (2011),

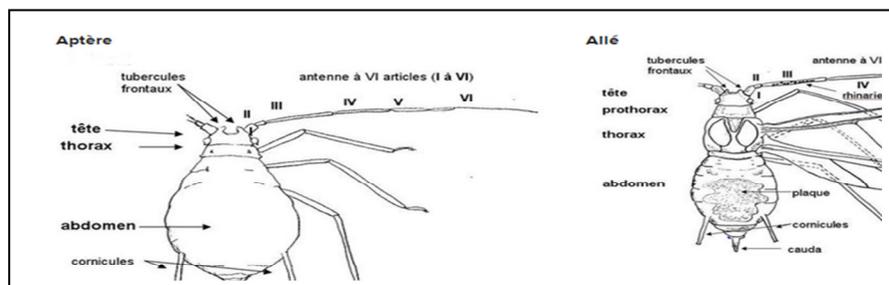
Règne :Animalia / **Embranchement :** Arthropoda / **Classe:** Insecta / **Super-ordre:** Hemipteroidea

Ordre: Hemiptera / **Famille:** Aphididae / **Genre:** Aphis

b)-2.4- Morphologie:

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2 à 4 mm en général) avec le corps ovale et peu aplati (Fraval, 2006). La surface des pucerons peut être brillante, mate, ou recouverte d'excrétion cireuse, leur cuticule peut être dépourvue de pigmentation ou pigmentée (imprégnée de mélanine) selon les stades, les formes ou les espèces (Leclant, 1999).

Le puceron de forme ailé ou aptère comprend trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen



Fig(12): La morphologie des pucerons (Turpeau-Ait Ighil et al. 2011)

- La tête possède une paire d'antennes, des yeux composés et le rostre, organe nourricier.
- Le thorax porte trois paires de pattes et chez les formes ailées, deux paires d'ailes.
- L'abdomen, de pigmentation claire à foncée et de forme allongée à ronde, se caractérise par la présence ou non d'une paire de cornicules et d'une cauda (Leclant ,2000).

b)-2.5-Cycle de vie de puceron :

Selon leclant, (1999), il existe deux types de cycle de vie:

1)- Le premier: ancestral, est appelé holocyclique. De la fin de l'hiver à la fin de l'été, les colonies de pucerons ne sont composées que de femelles parthé-nogénétiques. C'est-à-dire que les femelles donnent naissances à d'autres femelles par parthénogénèse, mode de reproduction sans fécondation. La nouvelle femelle est donc un clone de sa mère. Fin de l'été apparaisse des femelles sexupares, c'est-à-dire qui donnent naissance à des mâles et des femelles fécondables. Ces nouveaux mâles et femelles fécondables se reproduisent par fécondation durant l'automne. Les femelles fécondables pondent début de l'hiver. Les œufs éclosent en fin d'hiver et des femelles fondatrices en émergent. Les femelles fondatrices sont les premières femelles parthénogénétiques qui sont à l'origine des colonies printanières.

2)-Le deuxième: cycle, plus simplifié, est appelé anholocyclique. La partie de reproduction sexuée est inexistante. Les pucerons ne se reproduisent que par parthénogénèse tout au long de l'année. Pour la plupart des espèces de pucerons, il y a une fraction de la population de l'espèce qui est holocyclique et une autre fraction anholocyclique(Hullet et al .,1999).

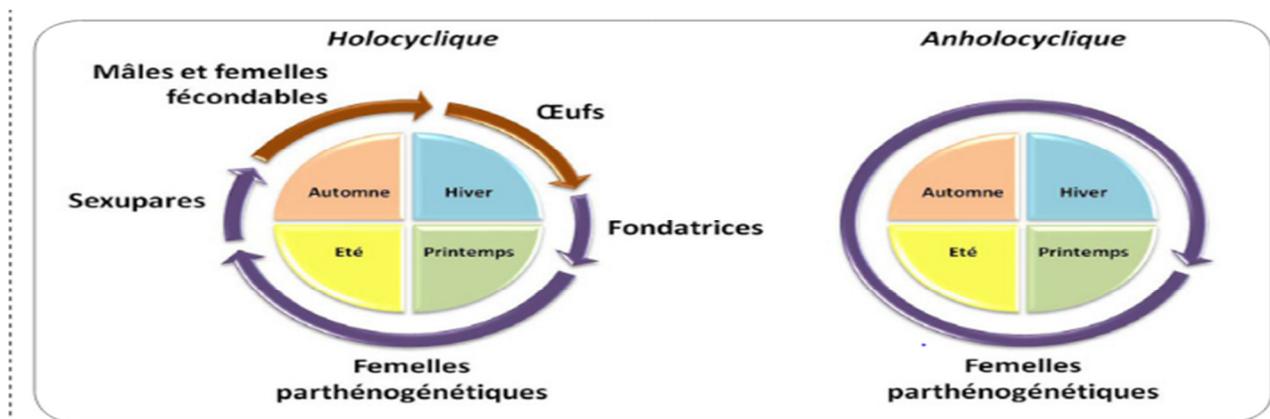


Fig13 : le cycle de vie des pucerons (Fraval, 2006)

b)-2.6.Ennemis naturels

Parmi les nombreux insectes qui sont ses prédateurs, il faut citer des syrphes, des coccinelles et une chrysope (*Chrysoperla carnea*).

b)-2.6. Interactions plante puceron:

Les pucerons ailés sont capables de localiser leurs plantes hôtes à distance en mettant en jeu des stimuli visuels, olfactifs et gustatifs (Webster et al, 2008).

Les stimuli visuels correspondent à des couleurs, les pucerons sont très sensibles pour la couleur verte et reconnaissent la couleur des feuilles de leur plante hôte (Döring et Chittka, 2007).

Les composés chimiques volatils émis par la plante hôte induisent chez les pucerons des mouvements orientés vers la source de l'odeur.

Une fois au contact de la plante, les pucerons font appel à la gustation en introduisant leurs stylets dans la plante hôte jusqu'à ce que la composition de la sève soit reconnue. La gustation joue un rôle dans l'acceptation ou la non acceptation de la plante par le puceron (Will et Van Bel, 2006 ; Guerrieri et Digilio, 2008).

b)-3.7. Dégâts directes et indirectes : Les dégâts peuvent être directs ou indirects :**1)- Les dégâts directs:**

Les pucerons causent d'importants dommages cultureux en s'alimentant directement dans les éléments criblés du phloème, dans lesquels ils prélèvent la sève riche en sucres, en composés azotés et autres nutriments essentiels à leurs développements et reproductions (Dinant et al., 2010).

En s'alimentant de la sève, les pucerons injectent continuellement des sécrétions salivaires toxiques dans les tissus de la plante hôte (Tjallingii, 2006).

2)- Les dégâts indirects: Les dégâts indirects sont essentiellement de deux types :**a) Miellat et fumagine:**

Les pucerons rejettent une substance épaisse et collante par le système digestif appelée le miellat. Ce composé déposé sur les feuilles et au pied de la plante hôte est riche en sucre et en acides aminés (Leroy et al., 2009).

La forte concentration en sucre du miellat (90 à 95 % de matière sèche) favorise le développement de la fumagine, un complexe de champignon de type *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Antennariella*, *Limacinula*, *Scorias* et *Capnodium*. La fumagine forme un dépôt noirâtre à la surface des feuilles de la plante hôte, réduit la photosynthèse et provoque même une asphyxie de la plante attaquée par les pucerons (Leroy et al., 2009).

Le miellat attire les fourmis qui le consomment. La coopération entre les pucerons et les fourmis est un exemple bien connu de mutualisme, en échange, les fourmis les protègent contre leurs nombreux prédateurs et participent activement à l'hygiène de la colonie (Verheggen et al., 2009 b ; Vantaux et al., 2011).

b)- Transmission de virus:

Les pucerons sont responsables de dégâts indirects assez importants en véhiculant des virus pathogènes (Harmel et al, 2010 ; Akello et Sikora, 2012).

I-4-L'extraction des huiles essentielles:

L'extraction des huiles essentielles est réalisée au laboratoire de Technologie Alimentaire de la faculté SNV de l'université de Tiaret par la méthode d'hydro distillation.

La méthode d'extraction consiste à prendre 900g, 500g et 500g de matière sèche pour respectivement *Thymus vulgaris*, le thym serpolet et la menthe pouliot, (plantes séchées et broyées au préalable puis pesées). La matière végétale est immergée dans l'eau distillée au deux tiers du ballon qui est déposé sur un chauffe ballon.

La durée de distillation est de 3 h à 4 h qui permet d'obtenir une solution à deux phases dont l'huile essentielle est le surnageant qui recueilli à l'aide d'une ampoule a décantée .

Une fois l'huile essentielle obtenue, elle est conservée dans un flacon en verre à + 4 °C et à l'obscurité pour éviter la dégradation des H.E due à l'action de l'air et de la lumière.



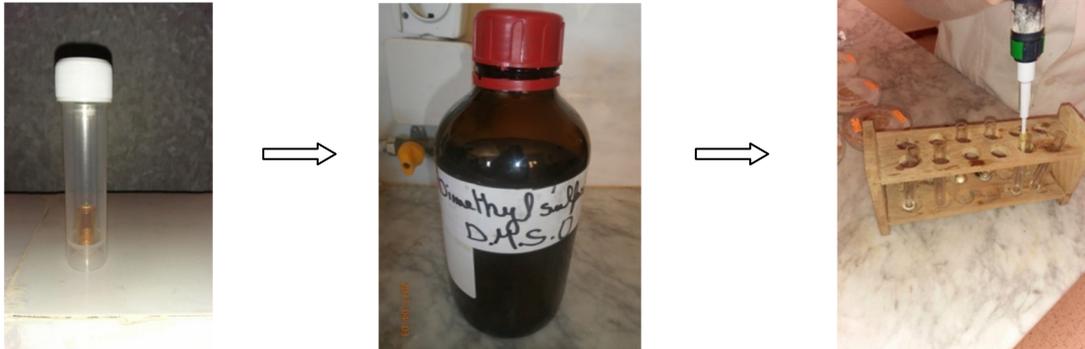
Fig 14: le montage de l'hydro distillation au niveau de laboratoire (original)

Pour le Calcul du rendement_en huile essentielle, il est défini par le rapport entre la masse d'huile essentielle et la masse du matériel végétal traitée : $Rd / \% = m_1 \cdot 100 / m_0$

- m_1 : masse en gramme d'huile essentielle.
- m_0 : masse en gramme du matériel végétal séché.

I-5- Evaluation de l'activité insecticide des trois huiles essentielles au laboratoire.**a) Préparation des doses:**

Les doses d'huile essentielle utilisées sont préparées en diluant chaque fois dans 1 ml de solvant "Diméthyl sulfureux.", les volumes successifs de 1 , 2 , , et 4 μ l de l'huile essentielle.

**b) Préparation des boîtes de pétri**

On chauffe un bâton métallique grâce auquel on a effectué un trou sur le couvercle de la boîte de pétri et on le recouvre par un voile perforé pour assurer l'aération .



I-5-1. Evaluation de l'activité insecticide des trois huiles essentielles sur le *Tribolium confusum* (larves et adultes).

** Elevage du *Tribolium*

La souche de *Tribolium confusum* (Duv.) provient de la région de Sidi hosni à partir de réserves de semences de Blé tendre déjà affecté par un autre insecte ravageur qui est *Sitophilus oryzae* précurseur du *Tribolium* dans les semences stockées.

La variété du blé tendre utilisée comme alimentation dans l'élevage est la variété Hd 1220. L'élevage est conduit dans une étuve dont l'humidité relative est de 70% et qui réglée à 30 °C. Quatre vingt (80) adultes sont placés dans des boîtes de pétri de 90 cm de diamètre et 4 cm de hauteur contenant 250 g de blé tendre dont l'ouverture est fermée.

Afin d'éviter le phénomène de surpopulation, on procède à un transfert régulier des adultes dans de nouvelles boîtes de pétri pour assurer de nouvelles infestations. Les adultes (18 jours) et les larves (10 jours) utilisés dans les essais ont été obtenus par tamisage régulier.



Fig 15: Elevage du *Tribolium confusum*. (Original).

a) Par ingestion :

Pour chaque essai, on a quatre traitements: 05 g de graines de blé tendre contenus dans une boîte de pétri traité par de l'huile essentielle pure et trois dilution à des doses de 25, 50 et 100 ul.

Les essais sont répétés 3 fois pour chaque traitement. Dans chaque boîte, on a introduit 10 individus (adultes de 18 jours et larves L3). Le comptage des individus morts est quotidien pendant 3 jours successifs. Les mortalités enregistrées dans les lots de grains traités sont exprimées en % de mortalité corrigée.



Fig (16): Application d'HE par ingestion sur larves et adultes de *Tribolium*

b) par inhalation :

Dans des bocaux de 250 ml, on a suspendus des cotons imbibés d'huile essentielle des trois plantes aromatiques sur les couvercles par un fil pour favoriser l'évaporation de l'huile et favoriser son inhalation par les insectes mis à l'intérieur.

Les doses d'huile essentielle testées sur le *Tribolium confusum* sont HE pure et diluée 10, 20 et 25 μl (dilution V/V au 1/2, 1/4 et 1/8). Les bocaux fermés et placés à 25°C et 70% d'humidité.

Trois répétitions pour chaque huile essentielle, sont effectuées et le comptage des insectes morts est réalisé quotidiennement pendant une période de 3 jours.



Fig(17) : L'application d'HE par inhalation sur les larves et les adultes de *Tribolium confusum*.

I-5-2. Evaluation de la toxicité des HE sur le puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop.*)**** Récolte du Puceron noir**

La souche de *puceron noir de la fève* (*Aphis fabae Scop.*) provient d'une culture de Lentilles affecté au niveau de l'ITGC de Tiaret (station de Sebaine).



Fig (18): Récolte et observation du Puceron noir (original).

a) Par ingestion

Dix (10) pucerons adultes collés sur une tige fraîche de Lentille, sont introduits dans une boîte de pétri traitée par l'huile essentielle à des doses respectives de 10, 15 et 20 μ l). Les boîtes sont mises à 25°C et une humidité relative de 70%.

Trois répétitions pour chaque huile essentielle sont effectuées et les comptages des pucerons morts se font toutes les 12 heures après le traitement pendant 3 jours.



Fig 19: Sélection des individus adultes le *puceron noir de la fève* (*Aphis fabae Scop*) sur la tiges fraiche de Lentille et : l'effet d'HE des trois plantes testées par ingestion.

b) Par inhalation (fig20, annexe)

Dix (10) pucerons adultes sont introduits dans des bocaux d'une capacité de 250ml dont le couvercle porte à l'aide d'un fil un coton imbibé d'huile essentielle à des différentes doses pour favoriser faciliter sa diffusion dans le bocal et son inhalation par les insectes. Puis, les bocaux sont fermés et mis à 25°C et 70% d'humidité relative. On effectue trois répétitions pour chaque huile essentielle et les comptages d'insectes morts sont réalisés chaque jour pendant 3 jours successifs.

I-6.1.Evaluation de l'insecticide chimique "Deltaméthrine" sur larves et adultes de *T. confusum*

L'évaluation de la toxicité de l'insecticide chimique sur *T. confusum* est effectuée au laboratoire pour une comparaison entre la toxicité des trois huiles essentielles testés et l'insecticide chimique.

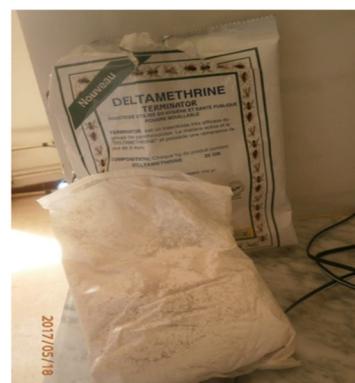
- 10 individus de Tribolium adultes âgés de 18 jours et 10 larves âgés de 10 jours
- sont placés dans des boites de pétri perforées contenant 5 g de blé tendre
- On pulvérise trois doses d'insecticide chimique: 25ul, 50ul, 100ul dilué à l'aide d'un pulvérisateur.
- Le comptage des individus morts est effectué chaque jour pendant 3 jours successifs.



(a)



(b)



(c)

Fig (21): Effet de toxicité sur larves (a) et adultes (b) de *Tribolium confusum* de l'insecticide chimique "Deltaméthrine" (c).

I-6.2. Evaluation de la toxicité d'insecticide chimique (décis) vis-à-vis *Aphis fabae* (fig 2, annexe).

Selon le conseil des techniciens de l'ITGC, on a testés au laboratoire l'effet toxique de l'insecticide chimique commercialisé sous le nom de "DECIS" qui est très efficace sur le puceron pour étude comparative avec nos huiles essentielles testées. On a évalué l'effet insecticide après avoir dilué 0,5 ml de décis dans un 100 ml d'eau distillée.

Dix individus de puceron noir sont placés par boîte de pétri perforée selon deux répétitions. La mortalité des insectes est évaluée toutes les deux heures après le traitement pendant 24h.

I-7. Au champ évaluation de l'activité insecticide de l'hydrolat des trois plantes testées sur le puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop*).

Pour évaluer l'effet insecticide de l'hydrolat obtenu par hydro distillation des trois plantes étudiées sur le **puceron noir de la fève** (*Aphis fabae Scop.*), une parcelle de lentille nom traitée au niveau de l'ITGC de Tiaret (Sebaine), de 10 x 3 m de surface est divisée en 12 micros parcelles dont la moitié pour tester l'application de l'hydrolat par pulvérisation et l'autre moitié pour tester l'application de la poudre.

Tableau 04: La quantité de l'hydrolat utilisée pour chaque application.

Nom commun	<i>Thymus vulgaris</i>	Thymus serpyllum	<i>Mentha pulegium</i>
Hydrolat pulvérisation	1L *3	1L *3	1L *3

Le

dénombrement des individus adultes de puceron noir se fait sur chaque micro parcelle avant le traitement pour déterminer une densité moyenne puis les comptages des insectes morts se font, après les traitements été réalisé, toutes les 4 heures pendant 3 jours successifs.

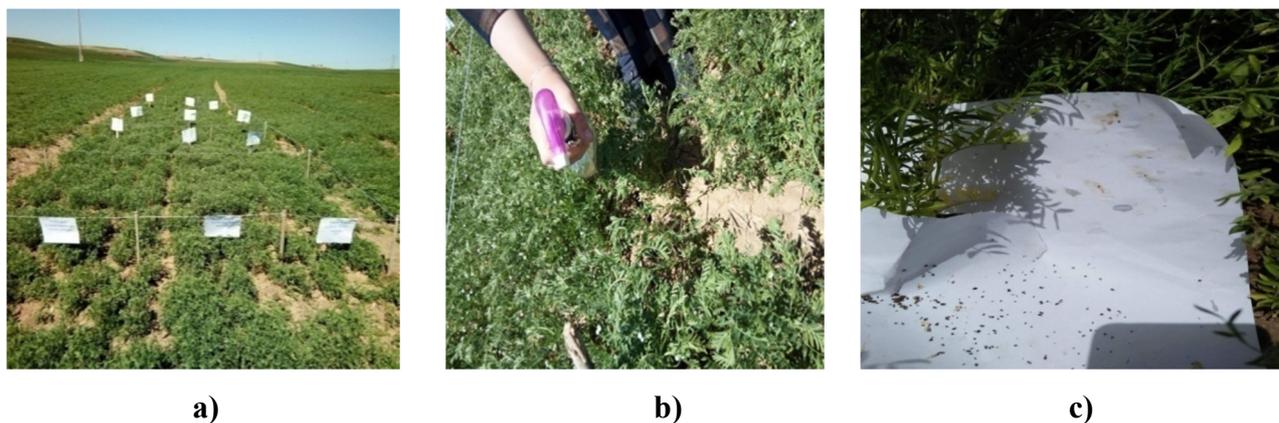


Fig (23): La parcelle traitée **a)**, pulvérisation de l'hydrolat **b)** et **c)** dénombrement des insectes morts.

I-8.Expression des résultats

L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tué par ce toxique. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott :

$$MC\% = (M - Mt * 100) / (100 - Mt)$$

- MC: la mortalité corrigée
- M: pourcentage de morts dans la population traitée
- Mt: pourcentage de morts dans la population témoin

I-8.1. Calcul des doses létales

L'efficacité d'un toxique se mesure par sa DL_{50} et DL_{90} qui représentent les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% et 90% d'individus d'un même lot respectivement. Elles sont déduites à partir du tracé des droites de régression. Pour cela, les pourcentages de mortalité corrigés sont transformés en probits (Tableau 05, annexe).

I-8.2. Analyse statistique

Pour estimer les effets insecticides des huiles essentielles, une analyse de la variance (ANOVA) avec deux critères de classification a été effectuée avec le nombre d'insectes morts en fonction des concentrations et du temps à l'aide du logiciel Statistica version 6.0. La comparaison des moyennes de différentes huiles essentielles a été effectuée par le test de Newman-Keuls.

II- 1. Le rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle obtenu par la méthode d'hydrodistillation est de 2.69%; 2.36% et 0.73 % respectivement pour les plantes utilisées *Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum* et *Mentha pulegium* . Ces valeurs sont proches de celles rencontrées en bibliographie, (Tab.03)

II- 2. Evaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles

II-2.1.Efficacité insecticide des HE sur *Tribolium confusum* et *Aphis fabae Scop* par ingestion

Les essais réalisés ont montrés que les trois huiles essentielles ont un effet insecticide remarquable sur les larves et les adultes de *T.confusum* ainsi que sur *Aphis fabae Scop*. D'après les résultats obtenus, on constate que les huiles essentielles par ingestion donnent des résultats assez faibles par rapport aux résultats du traitement par inhalation.

Selon Benazzeddine (2010), l'effet de l'huile essentielle de cinq plantes médicinales : Eucalyptus, Menthe, Thym, Romarin et Citronnelle, s'est avérée plus toxique par inhalation que par contact ou ingestion, sur deux espèces d'insectes des denrées stockées qui sont *T. confusum* et *Sitophilus oryzae* avec une mortalité totale des insectes de 100% après 6 jours du début du traitement.

Sur la base des résultats de la troisième dose (1,6 μ l/cm²) sur *T. confusum* (larves et adultes) et 0,32 μ l/cm² pour le *Aphis fabae Scop* après 24h du début de traitement, on note les différences suivantes entre les trois huiles essentielles:

a) pour les adulte de *T.confusum* : On constate que l'huile essentielle de la Menthe pouliot est plus efficace avec un taux de mortalité de 85,18%, suivi par le thym serpolet avec 65,51% et enfin le Thym vulgaris avec 57.14%.

b) pour les larve de *T.confusum* : L'huile essentielle de la Menthe pouliot a provoqué 100% de mortalité par contre celle du Thym serpolet se classe en deuxième position avec 96.55% de mortalité et enfin celle du thym vulgaris en dernière position avec 93.10%.

c) pour les adultes de *Aphis fabae Scop* : les huiles essentielles de M. pouliot et du Thym serpolet ont provoqué 91,30% et 86,95% de mortalité respectivement alors que celle du Thym vulgaris est en deuxième position avec 80.60% de mortalité.

Ainsi l'examen de la DL_{50} des huiles essentielles sur les deux espèces donne le classement selon un ordre décroissant de leurs efficacité : vis à vis de l'espèce *T.confusum* on a : la M. pouliot qui précède le Thym serpolet et Thym vulgaris en deuxième position, alors que vis à vis de l'espèce *Aphis fabae* S. c'est aussi M. pouliot qui précède le Thym serpolet puis vient le Thym vulgaris.

Tableau 22 : Valeur de la DL_{50} des plantes utilisées sur les insectes testées

la DL_{50} ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$)	<i>T.confusum</i> larve	<i>T.confusum</i> adulte	<i>Aphis fabae</i> Scop
HE de T.vulgaris	0.55	0.90	0.09
HE de T.serpolet	0.41	0.83	0.06
HE de M. pouliot	0.19	0.62	0.06

Par ailleurs, suite à l'essai mené pour évalué l'effet insecticide de l'huile essentielle de nos trois plantes locales "*Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum* et *Mentha pulegium*" sur les larves et les adultes d'un ravageur des denrées stockées "*Tribolium confusum*" ainsi que sur le puceron noir *Aphis fabae* Scop insectes ravageur des plantes au laboratoire et concernant le facteur "dose", l'analyse statistique de la variance (tab.23) montre un effet « dose » variable selon la plante utilisée. avec un seuil d'erreur de 5%.

En effet, l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est très insecticide vis à vis du *Tribolium* car les résultats statistiques sont significatifs avec $p= 1,7\%$ pour les insectes adultes, hautement significatifs car $p= 0,3\%$ pour les larves insectes et très hautement significatifs pour les adulte d' *Aphis fabae* Scop avec $p=0,0\%$.

Il en est de même pour l'huile essentielle de *Thymus serpyllum* dont l'effet insecticide est hautement significatif vis a vis des insectes adultes et larves avec respectivement $p= 0,5\%$ et $p= 0,6\%$, cependant pour *Aphis fabae* Scop, il est très hautement significatifs avec $p=0, 0\%$

Par contre, pour l'huile essentielle de *Mentha pulegium*, l'effet insecticide est significatif vis à vis des insectes *T.confusum* adultes avec $p= 1,3\%$, et pour les insectes *T.confusum* larves, il est hautement significatif car $p= 0,5\%$, alors qu'il est très hautement significatif avec $p=0, 0\%$, pour *A. fabae* (Tableau 23).

Tableau 23 : Analyse de la variance de la mortalité de *Tribolium confusum* (adulte et larves) et *Aphis fabae Scop* selon la dose par ingestion des HE testées

Variable	<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Thymus serpyllum</i>		<i>Mentha pulegium</i>	
	Test F	Prob	test F	Prob	test F	Prob
<i>T. confusum adulte</i>	7,072	0.017*	10,871	0,005**	7,673	0,013*
<i>T. confusum larve</i>	12,576	0,003**	10,291	0,006**	4,164	0,005**
<i>Aphis fabae Scop</i>	42.362	0.000***	42.329	0.000***	31.023	0.000***

* significatif, ** hautement significatif, *** très hautement significatifs

D'après ces résultats, on constate que l'application par ingestion des huiles essentielles du *T. vulgaris*, *T. serpyllum*, et la *M. pulegium* a enregistré des taux de mortalité élevé, les trois produits manifestent une mortalité supérieure à 50% sur les deux insectes. Ces résultats rejoignent ceux de Benazzeddine, (2010), avec l'étude de cinq huiles essentielles (*Citronnelle*, *Romarin*, *Eucalyptus*, *Thym* et *Menthe*) utilisées par ingestion et qui ont provoquées un taux de mortalité important sur les deux espèces (*Sitophilus oryzae* et *Tribolium confusum*). En effet, toutes les huiles ont une efficacité très forte qui dépasse 88 % de mortalité sur *S. oryzae* à l'exception de la Citronnelle qui n'a atteint que 70 % de mortalité. Par ailleurs, les tests effectués montrent que ces huiles exercent une activité larvicide très hautement significative proportionnelle à l'augmentation de la dose. Pour sa part, Aiboud, (2012), a aussi constaté un effet larvicide à partir de la dose 5 µl/ 50g.

De son côté, Benayada (2013) ajoute que les HE de *M. pulegium* et de *M. piperita* se sont avérées efficaces quelle que soit la concentration utilisée et l'espèce d'insecte choisi, puisque la mortalité des insectes est totale et cela dès les premières 24h qui suivent le traitement. De même pour l'activité insecticide de *Thymus serpyllum* et de *Creticum Origanum* qui a été testée sur les chenilles de la noctuelle du tabac, *Spodoptera litura*, et qui a provoqué une mortalité de 90 % après 24h d'exposition, à une dose de 100 µg/ larve. Pour sa part, Amirat et al (2011) signale que les huiles de *Lavandula stoechas* et *Origanum glandulosum* manifestent des effets toxiques et répulsifs vis à vis d'*Aphis pomi*. Enfin, la DL50 de l'huile essentielle de *S. hortensis* (48,4 µg) est comparable à celle *Thymus vulgaris* (46,9 µg).

II-2.2. Efficacité insecticide des HE sur *Tribolium confusum* (adultes et larves) et sur *Aphis fabae Scop* (puceron noirs adultes) par inhalation

Les traitements par inhalation des huiles essentielles utilisées sur les adultes et larves de *T.confusum* et d'*Aphis fabae* ont montrées une toxicité des différentes HE à forte dose ($0.8\mu\text{l}/\text{cm}^2$) sur les adultes et larves de *T.confusum* et de ($0.16\mu\text{l}/\text{cm}^2$) sur *Aphis fabae*. D'après les résultats obtenus, il ressort que sur :

a) les adultes de *T.confusum* : la Menthe pouliot avec 89.65% de mortalité se positionne avant le Thym serpolet avec un taux de 79,31%, puis vient le Thym vulgaris avec 72.41%.

b) les larves de *T.confusum*: les résultats obtenus ont montrés que les trois huiles essentielles testées présentent un taux de mortalité identique qui est égale à 96.55%.

c) les adultes d'*Aphis fabae* : le Thym serpolet et la Menthe pouliot ont provoqué 90.90% de mortalité, vient après le thym vulgaris avec un taux de 81.81%.

Par ailleurs, pour évaluer l'effet insecticide d' l'huile essentielle des trois plantes testées " *Thymus vulgaris* , *Thymus serpyllum* et *Mentha pulegium* par inhalation sur les larves et les adultes de " *Tribolium confusum*" ainsi que sur le puceron noir *Aphis fabae Scop* . et concernant le facteur "dose" , l'analyse statistique de la variance (tab.24) montre un effet « dose » variable selon la plante utilisée. avec un seuil d'erreur de 5%.

En effet, l'huile essentielle de *Mentha pulegium* hautement significatif vis à vis l'adulte de *Tribolium* avec $p= 0.1\%$, très hautement significatifs car $p= 0,00\%$ pour les larves insectes et les adulte *Aphis fabae Scop* avec $p=0,00\%$.

Il en est de même pour l'huile essentielle de *Thymus serpyllum* dont l'effet insecticide est hautement significatif sur les insectes adultes et larves avec respectivement $p=0,7\%$ et $p= 0,1\%$, et *Aphis fabae Scop* avec $p=0,5\%$.(Tableau 24). Par contre, pour l'huile essentielle de *thymus vulgaris* , l'effet insecticide est significatif vis à vis des insectes *T.confusum* adultes avec $p= 2\%$, pour les insectes *T.confusum* larves et *Aphis fabae Scop* hautement significatifs car $p= 0,4\%$, $p= 0.2\%$ successivement, (Tableau 24).

Tableau 24 : Analyse de la variance de la mortalité de *Tribolium confusum* (adulte et larves) et *Aphis fabae Scop* selon la dose par inhalation des HE testées

Variable	<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Thymus serpyllum</i>		<i>Mentha pulegium</i>	
	Test F	Prob	test F	Prob	test F	Prob
<i>T. confusum</i> adulte	11.528	0.02*	9.573	0,007**	6.690	0,001**
<i>T. confusum</i> larve	6.599	0.004**	6.752	0,001**	4.115	0,000***
<i>Aphis fabae Scop</i>	18.523	0.002**	13.948	0.005**	19.289	0.000***

* significatif, ** hautement significatif, *** très hautement significatifs

Par ailleurs, nos résultats ont démontrés que les larves de *T. confusum* sont plus sensibles que les adultes. Aussi les adultes d'*Aphis fabae Scop* ne résistent même pas à des doses très faibles que celle utilisées pour le traitement des adultes de *T.confusum* quelque soit le mode d'action ingestion ou inhalation.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs dont Regnault-Roger et al (1993), qui signalent la toxicité par inhalation des HE de plusieurs Labiées tels que *Thymus vulgaris* L. et *Rosmarinus officinalis* L., ainsi que des Myrtacées et des Graminées vis-à-vis de la bruche du haricot. Dautre part, Shaaya et al. (1997), révèlent l'effet inhalatif des huiles essentielles *Eucalyptus canalidensis* et *Eucalyptus cameroni* contre *Rhizopertha dominica* et *Tribolium castaneum*.

Pour leur part, Kellouche et al. (2010), notent que La toxicité par contact et l'inhibition de la croissance des adultes et du développement larvaire de *T. castanum* ont été mises en évidence. Le menthol s'est révélé le plus toxique par inhalation. Les huiles essentielles de *M. arvensis*, de *M.cirta*, de *M.Piperita* et de *M. spicata* possèdent un effet toxique contre les adultes de *Callosobruchus maculatus* et de *T. castanum*.

II-2.3. Efficacité insecticide de l'hydrolat des trois plantes testées vis-à-vis les adultes de puceron noirs *Aphis fabae Scop* par pulvérisation.

Les résultats obtenus suite à l'application de l'hydrolat des trois plantes testés au champ par pulvérisation, à la dose de 0.2 ml/cm², affichent un taux de mortalité de 42.56% ; 78.86 % et de 82.27% successivement pour *Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum* et *Mentha pulegium* et cela après 36 heures de traitement.

Par conséquent, ces résultats démontrent que l'hydrolat des trois plantes testées à un effet positif sur *Aphis fabae Scop* à cause, probablement, du mode d'alimentation des Pucerons qui est suceur de la sève des plantes, donc la solution liquide est efficace pour l'élimination de ces ravageurs. On a constatés le détachement des pucerons des feuilles (est ce un effet biocide ou répulsif car très peu de travaux traitent de l'hydrolat?).

Ainsi, Kim et al.(2003) concluent que les plantes peuvent fournir des solutions alternatives potentielles aux agents chimiques actuellement utilisés contre les insectes car elles constituent une source riche en produits chimiques bioactifs et beaucoup d'efforts ont été concentré sur les matériaux dérivés de plante pour les produits utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes. En l'occurrence, les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et leurs huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (Shaaya et al, 1997).

II-2.4. Evaluation de la toxicité de l'insecticide chimique sur larve et adulte de *T.confusum*

L'insecticide chimique utilisé (**Décis**) est très efficace contre les larves et les adultes de *T.confusum* car il permet d'éliminer jusqu'à 90 % des individus adultes et 93.33% des individus larves après 24h de traitement a faible dose seulement soit 0.4 μ l/cm².

L'analyse de la variance (tableau 25) montre qu'il y'a un effet très hautement significatif avec p=0.5% et p=4% respectivement pour les adultes et les larves de *T.confusum*, (Tab.25).

Tableau 25 : Analyse de la variance de la mortalité de *Tribolium confusum* (adulte et larves) selon la dose par ingestion de l'insecticide chimique (Décis) .

Variable	l'insecticide chimique (Décis)	
	F	P
<i>T. confusum adulte</i>	4.129	0.005***
<i>T. confusum larve</i>	8.721	0.004***

* significatif, ** hautement significatif, *** très hautement significatifs

II-2.3. Evaluation de la toxicité de l'insecticide chimique (Deltamethrine) sur le puceron noir de la fève (*Aphis fabae Scop.*) par ingestion.

L'activité insecticide de ce produit chimique (Deltamethrine) est rapide a se manifester car la mortalité maximale de 100% est enregistrée après 24h de traitement à la dose de 1,6 μ l/cm². Selon le tableau de la variance (26), l'insecticide chimique (Deltamethrine) s'est révélé significativement très hautement toxique vis-à-vis d' *Aphis fabae Scop* avec p=1 %.

Tableau 26: Analyse de la variance de la mortalité de *Aphis fabae Scop* selon la dose par ingestion de l'insecticide chimique (Décis) .

Variable	l'insecticide chimique (Deltamethrine)	
	Test F	Prob
<i>Aphis fabae Scop</i>	3.017	0.010**

* significatif, ** hautement significatif, *** très hautement significatifs

Notre résultat est confirmé par Bouchikhi (2011) qui souligne que les deux insecticides chimiques testés MALGRAIN 2 % et ACTELLIC sont très toxiques à l'égard des adultes d'*A. obtectus* et les larves et adultes de *T. bisselliella* comme ils inhibent la fécondité des femelles des deux espèces d'insectes même à faibles doses.

En raison de leur efficacité et de leur application facile, l'utilisation de pesticides chimique (insecticide,...) constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée (Mueller,1990). Comme c'est le cas des deux insecticides testés sur d'*Acanthoscelides obtectus* et *Tineola bisselliella*, mais comparés à leurs effets néfastes, il est plus que nécessaire de les remplacer par des biopesticides qui, tout en étant aussi actifs, sont biodégradables.

Les propriétés biologiques des huiles essentielles, notamment antiparasitaire, insecticide, fongique et antivirales font actuellement l'objet de nombreuses recherches de par le Monde pour répondre aux exigences de l'agriculture biologique tel que l'élaboration de biopesticides à base de molécules naturelles issues des plantes et efficace contre les bioagresseurs des cultures et des denrées stockées.

Ainsi, l'étude entreprise au cours de ce travail d'initiation à la recherche, est à double fin, d'une part l'extraction de l'huile essentielle par la méthode d'hydro distillation et d'autre part l'évaluation de la toxicité des huiles essentielles de trois plantes testées (*Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum* et *Mentha pulegium*) sur des ravageurs de denrées stockées et de cultures (le *Tribolium confusum* Duval et le puceron noir de la fève (*Aphis fabae* Scop.).

Les résultats obtenus nous permis les conclusions suivantes :

- La cinétique d'extraction des trois huiles essentielles a montré que le thym vulgare (**2,69%**) a le meilleur rendement obtenu suivi de celui du thym serpolet (**2,36%**) et enfin celui de la menthe pouliot (**0,73%**). La variation de ce rendement peut être attribuée à la génétique de la plante mais aussi et surtout à la technique d'extraction, la période de cueillette, le cycle végétatif et l'environnement de plante car les métabolites secondaires qui composent les HE ont pour la vie de Relation de la plante et en particulier sa défense des différents stress biotiques et abiotiques.
- Par ailleurs, nos résultats indiquent que les trois huiles exercent une toxicité remarquable vis-à-vis de *T.confusum* et *Aphis fabae*. En effet, pour l'ensemble des tests effectués, l'huile extraite de M. pouliot s'est avérée la plus efficace avec une **DI₅₀** de 0,06 µl/cm² en mode d'ingestion et d'inhalation sur *Aphis fabae*, comparé respectivement avec la **DI₅₀** de *T. vulgaris* et *T. serpolet* égale respectivement à 0,08 µl/cm et à 0,07 µl/cm².
- Comparé à l'effet des insecticides chimique de synthèse commercialisés sous les noms de Décis (contre le *Tribolium*) et Deltaméthrine (contre le **puceron noir de la fève**), l'effet insecticide des trois huiles essentielles est relativement assez proche avec un taux de mortalité moyen (huile de la Menthe pouliot considéré le plus efficace), car la DI₅₀ en mode d'ingestion sur les larves de *T. confusum* qui est de 0,19 ul/cm² comparée à celle obtenue avec l'insecticide chimique (Décis) qui est de 0, 1 ul/cm². Il en est de même pour l'insecticide contre le puceron noir avec la DI₅₀ de 0.13 ul /cm² pour l'insecticide de synthèse (Deltaméthrine) tandis que elle

est de 0.62 ul /cm² pour l'huile essentielle de *M. pouliot* considéré toujours comme l'huile la plus efficace.

Par ailleurs, les insectes larves de *T.confusum* sont plus sensibles que les adultes qui présentent une résistance temporaire en début de traitement.

Concernant l'évaluation d'efficacité de l'hydrolat des trois plantes testés au champ vis-à-vis de *Aphis fabae Scop*, il manifeste un taux de mortalité important en particulier celui de la Menthe pouliot qui affiche une forte efficacité qui dépasse 80.27% après 36h de traitement, avec des taux de 42.65% et 78.86% respectivement pour *T.vulgaris* et *T.serpolet*. Par conséquent, l'hydrolat issu de l'hydrodistillation a un effet insecticide et peut aussi être utilisé comme insecticide naturel.

Ceci nous amène à dire que les plantes étudiées sont prometteuses comme source de biopesticides et se prêtent bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

Perspectives

Cependant d'autres études doivent être effectuées pour compléter ce travail dans le but:

- D'évaluer l'importance d'autres huiles essentielles et l'hydrolat pour lutter contre ces ravageurs nuisibles des denrées stockées et des cultures.
- D'évaluer des effets des huiles essentielles sur la qualité organoleptique et nutritionnelle des graines de blé et de légumineuses.
- De rechercher la méthode d'extraction la plus rentable en huile essentielle.
- D'affiner cette recherche avec de nouvelles expérimentations dans le but de déterminer les principes actifs des HE et des Hydrolats (molécules bioactives) vis-à-vis de ces insectes.
- De réaliser avant toute application de ces huiles et hydrolat sur une grande échelle afin de prévenir d'éventuels risques toxiques aussi bien pour l'environnement que pour la santé humaine et animale.
- De contrôler l'aptitude à la germination des grains traités par les huiles essentielles en vue de les protéger contre les ravageurs des denrées stockées.

- # **ADAMS R. (2000).** The serrate leaf margined *Juniperus* (Section Sabina) of the western hemisphere: systematics and evolution based on leaf essential oils and Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPD). *Biochemical systematics and ecology* 28, pp 975-989
- # **AFNOR, 2000 :** Recueil de normes : *les huiles essentielles. Tome 1. Echantillonnage et méthodes d'analyse.* AFNOR, Paris, 440 p.
- # **AÏBOUD Kamal ;2012-**Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus*(Coleoptera:Bruchidae)et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata*(L.) Walp, thèse magister en Biologie,Univ. Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- # **Akello J, Sikora R (2012).** Systematic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. *Biological Control.* 61: 215-221
- # **Al-Bayati F. A. 2008.** Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts.
- # **Journal of Ethnopharmacology.,** 166 (3): 403-406
- # **Amiot J. (2005)** -*Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaires. Thèse-doctorat- Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier. France.
- # **AMIRAT N ;TEBBOUB S; SEBTI M .,(2011)-** Effet insecticide de huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatique *LAVANDULA STOECHAS* ET *ORIGANUM GLANDULOSUM* de la région de Jijel ,Thèse de magister en biologie ,Univ .Jijel .
- # **Anonyme 1 :** fiche plante le thym à l'abri des l'infections de l'hiver (en ligne) :http://www.ponroy.com/ml/images/content/conseils_sante/pdf_conseils_sante/le_thym.pdf.
- # **Anonyme 2 (en ligne) :** http://fr.wikipedia.org/wiki/Thymus_serpyllum.
- # **ANONYME 2., 2009.** Fiche technique : Pucerons. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. Canada. 2 p.
- # **Anonyme 3 (en ligne) :** http://fr.wikipedia.org/wiki/Mentha_pulegiumANONYME 3., 2009. Fiche technique : Puceron. **Développement durable, Environnement et parcs.** Québec
- # **ANTON R. & LOBSTEIN A. (2005).** *Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles.* Tec & Doc, Paris, 522 p.
- # **Arvy Marie-Pierre, François Gallouin,2003-** *Épices, aromates et condiments*, Belin,
- # **Babulka P ,2007-**Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales: de la médecine traditionnelle à la phytothérapie moderne; *Phytothérapie*, Vol.5, pp 137 -145.
- #**BACHELOT, C., BLAISE A., CORBEL T. et LE GUERNIC A. 2006-**Les huiles essentielles extraction et comparaison. Thèse biologie U.C.O Bretagne Nord pp 5-9.
- # **BAILLY.R et al., 1990-** Guide pratique de défense des cultures. ACTA. France, Paris. p 557
- #**BALACHOWSKY A, 1962-** entomologie appliquée a l'agriculture coléoptère. Ed: MASSOW et CIE, paris, 462p.
- # **Bale, J.S., Strathdee, A.T. et Strathdee, F.C,1994-**Effects of low temperature on the arctic aphid *Acyrtosiphon brevicornis* . *Funct. Ecol.*, Vol. 8, p. 621-626

- # **Bazylo A. et Strzelecka H. 2007-** A HPTLC densitometric determination of luteolin in *Thymus vulgaris* and its extracts. *Fitoterapia.*, 78 pp 391-395.
- # **Belaiche P,1979** -Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome1:l'aromatogramme .éd. Maloine. Paris.
- # **Benayad N ,2013-** Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Thèse de Doctorat: Université MOHAMMED V – AGDAL FACULTÉ DES SCIENCES RABAT .p 33.
- # **Benazzeddine S., (2010)-** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *S. oryzae*(Coleoptera: Curculionidae) et *T. confusum*(Coleoptera: Tenebrionidae), Mémoire Online, Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach, Algérie.
- # **Benjlali B. (2004)**–Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles: de la plante à la commercialisation. Pp 17-59.
- # **Benkiki N, 2006-**Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes: *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*-Thèse de doctorat; Université El-Hadj-Lakhdar. Batna.
- # **Binet P.et Brunel J.P. (1968)** -Physiologie végétale. Ed, Doin, Paris, pp.774-782.
- # **Blackman RL, Eastop VF (2007).**Taxonomic issues. In: Van Emden H.F, Harrington R(eds.).Aphids as crop pests,CAB international, USA.
- # **Blanc-Mouchet, J. (1987).** "Odeurs. L'essence d'un sens." Autrement. Paris. Franchomme, P., & Pénoël, D. (1990). Clefs pour l'aromathérapie. La molécule aromatique: matière, énergie, information. Limoges.
- # **BONNIER G. et DOUIN R., 1990:** La grande Flore en Couleurs de Gaston Bonnier, Éditions Belin, réédition de la Flore Complète Illustrée en Couleurs de France, Suisse et Belgique .PP 112;
- # **Bouchikhi Tani Z., 2014-**Lutte contre la bruche du haricot .Acanthoscelides *Obtectus* et la mite *Tineola bisselleilla* par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat en biologie ,Univ .Tlemcen ,169p
- # **Boukhebt, Adel Nadjib Chaker, Hani Belhadj, Farida Sahli, Messaoud Ramdhani, Hocine Laouer, Daoud Harzallah, 2011** « *Chemical composition and antibacterial activity of M. pulegium L. and M. spicata L. essential oils* », *Der Pharmacia Lettre*, vol. 3, n° 4,
- # **BRUNETON J., 1993** - Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, Lavoisier, 623p
- # **BRUNETON. G, 1993:** pharmacognosie, phytochimie, plante médicinale. 2^{ème} Edition Tech et Doc Lavoisier, paris ;
- # **Bruneton, J. (1999).** "Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales". Ed.Tec & Doc, Lavoisier, Paris.1120p.
- # **BRUNETON J., 1999a** - Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. 3^{ième} édition. Ed. Tec et Doc., pp. 484 – 535
- # **Burits, M., & Bucar, F. (2000).** Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oils. *Phytotherapy Research*, 14, 323–328.

- ✚ **CALDERONE N.W., TWILSON W. and SPIVAK M., 1997** - *Plant extracts used for control of the parasitic mites Varroa jacobsoni (Acari: Varroidae) and Acarapis woodi (Acari: Tarsonemidae) in colonies of Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae)*. J. Econ. Entomol., N° 90, pp. 1080-1086
- ✚ **CAMILLE A, 2004**: les plantes médicinales, et leurs effets thérapeutiques en Europe à travers l'histoire. Edition le duc.263p.
- ✚ **CHABASSE J.J. et BOUCHARA J.P. 1997**. *Dermatophytes et moisissures d'intérêt médical*. Laboratoire de parasitologie et de mycologie. Journée biomérieux, pp 65-72
- ✚ **CHEHMA A., DJEBAR M.R., HADJAJI F. et ROUABEH L.,2005** - Etude floristique spatiotemporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. Revue Sécheresse; 16 (4). 2005 : 275-285. http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec/docs/00/04/14/CB/article.md
- ✚ **CHRISTENSEN C.M., MIROCHA C.J. ET MERONUCK R.A. 1977**- *Molds, Mycotoxins and Mycotoxicoses*. Agricultural Experiment Station Miscellaneous Report 142. University of Minnesota, St. Paul, MN. In : Withlow
- ✚ **Cœur d'acier A, Jouselin E, Martin J-F, Rasplus J-Y (2007)**.Phylogeny of the Genus
- ✚ **Aphis Linnaeus, 1758** -(Homoptera: Aphididae) inferred from mitochondrial DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution.42: 598-611
- ✚ **Cupillard. Emmanuel et Valérie , 2007**- *La cuisine aux huiles essentielles et eaux florales. Vertus et bienfaits des huiles essentielles* par Jean-Louis Abrassart aux Éditions Trédaniel.
- ✚ **Dedryver C.A,1982**-biologie des pucerons des cereales dans l'ouest de la France ,Acta - ecologica.
- ✚ **DE FEO V., BRUNO M., TAHIRI B., NAPOLITANO F. and SENATORE F., 2003** - *Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from Thymus spinulosis Ten (Lamiaceae)*. J. Agric. Chem., N° 51, pp. 3849-3853
- ✚ **Dinant S, Bonnemain J-L, Girousse C, Kehr J (2010)**- Phloem sap intricacy and interplay with aphid feeding. C. R. Biologies. 333: 504-515.
- ✚ **Dixon, A.F.G,1987**- The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam : A.K. Minks & P. Harrewijn, Ed° Elsevier ,.Vol. 2A, p. 197-208
- ✚ **D.J. Carter et B. Hargreaves, 2001**-*Guide des chenilles d'Europe*, Delachaux et Niestlé,.
- ✚ **Döring TF, Chittka L ,2007**-Visual ecology- a critical review on the role of colours in host finding. Arthropod-Plant Interaction.1:pp 3-16.
- ✚ **Duraffourd C., D'Hervicourt L. et Lapraz J. C. (1990)** -Cahiers de phytothérapie clinique. 1. Examens de laboratoires galénique. Eléments thérapeutiques synergiques. 2ème éd.Masson, Paris
- ✚ **Eberhard T, R. Anton et A. Lobstein , 2005**- plantes aromatique ,épices aromates ;condiments et huiles essentielle ,Paris ,Ed .Lavoisier ,253p.
- ✚ **EBERHARD T, ROBERT A, ANNE LISE L, 2005** - plante aromatique épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Edition: Lavoisier. p522 ;

- ✚ **EI AJJOURI M., SATRANI B., GHANMI M. 2008** -Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'oeuvre . *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(4), pp345-351
- ✚ **Elliott F., 2008.** *38 huiles essentielles.* Editions Trédaniel, France.
- ✚ **Fleuriet Christian Jay-Allemand,** 2005- les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, presses polytechniques et universitaires romandes, p 1, p 67, p viii, p 162.
- ✚ **FOUCHE, J.G. MARQUET, A. HAMBURGUER, A. 2000-** Les plantes médicinales : de la plante au médicament ; Observatoire du Monde des Plantes; *Sart-Tilman, B77. B-4000 Liège*
- ✚ **Fournie Paul-Victor r (compilateur : Clotilde Boisvert), 2015-30 plantes utiles Herbes, arbres, plantes alimentaires : leur histoire, leurs vertus,** Omnibus,.
- ✚ **France-Ida J. (1996)** -Bref survol de diverses méthodes d'extraction d'huiles essentielles. Info-essence. 3:pp 5-6.
- ✚ **François Couplan,2009-** Le régal végétal: plantes sauvages comestibles, Editions Ellebore,
- ✚ **François Couplan,2012-** *Les plantes et leurs noms : Histoires insolite,* Éditions Quae,
- ✚ **Fralval A,2006-**les puceron. *Insectes ,(141)pp:3-8.*
- ✚ **GAKURU S. el FOUA-BI K,996** - *Effet d'extraits de plantes sur la bruche du niébé Coltosobructius maculatus Fab. et le charançon du riz Sitophilus orizae L. Cahiers Agriculture; vol. 5. T 1, pp.39-42*
- ✚ **Garneau F.X ,2004-**Le matériel végétal et les huiles essentielles. Manuel pratique.Huiles essentielles: de la plante à la commercialisation. p1-16.

- ✚ **Ghestem A., Seguin E., ParisM. et Orecchioni A.M. (2001)** -Le préparateur en pharmacie. Dossier 2, -Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie, Homéopathie. Ed. TEC et DOC,Paris.
- ✚ **GILL F, 2006-** les cibles de l'aromathérapie. Edition trédanièl .p224 ;
- ✚ **Godin C , et Boivin G , 2000** –Guide d'identification des puceron dans les cultures maraichères au Québec ,Agriculture et Agroalimentaire ,Canada ,pp :4-30.
- ✚ **Goggin F.L,2007-**Plant-Aphid interaction , molecular and ecological perspectives.current opinion in plant biology ,pp :399-408.
- ✚ **Guerrieri E, Digilio MC (2008).**Aphid-plant interactions: a review.*Journal of Plant Interactions.*3(4): 223-232

- ✚ **Guignard J.L., Cosson L. et Henry M. (1985)** -Abrégé de phytochimie. Ed. Masson Paris, pp.155-174
- ✚ **GUITOUN A, 2005:** extraction des huiles essentielles de la lavande. Thèse de fin d'étude en biologie. Magister, Univ de Tiaret. P67
- ✚ **HADDOUCHI. F. HAMADI. A., MEZIANE et BENMANSOUR. A, 2009-** Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut . *Afrique SCIENCE 05(2) pp) 246 - 259*

- ✚ **Harmel N, Haubruge E, Francis F ,2010)-** Etude des salives de pucerons : un préalable au développement de nouveaux bio-insecticides. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(2) : 369-378

- ✚ **Heie, O.E. ,1987-**Palaeontology and phylogeny in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam :A.K. Minks & P. Harrewijn, Ed° Elsevier,. Vol. 2A, p. 367-392.
- ✚ **Heie, O.E. 1994-**Why are there so few aphid species in the temperate areas of the southern hemisphere ? *Eur. J.Entomol., ,Vol. 91, N°1, p. 127-133*

- # **Hernandez Ochoa L-R. (2005)** –Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine «solvant/actif» d'origine végétale. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse.
- # **HULLÉ.M et al., 1998.** Les pucerons des arbres fruitiers : Cycles biologiques et activités de vol. Ed Quae. Paris. 98 p.
- # **Hulle M.,Turpeau E., et Leclant F.1999-**les pucerons des arbres fruitières :cycle biologique et activités de vol.Ed.INRA,80p.
- # **Iluz.D,2011-** the plant aphid universe .cellular origin.Life in extreme habitat an Astrobiology ,(16):pp 91-118
- # **IMDORFA., BOGDANOV S., OCHOA R.I. et CALDERONE N.M., 1999** - Utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre *Varroa jacobsoni*, parasite des colonies d'abeilles. Centre Sui
- # **ISMAN, M.B., WAN A.J. and PASSREITER C.M.,(2001)** - Insecticidal activity of essential oils to the tobacco cutworm, Spodoptera littura . Fitoterapia(72):pp 65 – 68.
- # **JALAS J., 1991** - Note of *Thymus* L. (*Labiatae*) in Europe.I. Supraspecific classification and nomenclature. *Botanical Journal of the Linnean Society*, N° 64, pp. 199-215
- # Jean Maison, *Le thym*, Marabout, 2012, p. 121
- # **Jiménez-Arellanes A., Martínez R., García R., León-Díaz R., Aluna–Herrera J., Molina –Salinas G. et Said-Fernández S. 2006.** Thymus vulgaris a potential source of antituberculosis compounds. *Pharmacologyonline.*, 3 :569-574.

- # **JOSEPHINE.P., 2012.** Différenciation génétique et écologique des populations du puceron *Brachycaudus helichrysi* (Hemiptera : Aphididae) : mise en évidence de deux espèces soeurs aux cycles de vie contrastés. Thèse de doctorat. Ecole Doctorale : Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosiences, Environnement, SIBAGHE. Montpellier (France). 255 p.
- # **Jouany, J-P.Yiannikouris ,A. 2002** .les mycotoxines dans les aliments des ruminants ,leurs devenir et leurs effets chez l'animal. INRA P roduction Animales ,février 2002,pp. 3-16
- # **KELLOUCHE A., AIT-AIDER F., LABDAOUI K., MOULA D., OUENDI K., H.,OURAMDANE A., FREROT B et MELLOUK M., 2010-**Biological activity of ten essential oils against cowpea beetle,Callosobruchus maculatusFabricius (Coleoptera: Bruchidae),*Int. J.Integ.Biol.*,2010,vol10(N°2): 86-89.
- # **Kim J., Marshall M.R. and Vei C .,1995-**Antibateriel activity of some essential oil components against five food pathogens .of *Agricultural and food chemistry* .(43), pp 2839-2845.
- # **Kokkini S., Hanlidou, Karousou, Lanara, 2002** - *Variations of pulegone content in pennyroyal (M. pulegium) plants growing wild in Greece* , J. Essential Oil Res.,vol.14, n° 3
- # **KOUMAGLO H. K 1992** - Quelle alternative pour le développement du monde rural. La Valorisation des Production Végétales : Cas des Produits Aromatique et des Huiles Essentielles. Réunion Scientifique Internationale. IRST Butare, pp.263-268
- # **KRIM S, 2001-**L'extraction des concrètes par circulation continue de solvant. Thèse de magistère en génie des procédés. Univ Alger, El harrach. pp76 ;
- # **Lagunez-Rivera L. (2006)** -Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffe par induction thermomagnétique directe. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- # **LAMAMRA M.(2012)-** Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarra sicula* (L.) Parl.et de *Filipendula hexapetala*. Thèse de Magister, Université FERHAT ABBAS-SETIF.

- # Larousse ,2001-Larousse encyclopédie des plantes médicinales .Ed.Larousse .Paris.
- # **Larry G. French,2002-** Isolation of (R)-(+)-Pulegone from the European Pennyroyal Mint, *Mentha Pulegium* , *The Chemical Educator*, vol. 7, n° 5, octobre,2002, p. 270–277
- # **Lawrence Brian M., 2006** « *Oil Composition of Other Mentha Species and Hybrids* », dans Brian M. Lawrence (ed.), *Mint: The genus Mentha*, CRC Press.
- # **Leclant F , 1999-**les pucerons des plantes cultivées.clefs d'identification II .cultures maraichères.Ed.ACTA et INRA .Paris.p 98.
- # **Leroy P, Capella Q, Haubruge E (2009)-**L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13 (2) : 325-334.
- # **Lieutaghi Pierre, 1999,** *Le livre des bonnes herbes*, Actes Sud, 517 p.
- # **LUCCHESI M. E. (2006)-** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat. Univ de la Réunion. 143.
- # **MACHEIX J-J, A. FLEURIET, C. JAY-ALLEMAND, 2005,** les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, presses polytechniques et universitaires romandes, p 1, p 67, p viii, p 162.
- # **Madi A N., 2010 -.** Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Saugé) et la mise en évidence de leurs activités biologiques. Thèse, Magister, U.N.I.V. Mentouri de Constantine
- # **MAHMOUDI Y, 2000:** la thérapeutique par les plantes les plus communs en Algérie, Edition palais du livre. Blida. P128 ;
- # **Mahmout (1992)-** Contribution à l'étude de quelques aromates et condiments utilisés au Tchad. Thèse de Doctorat: Université des sciences et techniques de Languedoc, Montpellier
- # **MALO N,1991-** 10ième Journées Internationales HE, Digne-Les-Bains 5-6-7 Sept.; pp. 28.
- # **May Faraj, Allan D. Sniderman, and Katherine Cianflone, 2004,** -enhances in situ lipoprotein lipase activity by increasing fatty acid trapping in adipocytes, *Journal of Lipid Research*, Volume 1 p 45, 657-666.
- # **Mebarki N., 2010 -.** Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse anti-microbienne .Thèse, Magister, U.N.I.V. M'HAMED BOUGARA BOUMERDES.
- # **Mills,J.T.1990 -** Mycotoxins and fungi on cereal grains in western Canada.*can.j.physiol .Pharmacol.*68,pp982-986.
- # **MOHAMMEDI Z,2006-**Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Laboratoire des produits naturels. Département de Biologie, Faculté des Sciences. Université Abou Bakr Belkaïd -Tlemcen P105
- # **Molinité ,A & Pfohl-leszkowicz,A.2003-**Les mycotoxines dans les céréales : les points importants de contrôle de la production au stockage , le devenir dans les produits dérivés .Laboratoire de toxicologie et sécurité alimentaire- Auzeville – Tolosane. Note de l'ASZDISSO N° spéciale mycotoxine,p 9.
- # **Multon, J.L.1982 -**conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés- céréales ,oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Techniques & Documentation Lavoisier Paris Apria. Volume 1, 576pages

- ✚ **NUTO Y. 1995** - *Synergistic action of co-occurring toxins in the root bark of Zanthoxylum zanthoxyloides (Rutaceae) against the cowpea beetle Callosobruchus maculatus (Coleoptera: Bruchidae).* Thesis of Ph.D.S.U.N.Y. Syracuse, New York, 107p
- ✚ **PADRINI F et Luccheroni N. (1996)**- Le grand livre des huiles essentielles, médecine douce, bien être. Edition de VECCHIS-A. 206.
- ✚ **Paré J. (1997)** -Procédé assisté par micro-ondes. Info-essences, Bulletin sur les huiles essentielles, 4:p.4.
- ✚ **Paris M.et Hurabielle M. (1981)** –Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) Tome. Ed. Masson p.339.
- ✚ **P.J.Teissirie . ,(1991)**-Chimie de substances odorantes. Edt. Technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- ✚ **Philippe Simonneau, 2006**, La phytothérapie chinoise moderne, p500.
- ✚ **Porter N & Wilkins A, 1999**-Chemical, Physical and antimicrobial properties of essential oils of *Liptosptospermum scoparium* and *Kunzea ericoides*. Phytochemistry. 50 ; pp 407-415.
- ✚ **QUEZEL P., SANTA S., 1963** - Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, CNRS, Tome 1 et 2, 1170p.
- ✚ **QUEZEL P. et SANTA S., 1963**. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II.
- ✚ **RABATEL.A., 2011**- Développement embryonnaire du puceron *Acyrtosiphon pisum* : caractérisation de voies métaboliques et gènes clé dans les interactions trophiques avec *Buchnera aphidicola*. Thèse de doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. France. 223 p.
- ✚ **Radwan DEM, Lu G, Ali Fayez K, Younis Mahmoud S (2008)**. Protective action of salicylic acid against bean yellow mosaic virus infection in Vicia faba leaves. Journal of Plant Physiology. 165: 845-857
- ✚ **Rai M.K., Acharya D. and Wadegaonkar P. (2003)** -plant derived-antimycotics: potential of Asteraceous plants, In: plant-derived antimycotics: Current Trends and Future prospects, Haworth press, N-York, Londin, Oxford. pp165-185.
- ✚ **Rakholiya K., (2013)**. Medicinal Plants as Alternative Sources of Therapeutics against Multidrug-Resistant Pathogenic Microorganisms Basedon Their Antimicrobial
- ✚ **Potential and Synergistic Properties, Fighting Multidrug Resistance with Herbal Extracts, Essential Oils and their Components, 165–179.**
- ✚ **Rao, S.G., A.L. Udupa, S.L. Udupa, P.G.M. Rao, G.Rao et D.R. Kulkarni. 1991**- *Calendula* and *Hypericum*: two homeopathic drugs promoting wound healing in rats. Fitoterapia, 62(6):508-510.
- ✚ **REGNAULT-ROGER C., HAMRAOUI and ABDELAZIZ, 1995** - *Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera), a Bruchid of kidney bean (Phaseolus vulgaris L.). Journal of stored products research , vol. 31, N° 4, pp. 291-299.*
- ✚ **RICHARD H. et MULTON J.L., 1992** - Les arômes alimentaires, collection sciences et techniques agro-alimentaire, techniques et Documentations, Lavoisier, 438 p.
- ✚ **Sangwan, N. S., Farooqi, A. H. A., Shabih, F., & Sangwan, R. S. (2001)**. Regulation of essential oil production in plants. Plant Growth Regulation 34, 3-21.
- ✚ **SATRANI B., GHANMI M. FARAH,A. AAFI. A . BOUSTA. D. et TALBI. M. 2007** - Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2007, 146, 85-96

- # **Selmi S. et Sadok S. 2008-** The effect of natural antioxidant (Thymus vulgaris Linnaeus) on flesh quality of tuna (Thunnus Linnaeus) during chilled storage. Pan–American Journal of aquatic sciences., 3(1) : 36-45.
- # **Shaposhnikov, G.C,1987-**Evolution of aphids in relation to evolution of plants in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam : A.K. Minks & P. Harrewijn, Ed° Elsevier,. Vol. 2A, p.409-414
- # **SHAAYA E., KOSTJUKOVSKI M., EILBERG J. et SUKPRAKARN C., 1997 -** *Plant oils as fumigants and contact insecticides for control of stored product insects*, *Journal Stored Product Research* .N° 33, pp 7-15.
- # **SIMMONEAU, P.** 2006, La phytothérapie chinoise moderne, p500.
- # **STEFFAN J.R., 1978-**Description et Biologie des insectes - Les insectes et les acariens des céréales stockées. Ed. AFNOR et I.T.F.C., Paris, pp. 1-62
- # **Sullivan D.J .2005-**Aphids,Ed.Encyclopedie of Entomology ,pp:127-146.
- # **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. *Plant Biology Department, Scotland, U.K.*, 17p.
- # **Svoboda K. P. and Hampson J. B. (2000)** –Bioactivity of essential oils of selected t emperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. <http://www.csl.gov.uv/ienica/seminars/>
- # **Takeuchi H., Lu Z. G. et Fujita T. 2004.** New monoterpenes glycoside from the aerial parts of Thyme (Thymus vulgarisL). Bioscience, biotechnology and biochemistry., 68 (5) : 1113-1134.
- # **TAPONDJOU A.L. ADLER C., FONTEMC D.A., BOUDA H., 2003 -** *Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de chenopodium ambrosioides et Eucalyptus saligna à l'égard de la bruche du niébé, Collosobruchus maculatus Fab. (Coleoptera, Bruchidae), cahier d'étude et de recherches francophones/ agriculture, Vol. 12, N°6, pp. 401-407.*
- # **TEUSCHER, ANTON R, LOBSTEIN A., 2005 -** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Paris, Lavoisier, 522p.
- # **TIERTO-NIBER B., HELLENIUS J., VARIS A.L., 1992 -** *Toxicity of plant ex tracts tothree storage beetles (Coleoptera). J. Appl. Ent. N° 113, pp.202-208*
- # **Tjallingii W.F (2006)-** Salivary secretions by aphids interacting with proteins of phloem wound responses. *Journal of Experimental Botany*.57 (4): 739-745
- # **Turpeau-Ait Ighil E, Dedryver CA, Chaubet B, Hullé M (2011).**Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol,Quae, Paris, pp. 33
- # **Uzest M,Gargani D,Dombrovsky A,Cazevielle C,Cot D ,Banc S .2010-** The acrostyle:a newly described anatomical structure inaphid stylet.Arthro pod struct.pp 221-229.
- # **Van de Braak S.A.A.J. , & Leijten G.C.J.J. (1999).** Essential Oils and Oleoresins : A Survey in the Netherlands and other Major Markets in the European Union. (p. 116): CBI, Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries, Rotterdam.
- # **Vantaux A, Van den Ende W, Billen J, Wenseleers T (2011).** Large interclone differences in melezitose in the facultatively ant-tended black bean aphid Aphis fabae . *Journal of Insect Physiology*. 57: 1614-1621
- # **Verheggenb FJ, Haubruge E, De Moraes CM, Mescher MC (2009).**Social environment influences aphid production of alarm pheromone. *Behavioral Ecology*. 20: 283-288

- # **Viaud H. (1993)** -Les huiles essentielles, qualité distillation. GNOMA, Revue électronique. www.nature-helps.com/France/viaud2.htm
- # **Porter N. (2001)** -Essential oils and their production. Crop & Food Research. Number 39
- # **ISMAN, M.B., 2005** - Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu. Rev. Entomol., N° 51, pp. 45-66
- # **Webster B, Bruce T, Dufour S (2008)**.Identification of volatile compounds used in hostlocation by black bean aphid, *Aphis fabae*. J Chem Ecol.34: 1153-1161.
- # **Webster B, Bruce T, Pickett J, Hardie J (2010)**. Volatiles functioning as host cues in abland become nonhost cues when presented alone to the black bean aphid. Animal Behaviour.79: 451-457
- # **WICHTL M., ANTON R., 2004**. Plantes thérapeutiques .Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Éd. Tec et Doc et EMI.Édition du Jardin botanique national de Belgique, cinquième édition. P 412 ;
- # **Will T, Van Bel A.J.E (2006)**.Physical and chemical interactions between aphids and plants.Journal of Experimental Botany.57 (4): 729-737.
- # **WILSON C.L., SOLAR J.M., EL GHAOUT A. and WISNIEWSKI M.E., 1997** - *Rapid evaluation of plant extracts and essential oil for antifungal activity against Botrytis cinerea*. Plant Dis., N° 81, pp. 204-21
- # **Zeghad N. 2009**. Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*T. vulgaris*, *R. officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne .Thèse de magister biologique de l'université Mentouri Constantine . p5.