



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar El -OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا

Département de biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques

Spécialité: Biodiversité et Environnement

THEME

**Evaluation du potentiel aphicide de " *Rosmarinus officinalis*"
sur les puceron des céréales *Rhopalosiphum Maidis***

Présenté Par :

M^{elle} LAGSIER Ouarda

M^{me} NADIR Nahla

Devant le jury composé de

Présidente:

Rapporteur:

Promotrice: Mme MKHADMI Nour El Houda

M.A.A, Université d'El Oued

Co-promotrice: Mme DEHLIZ-LAKHDARI Wassima

M.R.A, INRAA, Touggourt

Promotion : 2019/2020

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et de suivre Le chemin de la science.

Nos sincères remerciements et notre s'adressent

à notre promotrice **Mme MKHADMI Nour El Houda** (Maître-assistant classe A, Université d'El -OUED)

Et notre co- promotrice **Mme DEHLIZ-LAKHDARI Wassima**, (Maître de recherche A, INRAA, Touggourt)

Pour avoir accepté de Diriger ce travail, pour leur très grande patience, encouragements, Orientations et leurs conseils très précieux durant la réalisation de ce travail.

Nous remercions aussi les membres du jury et D'avoir accepté de revoir notre travail.

Nos remerciements vont également à **Mr. DEHLIZ Abderrahmène** (Maître de recherche A, INRAA, Touggourt) qui a contribué à notre formation et nos études, pour ses conseils· orientations et disponibilités.

De même, nous remercions **Mlle MLIK Randa** et **Mlle BENLAMOUDI Wiam** ainsi que tous les membres de laboratoire d'entomologie à l'INRAA, Touggourt qui nous avoir aidé à la réalisation de ce travail.

Enfin, nous ne remercions toute personne qui est concernée de près ou de loin par notre travail, trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Dédicace

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir aidé à accomplir ce travail, nous lui demandons réussite et succès.

À celle qui m'a élevé et éclairé mon chemin avec ses prières et douas. À la personne la plus chère à mes yeux, ma mère, qui m'a porté, supporté et soutenu tout au long de ma vie, celle qui pleurerait en silence et qui ne s'est jamais plaint, Celle qui m'as donné et continue de me donner gentillesse et tendresse quand la vie lui offrait fatigue et misère. Celle que Dieu a muni d'honneur et de fierté, ma très chère mère "Nadjat". À toi ma précieuse que Dieu te garde pour nous

À celui qui n'a cessé de travailler dur pour que je réussisse. Celui qui m'a appris à me battre pour arriver là où j'en suis aujourd'hui. À celui qui m'a poussé à avancer en toute confiance et à affronter tout dès lors qu'il m'a offert mon premier stylo. À mon cher père "Tahar" que dieu te bénisse.

À ceux qui m'ont soutenu durant mon parcours, mes chers frères et soeurs : Masouda, imadeddine, azzeddine, alaeddine et mon petit gate Amir.

À ma tante et chère mere "hafsa'et son mari "Ahmad'

À mes cousines et soeurs : Amal, Sabah et Samra.

À mon grand-père "Hachani" paix à son âme, et ma grand mère "fatima que dieu la préserve et lui offre longue vie

À mon oncle "Brahim'et sa femme, à ma tante Louiza'et son mari à tout mes oncles maternels et leurs femmes, à toutes mes tantes maternelles et leurs maris

À chaque personne portant le nom de famille "Lagsier"

À mon oncle Kadri Mohammed et sa femme Saliha.

À mes amies et soeurs avec lesquelles j'ai partagé tant de souvenirs et passé mes plus belles années: Asma, Arouba,Imen Bouakkaz,Linda,Randa,Rayane, Wardia,Fadhila,Saida, Karima, Sara, Abir, Rania Aulaia, Kholode, Wiam, Yosra,Hala ,Iman Saidie, Khawla Malika, Aya ,Hadjer ,Aridj, Khadija, Inas ,Hawa, Nabila, Imen Khalfaoui ,Yasmine ,Ibtissem, Nour, Yamina, Abla, Maymouna

À chaque individu ayant prié pour ma réussite

À tous les étudiants de Biodiversité et Environnement promotion 2020

Dédicaces

Dédiez ce travail à

Ma chère mère, que Dieu prolonge sa vie

À mon cher père, que Dieu ait pitié de lui

À mon cher mari, qui m'a encouragé à poursuivre ma carrière universitaire

À mes frères Walid Wissam Al-Din Fares Abd El-Malek et À mon oncle Mohammed

À mes sœurs et amis d'enfance Marwa, fatouma

À Mon cher amie Iman,

À tous ceux qui ont contribué à ce travail de près ou de loin

Nahla

Résumé

L'utilisation abusive des produits chimiques contre les insectes nuisibles est plus répandue dans le monde entier que les alternatives biologiques. Les pesticides ont des effets néfastes sur l'environnement, les animaux et l'être humain. La présente étude a contribué dans la réalisation d'une méthode de lutte biologique contre le puceron de céréale *Rhopalosiphum maidis* par l'application des huiles essentielles extraites à partir d'une plante médicinale *Rosmarinus officinalis* collectée de trois différentes régions en Algérie à savoir Tébessa, Constantine et Oued souf. Afin de tester le pouvoir insecticide de cette plante, trois concentrations (50µl, 100µl, 200µl) sont utilisées contre les adultes. Les résultats révèlent que *R. officinalis* a un effet remarquable sur les individus de *R. maidis* car la mortalité, qui augmente en fonction du temps et de la concentration, a atteint 100% avec la 3^{ème} dose après 5 jours seulement. Outre, les substances de Tébessa semblent plus efficaces que celles des autres localités car ce taux a été enregistré après 3 jours seulement.

Mots-clés : Lutte Biologique, huiles essentielles, *Rosmarinus officinalis*, *Rhopalosiphum. Maidis*.

Summary

The misuse of chemicals against harmful insects is more prevalent worldwide than biologic alternatives. The pesticides have harmful effects on the environment, animals and people. The present study contributed to the realization of a biological control method against the cereal aphid *Rhopalosiphum maidis* by the application of essential oils extracted from a medicinal plant *Rosmarinus officinalis* collected from three different regions in Algeria namely Tébessa, Constantine and Oued souf. In order to test the insecticidal power of this plant, three concentrations (50µl,100µl,200µl) are used against adults The results reveal that *R. officinalis* has a remarkable effect on individuals of *R. maidis* because the mortality, which increases with time and concentration, reached 100% with the 3rd dose after only 5 days. In addition, Tébessa substances seem to be more effective than those from other localities because this rate was recorded after only 3 days.

Keywords: Biological control, essential oils, *Rosmarinus officinalis*, *Rhopalosiphum. Maidis*.

ملخص

ينتشر سوء استخدام المواد الكيميائية ضد الحشرات الضارة في جميع أنحاء العالم أكثر من البدائل العضوية. المبيدات لها آثار ضارة على البيئة والحيوان والإنسان. ساهمت الدراسة الحالية في تحقيق طريقة المكافحة البيولوجية ضد من الحبوب عن طريق تطبيق الزيوت الأساسية المستخرجة من نبات طبي *Rosmarinus officinalis* الذي تم جمعه من ثلاث مناطق مختلفة في الجزائر وهي تبسة ، قسنطينة وواد سوف. من أجل اختبار قوة المبيدات الحشرية لهذا النبات، يتم استخدام ثلاثة تراكيز (200µl، 100µl، 50µl) ضد الحشرات البالغة. أظهرت النتائج أن النبات المختار له تأثير ملحوظ على الحشرات البالغة من النوع *R. maidis* لان نسبة الوفيات والتي تزداد بزيادة الوقت و التركيز حيث تصل إلى 100% في التركيز الثالث للنباتات الثلاثة بعد 5 أيام. بالإضافة إلى ذلك، فإن زيت الاساسي لتبسة أكثر فعالية من زيوت المناطق الاخرى، حيث سجل معدل وفيات 100% في التركيز الثالث بعد 3 أيام فقط.

الكلمات المفتاحية: المكافحة البيولوجية، الزيوت الأساسية، إكليل الجبل، *Rhopalosiphum. Maidis*

Liste des Figures

Figure(1) : Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie	7
Figure(2) : Représentation des principales espèces de pucerons des céréales	9
Figure (3) : Colonie de <i>Rhopalosiphum. Maidis</i>	10
Figure (4): Morphologie d'un puceron aptère et puceron ailé Selon Anonyme (2016).....	14
Figure (5): Critères morphologiques d'identification d'un puceron	15
Figure (6) : naissance de la jeune larve	15
Figure(7) : Diversité des cycles de vie chez les pucerons D'après Piffaretti (2012).	16
Figure (8): les stade de développement de puceron	17
Figure (9) : l'effet de <i>Rhopalosiphum. Maidis</i> sur l'orge.....	20
Figure (10): quelque prédateurs des pucerons" les fourmis , le coccinelle et le syrphe adulte"	22
Figure (11) : <i>Rosmarinus officinalis-L</i>	25
Figure (12) : Les fleurs et les feuilles de <i>Rosmarinus officinalis.L</i>	27
Figure (13): Localisation des région d'étude m.wikipedia.org (Modifié).....	39
Figure (14) : partie aérien du <i>Rosmarinus officilanis</i> de Tébessa, Constantine et Oued Souf .	40
Figure (15) : Opération de Séchage conservation <i>Rosmarinus officilanis</i>	40
Figure (16) : les composés de Clevengre.....	41
Figure (17) : montage d'extraction de l'huile essentiel	42
Figure (18) : Schéma représentatif du protocole de l'extraction.....	43
Figure (19) : L'élevage de <i>Rhopalosiphum maidis</i>	44
Figure (20) : Préparation des boites de pétri et les feuille pour l'essai	46
Figure (21): Préparation des doses de traitement pour chaque huile essentielle	47
Figure (22): Application des doses et dispositif expérimental du test de toxicité de l'huile essentielle du romarin	48
Figure (23): préparation les doses et appliqué sur papier filtre	48
Figure (24) : Dispositif expérimental du test de répulsivité	49
Figure (25) : Morphologie de <i>Rhopalosiphum maidis</i> – Aptère –.....	52
Figure (26) : <i>Rhopalosiphum maidis</i> - Alié -.....	53
Figure (27) : les stades de croissance de <i>Rhopalosiphum maïdis</i>	54
Figure (28): Représentés le <i>R. maïdis</i> passant en L3 avec abandon la mue.....	55
Figure (29): Taux d'humidité H (%) de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Oued Souf.....	56
Figure(30): Taux d'humidité H (%) de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Tébessa	56
Figure (31): Taux d'humidité H (%) de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Constantine	56

Liste des Figures

Figure (32) : l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i>	57
Figure (33) : Pucerons " <i>Rhopalosiphum maidis</i> " morts après traitement	58
Figure (34) : l'effet insecticide l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Oued souf sur R.maïdis	58
Figure(35) :l'effet insecticide l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Tébessa sur R.maidis	59
Figure (36) : l'effet insecticide l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Constantine sur R.maidis	59
Figure(37): Evolution de taux de mortalité du <i>Rhopalosiphum maidis</i> après traitement par l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Oued souf	60
Figure(38) : Evolution de taux de mortalité du <i>Rhopalosiphum maidis</i> après traitement par l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Tébessa	60
Figure(39) : Evolution de taux de mortalité du <i>Rhopalosiphum maidis</i> après traitement par l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> de Constantine.....	61
Figure (40) : la DL50 de l'huile essentielle de EL-Oued après 48h de traitement	62
Figure(41): la DL50 de l'huile essentielle de Tébessa après 48h de traitement	62
Figure (42) : la DL50 de l'huile essentielle de Constantine après 48h de traitement	62
Figure (43): les taux de répulsion des huiles essentielles trois de <i>Rosmarinus officinalis</i>	64

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification des pucerons	11
Tableau 02: Quelques espèces de puceron de céréales:	12
Tableau 03 : Classification botanique <i>Rhopalosiphum. Maidis</i>	13
Tableau 04 : Classification <i>Rosmarinus officinalis</i> (L.)	26
Tableau 05 : les principaux Composition chimique de huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis.L</i> dans autre pays (Tunisie ;Maroc et India)	28
Tableau 06 : Variation de la composition chimique (Composé majoritaire) de l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis.L</i> dans régions différentes d'Algérie.....	28
Tableaux 07 : présentation géographique de trois région étudiés:	39
Tableau 08: Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> , (1970)	49
Tableau 09 : Rendement en huiles essentielles obtenus des trois plantes aromatiques.....	57

Liste des abréviations

- **%**: Pourcentage
- **°C**: degré Celsius
- **µl**: microlitre
- **CL50%**: Concentration Létale, qui tue 50 %
- **cm** : centimètre
- **DL50%** : la dose létale de 50%
- **FAO** : Food and Agriculture organisation
- **g** : gramme
- **h**: Heur
- **J**: jour
- **Kg** : kilogramme
- **M** : Masse de la plante en gramme.
- **M** : Masse de la plante en gramme.
- **M'**: Masse d'huile essentielle en gramme.
- **M0%** : Mortalité observée après pulvérisation.
- **Mc%** : Mortalité corrigée.
- **Mc%** : Mortalité corrigée.
- **Mt%** : Mortalité observée dans le témoin
- **Min**: Minute
- **ml** : millilitre
- **ml**: millilitre
- **mm** : millimètre
- **OAIC** : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales
- **R**: Rhopalosiphum
- **Rdt (%)**: rendement en huile essentielle en (ml/g).
- **RHE** : Rendement en huile essentielle
- **T**: Température
- **V** : Masse d'huile essentielle en gramme.

Sommaire

Remerciements.....	
Dédicace.....	
Résumé.....	
Liste des Figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Sommaire.....	
Introduction	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I. Le puceron des céréales *Rhopalosiphum maidis*

I. Le puceron des céréales <i>Rhopalosiphum maidis</i>	6
1. Généralité sur céréale :	6
2. Importance économique des céréales :	6
3. Les pathogènes et les ravageurs des céréales :	8
4. Caractères généraux sur les pucerons :	10
5. <i>Rhopalosiphum. Maidis</i> :	13
5.3. Reproduction :	15
5.4. Cycle biologique et plantes hôtes :	15
5.5. Stades de développement d'un puceron :	17
5.6. Facteurs de pullulation :	18
5.7. Les dégâts causés par les aphides:	19
5.8. Moyens de lutte :	20

Chapitre II. *Rosmarinus officinalis* L.

1. Plantes médicinales :	24
1.1 Généralité :	24
1.2 Définitions des plantes médicinales :	24
2. <i>Rosmarinus officinalis</i> L. :	24
2.1. Origine et définition :	25
2.2. Classification :	26
2.3. Description botanique :	26
2.4. Composition phytochimique du Romarin :	27
3. Les huiles essentielles :	29
3.1. Définition de l'huile essentielle :	29

3.2. Répartition botanique et localisation des huiles essentielles:	29
3.3. Fonctions biologiques :	31
2.5. Extractions des huiles essentielles :	31
3.6. Facteurs de variabilité des huiles essentielles.....	32
3.7. Conservation des huiles essentielles.....	33
3.8. Utilisation des huiles essentielles en tant que biopesticides.....	33
3.9. D'autre domaines d'utilisation des l'huiles essentielles :	35

Partie expérimentale

Chapitre I. Matériels et méthode

I-1. Description de la région d'étude.....	39
I-2. Matériel végétal	40
I-2.1. Récolte	40
I-2.2. Séchage et conservation.....	40
I-2.3. Méthodes Extraction	41
I-3. Matériel animal	43
I-4. Détermination du taux d'humidité (H%)	45
I-5. Détermination du rendement en huile essentielle (Rdt%)	45
I-6. Taux de mortalité :	45
I-7. Détermination de la DL50	46
I-8. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle de de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>Rhopalosiphum maidis</i> :	46
I-9. Test de répulsives sur les adultes de <i>Rhopalosiphum maidis</i> :	48
I-10. Analyses statistiques :	50

Chapitr II. Résultats et Discussion

I- Résultats.....	52
1. Cycle de vie :	52
1.2 Les stades et cycle vie :	53
2. Taux d'humidité H (%) <i>Rosmarinus officinalis</i> de :.....	55
3. Rendement en huiles essentielles :	56
4. Evaluation de l'effet insecticide des différentes concentrations de l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>Rhopalosiphum maïdis</i> :	57
5. Détermination de la DL50	62
6. l'évaluation de l'activité insecticide dès l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> contre les adultes de <i>Rhopalosiphum maidis</i> par répulsion:.....	63

Sommaire

II- Discussion :.....	65
1. Taux d'humidité H (%):	65
2. Rendement en huiles essentielles:	65
3. l'effet de l'huile essentielle de de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>Rhopalosiphum maidis</i>	65
Conclusion	69
Références bibliographiques.....	71
Annexes.....	87

Introduction

Introduction générale

Les céréales détiennent la première place quant à l'occupation des terres agricoles, parce qu'elles servent d'aliments de base pour une grande proportion de la population mondiale.

En Algérie, tout comme en Afrique du Nord, ces cultures représentent la principale spéculation et drainent plusieurs activités de transformation en semoulerie, en boulangerie et en industrie alimentaire. Elles constituent également la base de l'alimentation et occupent une place privilégiée dans les habitudes alimentaires des populations aussi bien dans les milieux ruraux qu'urbains. En effet, la consommation individuelle en celles-ci est évaluée en 2000 à 205 Kg/ an en Tunisie, 219 Kg/ an en Algérie et 240 Kg/an au Maroc (Boulal et *al.*, 2007).

Toutefois, la céréaliculture est menacée par divers facteurs abiotiques et biotiques comme les insectes ravageurs qui, en plus de leur action déprédatrice, sont également capables de transmettre des agents phytopathogènes (Anonyme a, 2005). D'après la FAO (2014), les pertes dues à ces déprédateurs correspondent à 35% de la production mondiale en produits céréaliers. Les pucerons comptent parmi les ravageurs les plus dangereux des céréales (Blackman et Eastop, 2000) et leur danger réside dans la capacité de se reproduire et de se diffuser à grande échelle (Blackman et Eastop ,2007). Les espèces les plus répandues (*Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum maidis*, *Schizaphis graminum*) sont vectrices de plusieurs phytovirus (Saint-pierre et Comeau, 1989).

Les insecticides chimiques constituent à l'heure actuelle le moyen le plus pratiqué pour lutter contre les pucerons des céréales. Cependant, ces produits provoquent la contamination de la chaîne alimentaire (Abbassi et al., 2005; Senthil-Nathan et al., 2006) et sont nocifs pour la faune et la flore (Foster et *al*, 2002) en plus de la pollution de l'environnement (Regnault-Roger ,2002). Ces derniers ont également conduit à des mutations et l'apparition de souches d'insectes résistantes aux molécules insecticides (Plantegenes et Ralec, 2007).

Dans la recherche de méthodes alternatives de lutte, le règne végétal offre beaucoup de possibilités. Les techniques traditionnelles et les extraits de plantes pour la protection contre les infestations des insectes sont utilisés depuis des siècles (Philogene et *al.*, 2008). Plusieurs auteurs (Regnault-Roger et *al*, 2008 ; Glitho et *al*, 2008; Arnason et *al*, 2008) ont montré que les extraits végétaux présentaient plusieurs propriétés qui leur permettent de s'inscrire dans les stratégies alternatives visant à limiter l'emploi des pesticides organiques de synthèse dans l'agriculture. Les biopesticides sont considérés comme des produits à faible répercussion écologique et ils sont entièrement biodégradables (Glitho et *al*, 2008). Les huiles essentielles

sont considérées à haute efficacité biologique pour éliminer divers ravageurs malgré leur présence en faibles quantités dans les plantes.

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques y pousse spontanément (Benkiki, 2006) et l'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours des dernières années.

Le romarin (*R. officinalis* L.) est une plante médicinale qui appartient à la famille des Lamiales. Il se distingue, du point de vue chimique, par ses substances phénoliques et phosphatées et les propriétés de ses matériaux anti-inflammatoires et stériles qui lui confèrent des caractéristiques insecticides (Abdelatif, 2009).

L'objectif de ce travail est d'étudier les activités insecticide et répulsive des huiles essentielles de la partie aérienne du romarin sur le puceron vert des céréales (*R. maidis*). Les échantillons utilisés ont été prélevés de trois régions différentes : Oued Souf, Tébessa et Constantine.

Pour atteindre cet objectif, les tâches suivantes ont été menées :

- Elevage du puceron des céréales (*R. maidis*) en laboratoire, dans des conditions contrôlées.
- Extraction des huiles essentielles du romarin des différentes régions.
- Evaluation de l'activité insecticide de ces huiles essentielles et de leurs effets répulsifs sur le puceron vert des céréales.

Notre document est constituée d'une introduction générale et une partie bibliographique avec deux chapitres qui détaillent des généralités sur les céréales et le puceron *R. maidis* et présente l'espèce végétale étudiée (*R. officinalis*) et les huiles essentielles. Quant à la partie expérimentale, composée de deux chapitres, elle comporte le matériel et les méthodes employés dans cette étude, les résultats obtenus, les discussions et une conclusion générale.

Synthèse bibliographique

*Chapitre I. Le puceron des
céréales Rhopalosiphum
maidis*

I. Le puceron des céréales *Rhopalosiphum maidis*

1. Généralité sur céréale :

1.1 Historique De La Culture :

La culture des céréales est très ancienne. On trouve des traces de blé, de seigle, d'avoine, d'orge à 6 rangs dès le Néolithique. Le riz, le millet, le sorgho, le blé étaient cultivés 2 700 ans avant notre ère en Chine ; les Égyptiens de l'ancienne Égypte connaissaient le blé et le sorgho. Les céréales ont d'autre part joué un rôle capital dans le développement de l'humanité : la plupart des civilisations se sont développées autour d'une céréale : -

- les civilisations asiatiques, autour de la culture du riz;
- les civilisations pré-colombiennes, autour du maïs
- les civilisations babyloniennes et égyptiennes, autour du blé. (Moule, 1971)

1.2 .Définition :

Les céréales sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'albumen *amylacé*, réduit en farine, est consommable par l'homme ou par les animaux domestiques.

La plupart des céréales appartiennent à la famille des *Graminées (ou Poacées)*. Ce sont : le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho. Les unes appartiennent à la sous-famille des *Festucoïdées* : blé, orge, avoine, seigle; les autres à la sous-famille des *Panicoïdées* : maïs, riz, sorgho, millet.

Enfin, une céréale, le sarrasin appartient à une autre famille, celle des *Poly-gonacées*.

(Moule, 1971)

2. Importance économique des céréales :

2.1 Au niveau mondial :

La production mondiale de céréales est estimée à 2 milliards de tonnes, en augmentation d'environ 800 millions de tonnes par rapport à 1970 ce qui correspond à une croissance d'environ 1,7% par an, ordre de grandeur comparable à celui de la croissance démographique mondiale. Le maïs (605 millions de tonnes), le blé (600 millions de tonnes) et le riz (600 millions de tonnes) viennent très largement en tête, représentant à eux trois 90% de ce total (INA ,2003)

Les céréales étaient cultivées en 1968 sur 710 millions d'hectares et la production avoisinait 12 milliards de quintaux correspondant à un rendement moyen d'environ 16 q/ha.

3. Les pathogènes et les ravageurs des céréales :

En 2013, les importations de céréales ont totalisé 3,16 milliards de dollars, contre 3,18 milliards de dollars en 2012, reculant de 0,62%, alors que les quantités importées ont augmenté de 2,55% pour atteindre 10,03 millions de tonnes. L'Algérie importe globalement 5% de la production mondiale de céréales. Selon (OAIC) 2013.

Plusieurs organismes nuisibles affectent la croissance des céréales et par conséquent, leur rendement, conduisant à des pertes économiques considérables.

3.1. Les agents pathogènes des céréales :

3.1.1. Les virus :

Les phytovirus, parasites obligatoires, provoquent des maladies qui se traduisent par des perturbations métaboliques entraînant différents symptômes tels que chloroses, nécroses, enrroulement des feuilles, rabougrissement des plante. Généralement, la transmission du virus se fait horizontalement par l'intermédiaire d'un vecteur, le plus souvent un insecte. Ce dernier prélève le virus à partir d'une plante infestée en se nourrissant de la sève et l'inocule dans une nouvelle plante saine assurant ainsi sa dissémination spatiale (Lapierre et Signoret 2004).

Le virus le plus connu pour les dégâts sur céréales sont le virus de la mosaïque jaune (VMJO) est transmis par un champignon du sol, *Polymyxa gaminis* (Jestin, 1992).

Les virions circulent dans le système sanguin et la salive des insectes. Plus de vingt espèces de pucerons peuvent transmettre le VJNO (Saint-pierre et Comeau ,1989).

Chez le blé, les feuilles attaquées par le virus prennent une couleur rouge sombre, propre ou jaune (Sayoud et *al.*, 1999 in Boulal et *al.*, 2007).

3.1.2. Les bactéries :

Plusieurs bactérioses entraînent une désorganisation profonde des systèmes radiculaires et aériens. *Xanthomonas campestris pv. translucens*, responsable des glumes noires des céréales ou brûlures, est soit transmise par la semence, soit par un inoculum provenant d'hôtes alternatifs ou de débris. Cette bactérie se développe de manière épiphyte sur les feuilles et remonte les étages foliaires, véhiculée par les éclaboussures d'eau jusqu'à l'épi (Cunfer et Scolari 1982).

3.2. Les ravageurs des céréales

3.2.1. Les nématodes :

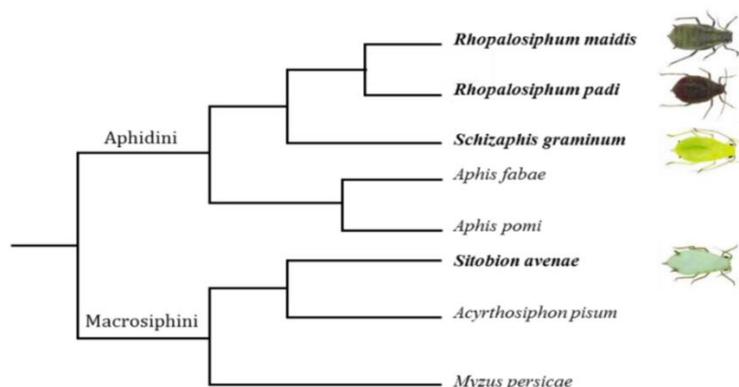
Ces parasites sont des vers ronds non segmentés, susceptibles d'interférer avec la croissance des plantes et difficiles à contrôler. Les attaques de nématodes sont observables sur

les parties aériennes comme sur les parties souterraines. En surface, l'infection se traduit par un jaunissement des feuilles, un tallage réduit voire un arrêt de la croissance (Kerry et Crump 1998). Pour les parties souterraines, les racines sont flétries et leur couleur est altérée (Nicol et Rivoal 2008). Les principales espèces de nématodes parasites sont *Meloidogyne*, *Heterodera* et *Pratylenchus* (Kerry et Crump 1998; Nicol et Rivoal 2008).

3.2.2 Les insectes :

De nombreuses espèces d'insectes sont des déprédateurs des céréales et s'attaquent aux divers stades de croissance de la plante. Ils représentent une contrainte majeure suite aux dégâts directs et indirects qu'ils occasionnent. Les principales espèces d'insectes ravageurs des céréales appartiennent à plusieurs ordres (Miller et Pike 2002) :

- L'ordre des diptères tel que les cécidomyies du genre *Mayetiola* ou les mineuses du genre *Agromyza*.
- L'ordre des coléoptères tel que le charançon du genre *Sitophilus*.
- L'ordre des lépidoptères tel que la teigne des céréales du genre *Sitotroga*, la pyrale du maïs du genre *Ostrinia* ou la pyrale de la farine *Ephestia*, et les foreurs des tiges de céréales et de maïs des genres *Busseola* et *Sesamia*.
- L'ordre des orthoptères tel que le criquet pèlerin du genre *Schistocerca* ou le criquet migrateur du genre *Locusta*.
- L'ordre des hémiptères tel que les pucerons. Les principales espèces de pucerons des céréales sont réparties en deux tribus fig 2 :
- Tribu des Aphidini regroupant *Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum maidis* et *Schizaphis graminum*.
- Tribu des Macrosiphini représenté par *Sitobion avenae*.



Figure(2) : Représentation des principales espèces de pucerons des céréales (Foottit *et al.* 2008)

Durant cette étude, nous nous sommes focalisés sur une espèce de pucerons des céréales le plus répandues, à savoir : *Rhopalosiphum maidis*, (Blackman et Eastop 2000).



Figure (3) : Colonie de *Rhopalosiphum. Maidis* (Originale 2020)

4. Caractères généraux sur les pucerons :

Les Pucerons appelés aussi Aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde. Ils sont apparus il y a environ 280 millions d'années. Il existe actuellement 4 700 espèces dont 900 en Europe (Delorme, 1997 ; Hulle et al., 1998) et 250 sont des ravageurs (Fraval, 2006). Les pucerons sont considérés comme des espèces cosmopolites. Ils sont présents dans les régions tropicales et subtropicales, dans les zones tempérées et dans les steppes, depuis la savane à la zone de forêts décidus (Dedryver, 1981). Ils ont colonisé la plupart des plantes à fleurs mais aussi les résineux, quelque fougères et mousse (Turpeau Ait Ighil et al., 2011) . ont toujours été considérés comme l'un des groupes les plus nocifs aux plantes. Ils sont pris comme une source perpétuelle de frustration pour les agriculteurs et les jardiniers (Powell et al., 2006 in Bouhadiba, 2014).

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous de petite taille, mesurant entre 2 à 4mm avec un corps ovale un peu. De couleur vert clair, rouge, brune ou noire selon les espèces et les races. Le corps de cet insecte est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen) (Tanya, 2002)

Les aphides ou pucerons classés dans le Super-ordre des Hémiptéroïdes, appartiennent à l'ordre des Homoptera au sous-ordre des Aphidinea, et à la Super-famille des Aphidoidea (Fraval., 2006). Cette dernière se subdivise en deux grandes familles qui sont les Chermisidae et les Aphididae. Cette dernière est divisée en huit sous familles ; celles des Telaxidae, des

Pemphigidae, des Lachnidae, des Chaitoridae, des Callaphididae, des Aphididae, des Adelgidae, des Phylloxeridae (Bonnemaison, 1962)

La famille des Aphididae est divisée en trois sous-familles, celle des Blatichaitophorinae, des Pterocommatinae et des Aphidinae. Les espèces de cette dernière sont réparties entre deux tribus, les Aphidini et les Macrosiphini (Ortiz-Rivas et MartínezTorres, 2010)

Remaudière et al (1997) classent les pucerons dans leur catalogue « les Aphididae du monde » comme suit :

Tableau 01 : Classification des pucerons

Embranchement	Arthropode
Classe	Insectes
Ordre	Homoptera
Super /famille	Aphidoidea
Famille	Aphididae

Tableau 02: Quelques espèces de puceron de céréales:

Pucerons	Hôtes	Partie attaquée	Dégâts symptômes
<i>Sitobion avenae</i> (Fabricius, 1775) Puceron des épis des céréales	<i>Avena sp.</i> , <i>Bromus willdenowii</i> Kunth, <i>Sorghum sudanese</i> , <i>Triticum vulgare</i> , <i>Triticum ssp.</i> , <i>Zea mays</i> .	Feuilles, inflorescence, tiges et les jeunes épis	*Affaiblissement du céréale et diminution du poids des grains.
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758) Puceron du merisier à grappes	<i>Avena sativa</i> , <i>Avena sp.</i> , <i>Bromus willdenowii</i> Kunth, <i>Digitaria abyssinica</i> , <i>Elieusine indica</i> , <i>Hordeum sp.</i> , <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Poa annua</i> , <i>Secale sp.</i> , <i>Triticum aestivum</i> , <i>Triticum vulgare</i> , <i>Triticum ssp.</i> , <i>Zea mays</i> .	Feuilles et pied des plantes	*Jaunisse nanisante de l'orge.
<i>Diuraphis noxia</i> (Mordvilko, 1913) Puceron russe du blé	<i>Agropyrum</i> , <i>Avena</i> , <i>Bromus</i> , <i>Hordeum</i> , <i>Lolium</i> , <i>Phalaris</i> , <i>Phleum</i> , <i>Secale</i> et <i>Triticum</i>	Feuilles	*Formation des raies chlorotiques longitudinales sur les feuilles; *Enroulement de la gaine foliaire de la dernière feuille; *Empêche l'émergence des épis.
<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849) Puceron des céréales et du rosier	<i>Bromus catharticus</i> Vahl, <i>Hordeum sp.</i> , <i>Triticum ssp.</i>	Feuilles tendres et en particulier sur la face inférieure du limbe	*Déformations des plantes infestées.
<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) Puceron vert du maïs	<i>Andropogon sp.</i> , <i>Avena sativa</i> , <i>Brachiaria sp.</i> , <i>Hordeum sp.</i> , <i>Setaria sp.</i> , <i>Sorghum Sudanese</i> , <i>Sorghum vulgare</i> , <i>Triticum vulgare</i> .	Tiges et la face supérieure des Feuilles	*Enroulement des feuilles; *Rejet du miellat ; *Développement de la fumagine.
<i>Sitobion fragariae</i> (Walker, 1848) Grand puceron des céréales	<i>Bromus Sp.</i> <i>Triticum vulgare</i> . <i>Hordeum sp.</i> ,	Feuilles	*Perte de récolte

(adapté à partir de terre-net.fr ; Bouchet et al, 1982).

5. Rhopalosiphum. Maidis :

5.1. Position systématique :

Selon Blackman et Eastop, (2007), la taxonomie de *R.maidis* est comme tableaux suivant :

Tableau 03 : Classification botanique *Rhopalosiphum. Maidis*

Classe	Insectes
Super ordre	Hémiptéroïdes
Ordre	Homoptera
Sous ordre	Aphidinea
Super famille	Aphidoidea
Famille	Aphididae
Sous famille	Aphidinae
Genre	Rhopalosiphum
Espèce	Rhopalosiphum maïdis Fitch, 1856

5.2. Morphologie :

L'adulte est de taille 2 à 2,2 mm, corps rectangulaire, vert très sombre bleuâtre, antennes courtes, cornicules petites et renflées et une cauda de couleur sombre avec deux paires de soies latérales. (Bonnemaison, 1962; Appert et Deuse, 1982).

Les pucerons sont partagés en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen)

5.2.1. La tête :

Généralement, elle est bien séparée du thorax chez les formes ailées, mais non chez les aptères ; elle porte deux antennes de longueur très variable de 3 à 6 articles, sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoriale ; leurs partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminais à l'arrière de l'œil composé (Fraval, 2006).

5.2.2. Le thorax :

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces

des pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères. (Tupeau-Ait Ighit et *al.*, 2011).

D'après Hulle et *al.*, (1998) in Ghazi et Ousdidene (2017) chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures. Ce sont toutes des nervures simples, sauf la nervure médiane qui se manifeste chez la plupart des espèces. Selon Godin et Boivin (2002), la nervation peut être :

- Non ramifiée ;
- Ramifiée, une seule fois ;
- Ramifiée, deux fois

5.2.3. L'abdomen :

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, Parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (Heie, 1986 ; Hein et *al.*, 2005 in Bakroune, 2012). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (Lien et Sparks, 2001 in Bakroune, 2012).

Le dernier segment abdominal (10ème) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (Fredon, 2008).

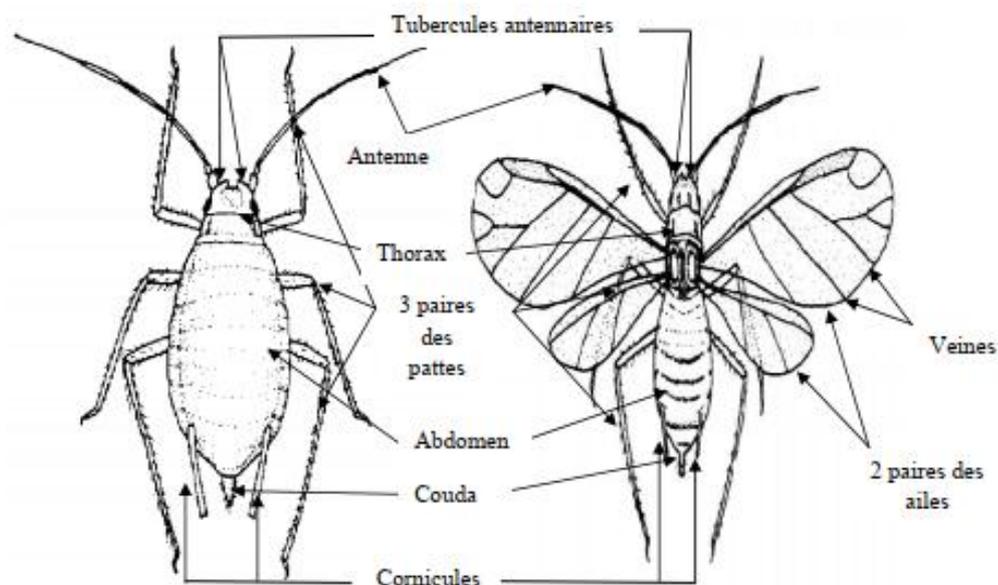


Figure (4): Morphologie d'un puceron aptère et puceron ailé Selon Anonyme (2016)

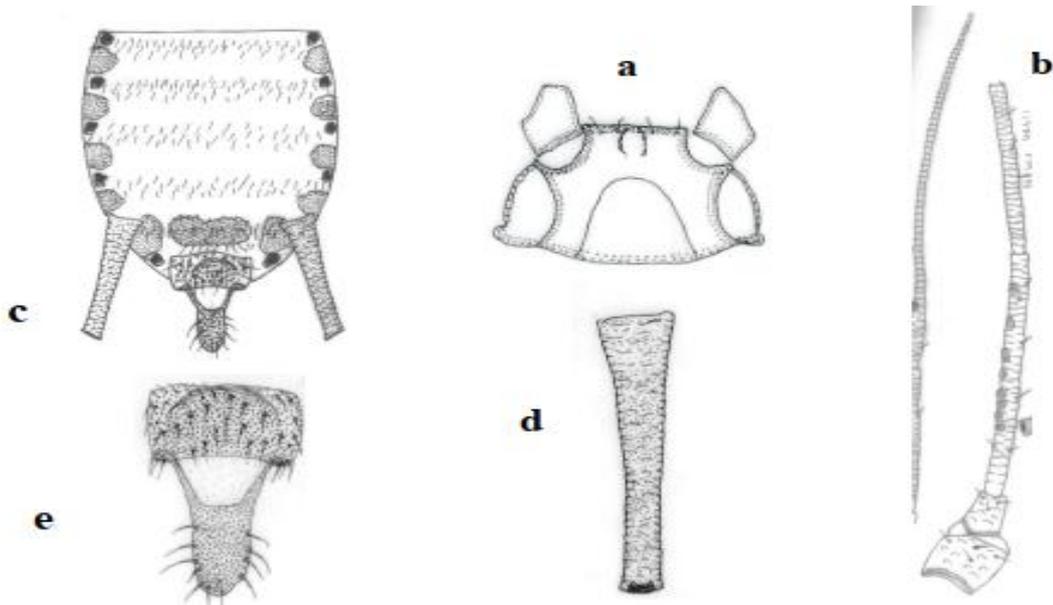


Figure (5): Critères morphologiques d'identification d'un puceron (Sahraoui 1999).

a - Tête ; b -Antennes ; c - Abdomen ; d - Cornicules; e - Cauda.

5.3. Reproduction :

Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée: 40 à 100 descendants par femelle, ce qui équivaut à 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (Anonyme,2006; Kos et *al*, 2008). Selon Benoit (2006), une femelle aphide est capable d'engendrer jusqu'à 30 à 70 larves.

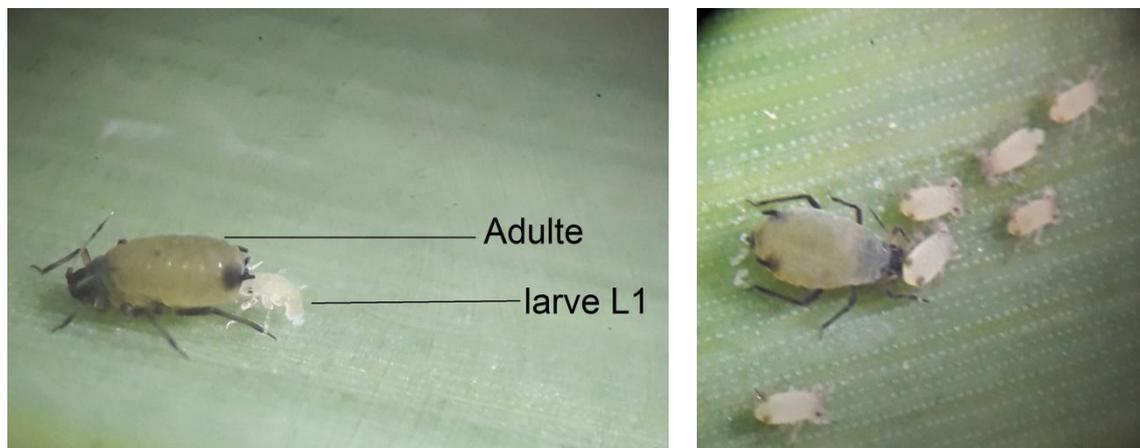


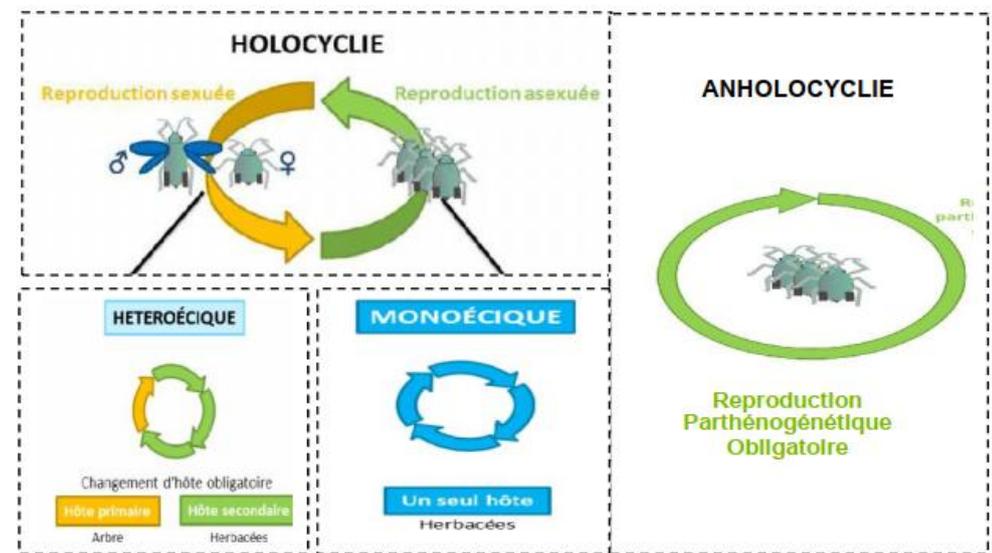
Figure (6) : naissance de la jeune larve (original 2020)

5.4. Cycle biologique et plantes hôtes :

Insectes hétérométaboles (sans stade nymphal), les pucerons comptent parmi les rares animaux qui changent de mode de reproduction en fonction de la saison avec des phases

sexuées et asexuées (parthénogénèse) (Simon et al., 2007; Christelle, 2007; Tupeau-Ait Ighit et al., 2011). Selon Lambert (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est une multiplication très rapide de la population de pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites).

Selon Bonnemaïson, (1953) ; Leclant, (2000), la plupart des Aphididae ont un cycle complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique), mais *R. maidis* est une espèce anholocyclique qui se reproduit uniquement par parthénogénèse (Chan et al., 1991). Selon Ronzon, (2006) et Jacquemin et al., (2009), le mode de reproduction parthénogénétique (femelles donnent naissance à des femelles qui elles-mêmes donneront naissance à d'autres femelles sans fécondation), permet une multiplication très rapide et la formation de populations génétiquement homogènes ou « clone ». Les femelles parthénogénétiques sont le plus souvent vivipares (Leclant, 2000). Le puceron vert du maïs, *R. maidis* semble avoir perdu définitivement l'holocyclie de ses congénères. Il se perpétue de mère en fille, nul n'a jamais vu de sexués, c'est un pur clone. *R. maidis* s'alimente sur les jeunes feuilles de sa plante hôte (Blackman et Eastop, 2007). C'est une espèce graminicole ; elle est commune sur diverses Gramineae (Remaudiere et al., 1985 ; So et al., 2010). Elle provoque des dégâts sur *Zea mays*, *Sorghum bicolor*, et *Hordeum vulgare* (Blackman et Eastop, 2007; Helmut et Richard, 2007). Le maïs et le sorgho subissent souvent de fortes attaques (Remaudiere et al., 1985), aussi ils colonisent plusieurs adventices et céréales dans plus de 30 genres incluant ; *Avena*, *Secale*, *Triticum*, *Oryza* et *Saccharum*. Par ailleurs, il est trouvé accidentellement sur Cyperaceae et Typhaceae (Blackman et Eastop, 2007).



Figure(7) : Diversité des cycles de vie chez les pucerons D'après Piffaretti (2012).

5.5. Stades de développement d'un puceron :

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Les différents stades larvaires ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (Fredon, 2008).

On peut schématiser le développement larvaire d'un puceron comme ci-dessous :

L2 : 2ème stade larvaire

L3 : Virginipare

N3 : 3ème stade nymphale

L4 : 4ème stade larvaire

N4 : 4ème stade nymphale

VL : Virginipare ailée

LA : adulte

Le passage des pucerons par ces stades successifs en se débarrassant de l'exosquelette (phénomène de mue) est dû à la cuticule rigide qui inhibe la croissance progressive (Dedryver, 1982).

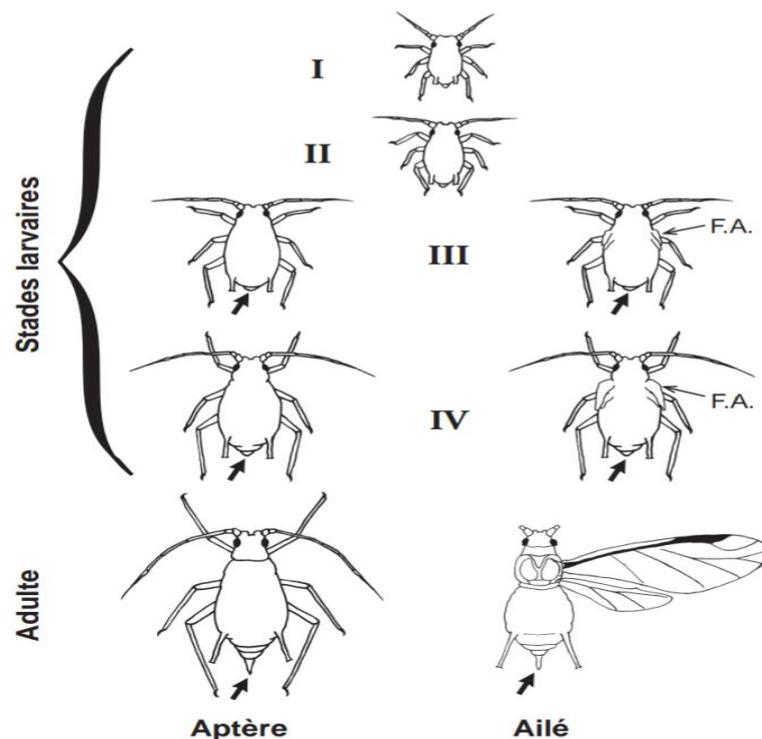


Figure (8): les stade de développement de puceron (Claude et al., 2002;Blackman et Eastop,1994)

5.6. Facteurs de pullulation :

5.6.1. Facteurs abiotique :

5.6.1.1. Température

La température joue un rôle important dans le développement, la longévité, la fécondité, le poids ainsi que l'envol des pucerons (Aroun 1985 in Benoufella-Kitous, 2005).

D'après Hullé et *al* (1999), les températures extrêmes peuvent être un facteur létal important; ceci est très net à 30°C, température à laquelle aucun puceron n'émet plus de larve viable et à laquelle sa propre survie est minimale. Le froid constitue aussi un facteur limitant.

5.6.1.2. Humidité relative de l'air

Selon Bonnemaïson (1950) in Benoufella-Kitous (2005), l'humidité relative de l'air peut faciliter ou inhiber le vol des ailes. Les vols sont fréquents pour une humidité relative à 75% et une température comprise entre 20 et 30°C. Ces vols sont par contre rares lorsque l'humidité est supérieure à 75% et la température est inférieure à 13°C.

5.6.1.3. Pluviométries

Une pluie abondante agit directement sur les pucerons en empêchant leur vol ou encore en délogeant les aptères des feuilles sur lesquelles ils se trouvent, surtout pour les espèces de grande taille telle que *Macrosiphum euphorbiae*. Par contre une pluie fine, de faible intensité, n'empêche pas le vol des ailés, mais elle agit indirectement en favorisant l'apparition des mycoses entomophytorales (Robert 1982 in Benoufella-Kitous, 2005).

5.6.1.4. Vent

Les précipitations violentes perturbent les vols tandis que la vitesse et la direction du vent conditionnent les aptitudes à des déplacements plus ou moins lointains (HULLÉ et *al.*, 1999).

Selon Bonnemaïson (1950) in Benoufella-Kitous (2005), les ailes ne s'envolent fréquemment que lorsque la vitesse du vent est inférieure à 5 ou 6 km à l'heure et peuvent dans ces conditions, se déplacer contre le vent.

5.6.2. Facteurs biotique :

5.6.2.1. Plante hôte

Certaines plantes se trouvent plus infestées par les aphides que d'autres. Cela est dû au fait que les ailés choisissent celles sur lesquelles ils vont se reproduire, après avoir reçu les

informations nécessaires au déclenchement de l'alimentation (Robert 1982 in Benoufella-Kitous, 2005).

5.7. Les dégâts causés par les aphides:

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticulture (Fournier, 2010; Benoufella-Kitous 2005). Ils peuvent causer de graves pertes aux plantes cultivées (Qubbaj *et al*, 2004). D'après Christelle (2007) et Dedryver (2010), les pertes que causent les pucerons sont de deux types:

5.7.1 Dégâts directs :

Les pucerons causent des dommages aux plantes par le prélèvement de la sève (Bakroun, 2012). Les piqûres alimentaires sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (Benoufella-Kitous, 2005).

5.7.2 Dégâts indirects :

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont :

5.7.2.1. Miellat et fumagine :

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (Benoufella-Kitous, 2005).

5.7.2.2. Transmission des virus phytopathogènes :

Les pucerons sont responsables des dégâts indirects assez importants en véhiculant des virus pathogènes en transmettant au moins 275 virus (Rabatel, 2011). Les virus affectent les processus physiologique de la plante, en diminuant le taux de photosynthèse, en réduisant la teneur en chlorophylle (jaunisse) et en taux de respiration (Kheloul, 2014).



Figure (9) : l'effet de *Rhopalosiphum. Maidis* sur l'orge (originale2020)

5.8. Moyens de lutte :

La gravité des dégâts infligés aux plantes cultivées a conduit à la mise en place de nombreuses études et au développement de moyens de lutte contre les pucerons (traitements insecticides, vaporisation d'huiles, lutte biologique, utilisation de répulsifs, plantes résistantes, etc.) (Josephyne, 2012).

5.8.1 Prévention :

L'utilisation des pièges à succions, pièges collantes, pièges jaunes (Le puceron aime le jaune) cette attirance est mise à profit par les aphidologues qui disposent sur le terrain des pièges de cette couleur pour détecter les attaques de pucerons (Alain, 2006), c'est une méthode habituelle de surveillance des populations (Hullé et *al.*, 1998). Il est recommandé de ne pas trop fertiliser les plantes et d'éviter les fertilisants chimiques à action rapide, spécialement ceux qui sont riches en azote et qui favorisent la croissance rapide des pousses, qui attirant les pucerons (Anonyme 3, 2009).

5.8.2 Contrôle chimique :

En dernier recours, quand toutes les autres méthodes ne suffisent pas pour régler le problème, vous pouvez utiliser les pesticides autorisés, lesquels sont homologués pour contrôler ce ravageur (Anonyme 3, 2009).

On peut traiter les infestations de pucerons avec des insecticides. Plusieurs matières actives sont homologuées pour usage domestique et professionnel contre les pucerons, notamment l'alléthrine, le malathion, la pyréthrine, la perméthrine, l'huile minérale, le

polysulfure de calcium, les savons insecticides et les gommes résines naturelles (Anonyme 2, 2009).

La pulvérisation d'insecticides organophosphorés et des pyréthroïdes sur les parcelles pose à long terme des problèmes dus au développement de pucerons résistants et à la dégradation de la biocénose (Charbonnier *et al.* 2016).

5.8.3 Contrôle biologique :

Les pucerons constituent une ressource alimentaire abondante et régulière utilisée par de nombreux organismes. La lutte biologique repose sur l'utilisation de ces organismes, appelés ennemis naturels ou auxiliaires des cultures, pour réduire les populations de pucerons (Hullé *et al.*, 1998).

Les pucerons sont communément attaqués par de nombreux ennemis naturels comme des prédateurs, des insectes parasitoïdes et des champignons pathogènes d'insectes. Les prédateurs des pucerons tuent leurs proies pour s'en nourrir. Chacun d'entre eux a besoin de plusieurs proies pour effectuer son développement. On y compte quelques oiseaux, comme les mésanges, des araignées et surtout des insectes, notamment les coccinelles dont les larves et les adultes se nourrissent de pucerons (Ipert 1999), mais aussi des chrysopes (Duelli 2001) ou des diptères (Volkl *et al.* 2007) , dont seules les larves sont prédatrices de pucerons.

Les parasitoïdes de pucerons appartiennent à l'ordre des hyménoptères (Traugott *et al.* 2008; Vollhardt *et al.* 2008) tout comme les guêpes ou les fourmis. Ces minuscules guêpes, principalement de la famille des *Braconidae* (sous-famille des *Aphidiinae*) mais aussi des *Aphelinidae*

Certaines espèces de champignons microscopiques, essentiellement des entomophthorales, peuvent infecter les pucerons. Une fois les pucerons tués par ces champignons, leurs cadavres sporulent sous l'action combinée de l'humidité et de la température (Evelyne *et al.*, 2011).

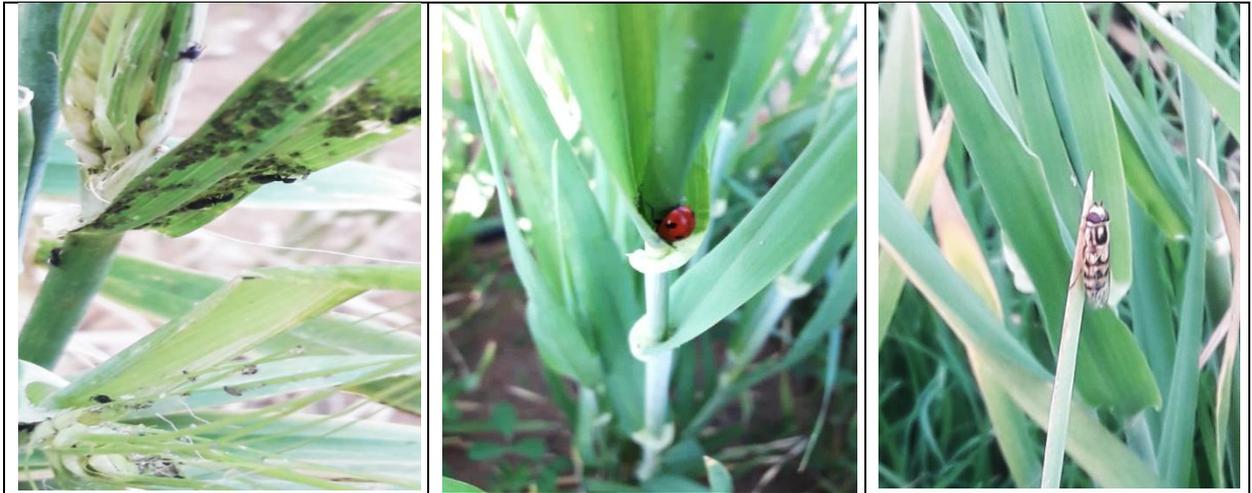


Figure (10): quelque prédateurs des pucerons" les fourmis , le coccinelle et le syrphé adulte"
(original 2020)

*Chapitre II. Rosmarinus
officinalis L.*

1. Plantes médicinales :

1.1 Généralité :

Le monde des végétaux est plein de ressources et de vertus pour l'homme non seulement sa nourriture mais aussi des substances actives qui procurent souvent un bienfait à son organisme parfois affectent de troubles insidieux (Salah-Eddine, 1990). Les plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires (Janssen et *al.*, 1987)

- Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes trouvées dans la nature, pour traiter et soigner des maladies (Sanago, 2006).

Les plantes médicinales C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal. L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations (Aouati, 2016).

- Ces plantes médicinales renferment de nombreux principes actifs où certains sont issus du métabolisme secondaire. Elles produisent déjà 70% de nos médicaments, déjà environ 170 000 molécules bioactives ont été identifiées à partir de plantes (Chaabi, 2008).

1.2 Définitions des plantes médicinales :

- Le groupe consultatif de l'OMS qui a formulé cette définition affirme également qu'une telle description permet de distinguer les plantes médicinales dont les propriétés thérapeutiques et les composants ont été établies scientifiquement de plantes considérées comme médicinales, mais qui n'ont pas encore fait objet d'une étude scientifique consciencieuse (Sofowora, 2010).

- Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Sanago, 2006).

2. *Rosmarinus officinalis* L. :

La famille des lamiacées connue également sous le nom des labiées, comporte environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites ; mais dont la plupart se concentrent dans le bassin méditerranéen tel que le thym, la lavande et le Romarin elle est divisée en deux principales sous-familles : les *Stachyoideae* et les *Ocimoideae*. Les lamiacées sont des herbacées ayant la consistance et la couleur de l'herbe, parfois sous-arbrisseaux ou

ligneuses. Une grande partie de ces plantes sont aromatiques riches en l'huile essentielle d'où leur intérêt économique et médicinal. Entre autres, un grand nombre de genres de la famille des *Lamiaceae* sont des sources de terpénoïdes, flavonoïdes et iridiodes glycosylés (Ouibrahim, 2015)

2.1. Origine et définition :

Le nom de la plante provient du latin (*Rosmaris*) qui signifie rosée de la mer, cette appellation pourrait s'appliquer au parfum de la plante, à la couleur de sa fleur (Rolet, 1930) on même à sa prédilection pour le littoral (Iserin et al ., 2007); *Officinalis* rappelle les propriétés médicinales de la plante' (Rolet, 1930).

Le *Rosmarinus officinalis* L.dont le nom rose de mer vient simplement du fait qu'il pousse spontanément au bord de la mer (Iserin et al ., 2007)

Le *Romarin* est une plante des coteaux arides garrigues et lieux rocheux de la région (Gineste, 2010).

Leur origine le sud de l'Europe, notamment les régions côtières de la mer Méditerranée méditerranéens tels que,Italie, Espagne, Tunisie, Maroc, Algérie, Ex-Yougoslavie, Albanie, Egypte, Palestine, Grèce, Chypre et jusqu'en Asie mineure, au Portugal, au nord ouest de l'Espagne ainsi la région du Caucase (Davis, 1982; Tutin et al , 1972 ; Greuter et al , 1986 et Poletti, 1976).



Figure (11) : *Rosmarinus officinalis* L. (Quézel et Santa, 1963)

2.2. Classification :

D'après Croquist (1981) la syématique de *Rosmarinus officinalis* (L.) comme le tableaux suivante :

Tableau 04 : Classification *Rosmarinus officinalis* (L.)

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i> (L.).

2.3. Description botanique :

Rosmarinus officinalis est un arbuste jusqu'à 2m (Blamey et Grey-wilson, 2000 ; Blot et al., 2012) ou sous-arbrisseau qui pousse en touffes ; très odorant (Beloued, 2009 ; Bechaalany, 2014) très camphrée (Williams, 1996).). Le Romarin, dit aussi *Rosemarine*, *Encensier*, *Herbe aux couronnes*, *enprovençal*, *Roumanieou*, n'est pas moins populaire que la lavande (Fournier, 1999).Plante ornementale et très cultivée, avec des formes prostrées ou érigées (Blamey et Grey-wilson, 2000).

2.3.1. Fleurs :

Les fleurs de romarin sont de couleur bleuâtres, à parfois roses ou blanches (Beloued, 2009), bleu pâle à moyen, (Blamey et Grey-wilson,2000), bleu-violet clair avec des ponctuations violettes et disposées vers le sommet des rameaux en courtes grappes (Wichtl et Anton, 2003), les fleur sont de 10-12mm de long, en petits bouquets axillaires (Beloued, 2009) ,disposées 2 par 2 au long des rameaux (Fournier, 1999) ,en groupes courtes, axillaires, brièvement pédicellées (Beloued, 2009). Ces fleurs secrètent un nectar abondant, au parfum accentué mais agréable, caractéristique des miels méditerranéens vendus comme « miel de Narbonne » (Fournier, 1999). L'inflorescence épis très courts, à bractées squamifères de 1-2mm et calice à pilosité pruines très courte constituée par des poils étroitement appliqués (Quezel et Santa, 1962). Les inflorescences spiciformes portent en toute saison des fleurs sub sessile (Wichtl et Anton, 2003).

2.3.2. Rameau :

Le rameau de romarin est d'environ 1 m de hauteur (Wichtl et Anton, 2003), bruns, dressées à étales (Blamey et Grey-wilson, 2000).

2.3.3. Tige :

La tige de romarin est ligneuse (Wichtl et Anton, 2003).

2.3.4. Feuilles :

Les feuilles de romarin sont persistantes, linéaires, coriaces, à pointe aiguë, vert foncé, à bord enroulé, blanchâtres dessous (Blamey et Grey-wilson, 2000), opposées, entière, étroitement lancéolées, sessiles, presque aciculaires, à bords réfléchis, à pubescence

tomenteuse blanche sur la face inférieure (Eberhard et *al.*, 2005) Les feuilles, pouvant atteindre 3cm de long et 4mm de large, acaules et friables ; le bord est involuté vers le bas (rangée supérieure) (Wichtl et Anton, 2003).



Figure (12) : Les fleurs et les feuilles de *Rosmarinus officinalis*.L (encounters.om, 2016)

2.4. Composition phytochimique du Romarin :

L'huile essentielle du *Romarin* (1 à 2% dans la plante) contient: de l' α -pinène (7 à 80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 35%), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à 19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène. (Rombi, 2007) En plus d'huiles essentielles ont été obtenue dans le *Romarin*: 2 à 4 % de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique , l'acide oléanolique ,l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques, picrosalvine, dérivés de l'acide canosolique, romanol,romadial,des acides phénoliques (Bellakhdar, 1997) , des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques : l'acide citrique, glycolique, et glycérique des stérols, de la choline , du mucilage (Hans et Kothe, 2007), et de la résine (Beloued, 1998).

Tableau 05 : les principaux Composition chimique de huile essentielle de *Rosmarinus officinalis.L* dans autre pays (Tunisie ;Maroc et India)

Référence	Kadri et al , 2011	Nezha et al ,2012	Laiq et al, 2007
Compound	Tunisie	Maroc	India
α -pinene	7.90	34.83	9.94
Camphene	1.53	6.21	5.83
β -pinene	3.35	2.56	
1,8-Cineole	35.32	28.30	23.40
α -thujone	6.42	\	\
Camphor	8.97	10.54	26.40
Borneol	9.37	1.64	
Trans-caryophyllene	14.47	\	\

Tableau 06 : Variation de la composition chimique (Composé majoritaire) de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis.L* dans régions différentes d'Algérie

Référence	Composés	α -Pinène	Camphène	Limonene	1,8-Cineole	Camphre	Bornéol	Bornylacetate	Sabinène
Meziane et al, 2012	INA Alger	29.33	8.39	6.19	0.05	15.07	2.14	0.64	\
	Tablat	43.42	8.60	6.22	0.78	15.23	0.08	1.15	\
	Bejaia	25.07	21.90	5.05	4.70	32.69	\	0.02	\
	Touggourt	28.02	24.44	4.17	6.10	35.56	\	0.04	\
	Hassi Messaoud	23.62	31.39	2.69	4.45	36.44	0.20	0.03	\
	Oran	29.95	3.92	0.23	24.02	15.45	\	1.43	\
	Médéa	20.13	3.57	7.84	9.62	14.69	8.27	1.29	0.30
	Constantine	59.45	2.78	2.41	11.00	7.27	0.44	\	\
	Relizane	24.87	4.98	12.82	7.70	16.33	0.12	5.24	\
	Bouira	25.56	6.28	4.57	18.66	21.17	0.20	2.01	\
	Tessala Elmerdja	51.02	2.67	4.34	17.42	12.01	\	1.08	\
	Sétif	35.14	2.83	1.14	29.28	15.01	\	1.29	\
	Bejaia	72.58	2.20	2.12	7.74	6.64	0.86	0.06	\
	ElKala	53.98	1.76	2.78	13.67	11.55	3.58	1.19	\
Bousmail	26.87	5.84	9.35	14.52	19.05	0.16	0.84	\	
Jijel	41.90	3.06	10.02	17.65	14.43	0.81	0.40	\	
Boutabia et al, 2016	Tébessa	3.39	14.40	\	32.59	4.46	9.68	0.30	15.93

3. Les huiles essentielles :

3.1. Définition de l'huile essentielle :

Les huiles essentielles (= essences = huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (Bruneton, 1993).

Selon Smallfield (2001), les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques des plantes, qui sont extraites par distillation par la vapeur ou des solvants.

Selon Padrini et Lucheroni (1996a), les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois, elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles.

Yahyaoui (2005) rajoute que les huiles essentielles sont des extraits végétaux volatiles et odorants appelés également substances organiques aromatiques liquides, qu'on trouve naturellement dans diverses parties des arbres, des plantes et des épices, elles sont volatiles et sensibles à l'effet de la chaleur, elles ne contiennent pas de corps gras.

Selon la Pharmacopée Européenne (1997), les huiles essentielles sont des produits de composition assez complexe renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation

3.2. Répartition botanique et localisation des huiles essentielles:

Parmi les espèces végétales (800 000 à 1500 000 selon les botanistes), 10% seulement sont dites aromatiques, c'est-à-dire elles synthétisent et secrètent des infimes quantités d'huiles essentielles (Bruneton, 1999).

La synthèse des huiles essentielles revient aux appareils sécréteurs contenus dans les organes végétaux (feuilles, fleurs, écorces, bois racine, fruit et graine). Ces appareils sont souvent situés sur ou à proximité de la surface du végétal et c'est l'espèce à laquelle appartient l'arbre ou la plante qui va déterminer lequel va entrer en action : poils sécréteurs externes dans le cas des Labiées et des Géraniacées, cellules sécrétrices dans le cas des Lauracées, Magnoliacées et des Pipéracées, poches sécrétrices dans le cas des Myrtacées, des Rosacées et Rutacées, et canaux sécréteurs pour les Ombellifères et les conifères (Bruneton, 1999).

2.3. Composition chimique

Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Kurkin, 2003)

2.3.1. Les monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%) (Bruneton, 1993). Ils comportent deux unités isoprène (C₅H₈), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales (Padua, 1999).

2.3.2. Les sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en C₁₅H₂₂ (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques.

Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature (Padua, 1999).

2.3.3. Les composés aromatiques

Les 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, Anisaldehydes, apiol, methyl-chavicol, mais aussi de celles du girofle de la muscade de l'estrageon, Eugénol, Myristicine. Cinnamaldéhydes, on retrouve également des composés en (C₆-C₁) comme la vanilline ou comme l'antramilate de méthyle (Bruneton, 1993).

2.3.4. Composés d'origine diverse

Les huiles essentielles peuvent contenir d'autres produits résultant de la dégradation d'acides gras comme : le (3Z)-hexen-1-ol et d'autres composés issus de la dégradation des terpènes comme les ionones. En outre, on peut rencontrer les composés azotés et soufrés, mais ils sont souvent rares dans les huiles essentielles (Selles, 2012).

3.3. Fonctions biologiques :

Les huiles essentielles permettent aux plantes de s'adapter à leur environnement et assurer leur ultime défense, elles jouent plusieurs rôles écologiques :

- Interaction plante-plante (inhibition de la germination et de la croissance).
- Interaction plante animale, pour leur protection contre les prédateurs (ORMENO, 2007; Fouche et *al*, 2008).

Selon Jamaledine, 2010 les huiles essentielles a source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques

2.5. Extractions des huiles essentielles :

Les étapes de l'extraction des huiles essentielles d'origine végétale restent identiques quelque soit le type d'extraction utilisé. Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation comme cela est explicité (Marie Elisabeth et Lucchesi, 2005)

2.5.1. Hydrodistillation :

Selon Hajji (1985) elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau. L'ensemble est porté à ébullition et l'opération est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage communément appelé cohobage. Lors de la distillation des huiles essentielles, plusieurs phénomènes sont à la base d'échanges de matière entre les phases solide, liquide et vapeur, d'où l'influence d'un grand nombre de paramètre sur la qualité et le rendement et la production.

2.5.2. Hydrodiffusion :

D'après Acquarone, et *al*, (1993) le terme hydrodiffusion est attribué au type de transport contrôlé par la polarité des constituants. Elle serait responsable de la vitesse relative de la distillation des différents composants aromatique dépendants d'avantage de leurs solubilités dans l'eau que de leur point d'ébullition. Si l'hydrodiffusion constituait l'étape limitant de l'hydrodistillation, alors l'ordre de sortie des composés serait dicté par leurs polarités et non par volatilités.

2.5.6. Extraction par solvants :

Raynaud (2006) souligne que l'extraction par solvants est une technique qui utilise des solvants comme l'hexane, le toluène ou les dérivés colorés. Le solvant est ensuite éliminé par distillation. Elle ne doit pas être employée si l'huile essentielle préparée est à usage thérapeutique, car il pourrait y rester des traces de solvant. Elle est parfois utilisée dans l'industrie des parfumes.

2.5.7. Hydrodistillation-Extraction simultanée :

Pollien et al.(1998) note que la distillation à la vapeur combine les avantages de l'hydrodistillation et l'extraction par solvant. L'hydrodistillation permet d'éviter l'extraction des composés non volatiles, et l'utilisation d'une faible quantité d'un solvant non miscible à l'eau facilite l'extraction organique des composés.

2.5.8. Expression :

C'est une technique utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes de la famille des Rutacées (citron, orange, mandarine, ainsi que la bergamote qui est issue d'un greffon de citron et de bigaradier). C'est une méthode assez simple qui consiste à briser mécaniquement (abrasion, compression, incision et perforation) les poches à essences (souvent au niveau de l'écorce ou le fruit) pour recueillir un mélange d'essences odorantes et l'eau (Anonyme, 2001).

3.6. Facteurs de variabilité des huiles essentielles

3.6.1. Origine botanique

La composition d'une huile essentielle varie selon l'espèce productrice (Padrini et Lucheroni, 1996b). Ainsi, il semble utile de souligner l'importance qu'il convient d'accorder à la nomenclature (Bruneton, 1999).

3.6.2 Cycle végétatif

Pour une plante donnée, la proportion des constituants d'une huile essentielle peut varier tout au long du développement. Des variations parfois très importantes sont couramment observées dans certaines espèces, par exemple, pour la coriandre, la teneur en linalol est de 50% plus élevée chez le fruit mur que chez le fruit vert. De ce fait, le choix d'une date de récolte s'impose (Bruneton, 1999).

3.7. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances très délicates et s'altèrent facilement, ce qui rend leur conservation difficile. Les risques de dégradation sont multiples : photoisomérisation, photocyclisation, coupure oxydative de propénylphénols, peroxydation des carbures et décomposition en cétones et alcools (limonène) (Bruneton, 1999). Ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté, à l'abri de la lumière et de la chaleur (Bruneton, 1999; Valnet, 1984).

3.8. Utilisation des huiles essentielles en tant que biopesticides

L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a mené à beaucoup de conséquences négatives ayant pour résultat l'attention croissante étant donnée aux produits naturels (Isman, 2005,2006). Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (Shaaya et al., 1997).

3.8.1. Activité insecticide :

La plupart des types de plantes médicinales contiennent des composés qui inhibent la croissance des insectes (Laznik et al 2010), et de nombreux types d'huiles ont des propriétés toxiques et mortelles pour les pucerons (Hori , 1999a ; Kassimi et al., 2011) et influents sur la capacité de reproduction de ces insectes (Tomova et al., 2005), qui repousse les insectes, et c'est un inhibiteur de l'alimentation, affectant sa croissance et son développement, sa fertilité et sa reproduction (Chiasson et Beloin 2007)

Les huiles essentielles des plantes appartenant aux genres *Chenopodium*, *Eucalyptus* ont témoigné de leur efficacité insecticide, la poudre de *Chenopodium ambrosioides* était testée sur six ravageurs de denrées stockées (*Callosobruchus maculatus*, *C.chinensis*, *Acanthoscelides obtectus*, *sitophilus granarius*, *S.zeamais* et *Prostephanus truncatus*) une concentration de 0,4% provoqua la mortalité de plus de 60% des bruches après deux jours de traitements (Tapondjou et al., 2002).

Ces pesticides naturels se sont répandus ces dernières années, en particulier *Azadirachta indica* (Azadactin), qui a montré une grande efficacité pour éliminer les pucerons et de nombreux à partir d'autres insectes (Isman, 1997).

D'autres pesticides naturels comme l'HE de graines de colza, sont également apparus, qui ont donné une efficacité égale à celle des pesticides chimiques lorsqu'ils sont utilisés

contre les populations du puceron *Aphis gossypii* (Fayalo et al., 2014). D'un autre côté, Abbas et al. (2013) a montré que le mélange d'huile de maïs et d'huile de romarin a donné des résultats efficaces sur *Myzus persicae* et c'est donc considéré comme une alternative.

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.

3.8.2. Activité acaricide :

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, en addition, 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 ou d'un composé 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).

Tedonkeng et al., en 2004, avaient étudié la composition chimique et l'action acaricide des huiles essentielles issues des feuilles de *Chromolaena odorata* et *Eucalyptus saligna* sur la tique de la chèvre naine de Guinée *Rhipicephalus lunulatus* (Neumann) dans ces essais, l'augmentation des doses engendrait celle des mortalités estimées à la plus faible dose (0,08 ml/cm²) à 60% pour *E. saligna* et 77,5% pour *C. odorata* après huit jours d'exposition au traitement.

3.8.3. Activité fongicide :

Les huiles essentielles ont également des propriétés fongicides (Mahadevan, 1982) et très efficaces contre les moisissures responsables de la détérioration des denrées alimentaires lors de leurs stockages (Mejholm et Dalgaard, 2002).

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

3.8.4. Activité bactéricide :

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.

3.9. D'autres domaines d'utilisation des huiles essentielles :

3.9.1. Désinfection de l'air :

Les huiles essentielles sont composées d'un grand nombre de molécules volatiles, en diffusion dans l'atmosphère, ou diluées dans les produits de nettoyage.

Elles désinfectent, désodorisent et parfument agréablement et naturellement l'air en éliminant 90% du pouvoir bactérien. Cette pratique est utile en particulier dans le milieu hospitalier, comme elle peut être utilisée également pour l'assainissement de l'atmosphère des locaux tels que la conservation du patrimoine bibliographique des musées et des archives (De Billerbeck, 2002), ou pour traiter la qualité de l'air dans les bâtiments (Pibiri et Seigniez, 2001).

3.9.2 Agroalimentaire :

Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour préserver les aliments (Bekhechi, 2008). Ainsi, les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires, sont également connus pour posséder des activités antioxydantes et antimicrobiennes sur plusieurs bactéries responsables de la pollution des aliments et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires (Kim *et al.*, 1995).

L'origan, le thym, la sauge, le romarin, les clous de girofle sont des plantes aromatiques fréquemment utilisés comme ingrédients alimentaires. Les huiles essentielles de ces plantes ont toutes une particularité commune : elles sont riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne. Le carvacrol est reconnu comme étant l'un des composés non toxiques le plus actif de tous. Il est utilisé comme agent de conservation et aussi comme arôme alimentaire dans les boissons, friandises et autres préparations (Zambonelli *et al.*, 2004).

Les huiles essentielles extraites des feuilles des plantes aromatiques ont également révélé des propriétés insecticides très intéressantes contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires (Tapondjou *et al.*, 2003 ; Kellouche, 2005).

3.9.3. Traitement de quelques maladies :

Les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques, ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques pour guérir, atténuer ou prévenir les maladies et les infections, notamment les infections respiratoires (Buchbauer et Jirovetz, 1994).

Les huiles essentielles sont utilisées en milieu clinique pour soigner des maladies inflammatoires telles que les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite et ainsi pour traiter certaines maladies internes et externes ; infections d'origine bactérienne ou virale, troubles humoraux ou nerveux (Maruyama 2005).

Plusieurs études ont, par exemple, mis en évidence l'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* (Koh *et al.*, 2002; Caldefie-Chézet *et al.*, 2006)

Partie expérimentale

Chapitre I. Matériels et méthode

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire d'entomologie et protection des végétaux d'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie de Touggourt., dans un intervalle de temps entre 26 Janvier et 10 Mars 2020

I-1. Description de la région d'étude

Le choix des stations d'échantillonnage, lieu de prélèvement des espèces étudiées, est basé sur la présence et l'accessibilité à cette espèce et selon les moyens mis à notre disposition. Trois stations ont été choisies pour la récolte des échantillons Oued souf, Tébessa et Constantine.

Tableaux 07 : présentation géographique de trois région étudiés:

Région	climat	Latitude	Longitude	Altitude	Référence
Constantine	Subhumide	36°19' N	6°37' E	713 m	Meziane et al (2012)
Tébessa	Semi-aride	35°20' N	8°6' E	960 m	Bouabida et <i>al</i> (2012)
Oued souf	saharien	33°34'N	6° 8 E	70 m	Voisin,(2004);(Beggas,1992) (ANDI, 2014)

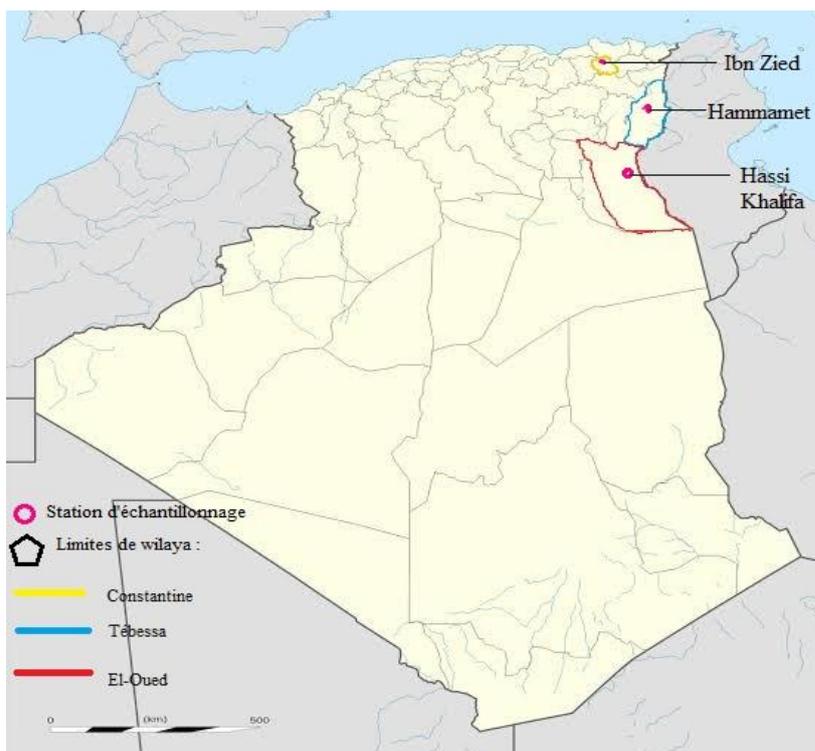


Figure (13): Localisation des région d'étude m.wikipedia.org (Modifié)

I-2. Matériel végétal

I-2.1. Récolte

La plante *Rosmarinus officinalis* utilisée dans la présente étude a été récoltée durant les mois de décembre (2019) et au début février 2020, avant le stade de floraison de la plante. La cueillette a concerné les parties aériennes de la plante, à savoir les tiges et les feuilles. Cette espèce végétale a été collectée tôt le matin, d'une façon aléatoire au niveau de la région de Ibn Zied située au Nord-Est de la wilaya de Constantine, région Hammamet wilaya Tébessa et de la région (Hassi Khalifa,) wilaya de Oued Souf (Fig14).



Figure (14) : partie aérien du *Rosmarinus officinalis* de Tébessa, Constantine et Oued Souf (Originale 2020)

I-2.2. Séchage et conservation

Après la cueillette, et durant le même jour, les parties de la plante récoltées ont subi un Puis étale sur du papier et mis à sécher dans un endroit aéré, sec, ombragé et à température ambiante parce que l'exposer au soleil peut lui faire perdre certaines de ses propriétés (Ticli ,1997). Cette opération pendant une période d'une vingtaine de jours. Afin d'obtenir des plants bien sécher, ces derniers ont été découpé en petits morceaux, chaque partie de la plante (feuilles, tige) ont été conservée dans des sacs en papiers jusqu'au moment de l'extraction d'après figure (15)



Figure (15) : Opération de Séchage conservation *Rosmarinus officinalis* (Originale 2020)

I-.2.3. Méthodes Extraction

L'extraction des huiles essentielles des espèces *Rosmarinus officianis* étudiées a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (Figure16).

Hydrodistillation se base sur le pouvoir que possède la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles.



Figure (16) : les composés de Clevenger (originale 2020)

Lorsque la distillation de l'eau dépend de la capacité de la vapeur d'eau à transporter l'huile essentielle de la plante, L'opération consiste à introduire 100 g de matériel végétal (tiges, feuilles) Coupez la plante en petits morceaux, ces derniers de masse connue (100g)

sont placés dans les chauffe ballon (capacité 02 litres) avec 1L de l'eau distillée (Amarti et *al*; 2010 , Boughendjioua ; 2017)

Sous l'influence d'une source thermique, l'eau distillée bout et s'évapore, transportant l'huile essentielle avec elle et elle voyage à travers un tube qui passe à travers un dispositif de refroidissement qui provoque la condensation de la vapeur d'eau saturée en huile, formant de petites gouttelettes qui s'accumulent dans un tube dedans eau distillée, en raison de la différence entre la densité de l'eau distillée et de l'huile essentielle, l'huile reste flottante au-dessus de la surface de l'eau distillée.

Le processus de distillation prend jusqu'à 03 heures après l'ébullition de l'eau distillée (Guetat et *al*, 2014 ; Bourkhiss et *al*, 2007 ; Okoh et *al*; 2011)

L'huile essentielle est collectée dans une bouteille en verre opaque. Conserver le flacon à l'abri de la lumière et à une température comprise à +4°C (René Degnon.G,2016; Fadil et *al*,2015) pour éviter toute dégradation des molécules par la lumière il est ensuite conservé dans le réfrigérateur pour une utilisation ultérieure (fig 17).

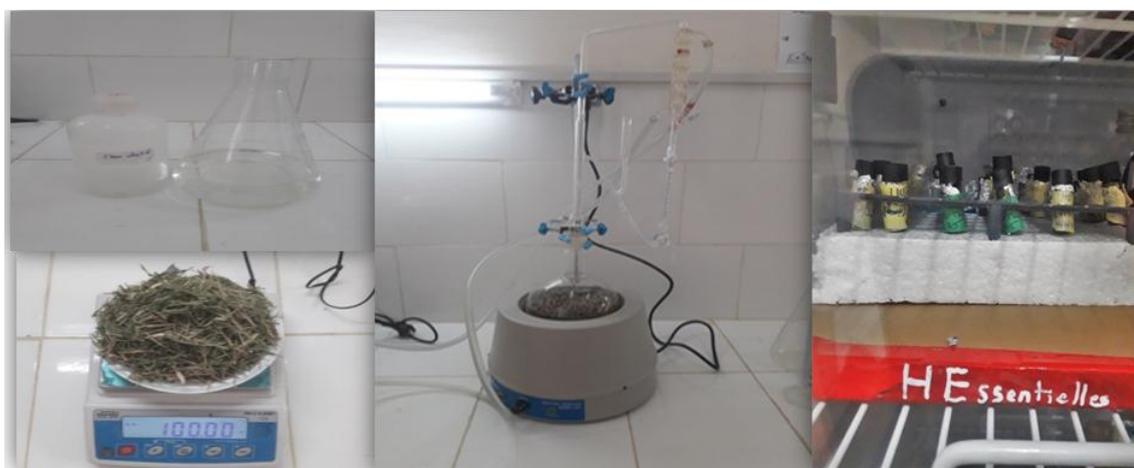


Figure (17) : montage d'extraction de l'huile essentiel (Originale 2020)

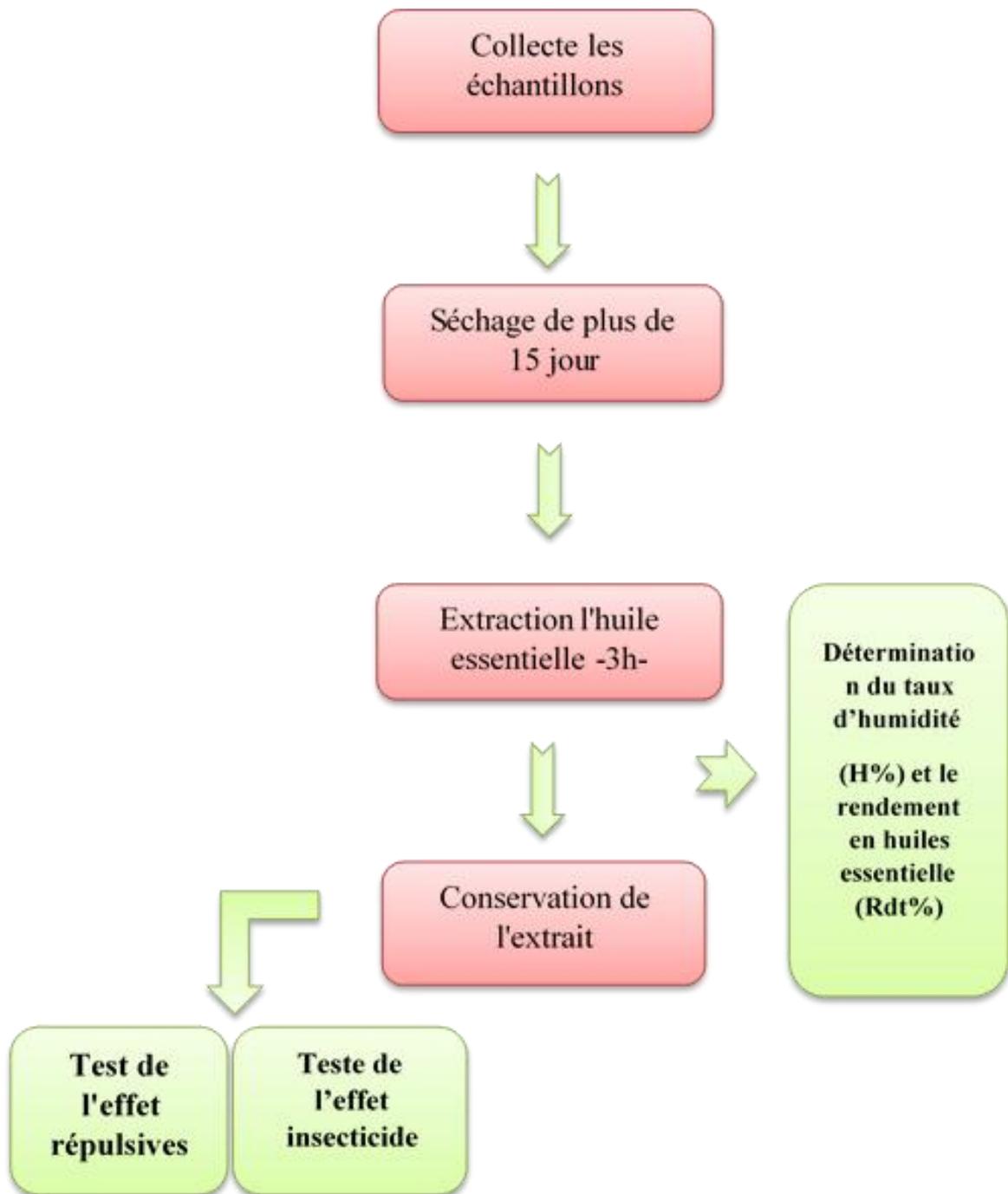


Figure (18) : Schéma représentatif du protocole de l'extraction

I-3. Matériel animal

- **Méthode d'élevage :**

Chaque jour, des échantillons sont prélevés le matin dans les colonies du champ d'orge cultivé dans la station, les échantillons sont prélevés au hasard, après cela nous nous séparons les individus adultes les uns des autres et élevant ces derniers en laboratoire dans des conditions de surveillance ceci afin d'obtenir de nouveaux petits individus (larve) et de les

suivre afin de déterminer les étapes de leur cycle de vie et de connaître l'âge des individus à application des tests .

L'identification de espèce utilisée dans la présente étude a été faite à l'aide des clés de détermination Claude et *al.*(2002) ; Blakmen et Eastop (1994) et Helmut et Richard (2017), ce espèce ont été confirmée par l'entomologue Mr. DEHLIZ Abderrahmène (docteur en protection des végétaux; entomologie)

- **Paramètres de laboratoire**

Deux lampes de 400 W, reliées à une minuterie, assurent une photopériode journalière de 16 h de lumière et 8 h d'obscurité.

A l'aide du bain d'huile , La température est réglée sur (20; 25°C) (McCornack et *al.* 2004; Ragsdale et *al.* 2004) , et le taux d'humidité relative de la pièce entre 66 et 68% Bonnemaïson (1950) in Benoufella-Kitous (2005) et surveillance quotidienne avec thermomètre et hygromètre.

Nous avons préparée des boites de pétri de 9 cm de diamètre et de 2 cm de hauteurs et le couvercle de chaque boite a été troué et recouvert par la suite avec de la toile pour assurer l'entrée d'air et l'utilisation de coton humide pour garder l'endroit humide et changer les feuilles chaque jour pour éviter que des individus ne meurent et bien fermé avec parafilm (fig.19)



Figure (19) : L'élevage de *Rhopalosiphum maidis* (Originale 2020)

I-4. Détermination du taux d'humidité (H%)

Le contenu en humidité de plante a été déterminé par le procédé de séchage à l'étuve (Twidwell et al, 2002 ; Simpson 1999).

Le pourcentage du poids d'eau est exprimé par rapport au poids initial selon la formule suivante (Anonyme b, 2005) :

$$H\% = \frac{M1-M2}{M1} \times 100$$

Avec :

- M1 : masse de la plante à l'état frais.
- M2 : masse de la plante à l'état sec.

I-5. Détermination du rendement en huile essentielle (Rdt%)

Cette opération est suivie par le calcul des rendements effectué selon la norme AFNOR (1986):

$$Rdt = V/M \times 100$$

Avec :

Rdt (%) : rendement en huile essentielle en (ml/g).

V : Masse d'huile essentielle en gramme.

M : Masse de la plante en gramme.

I-6. Taux de mortalité :

Le taux de mortalité (%) est déterminé pour chaque traitement après 24h, 48h, 72h, 7j de la pulvérisation. Afin d'écartier tous les risques de mortalité naturelle nous avons calculé la mortalité corrigée selon la formule (d'Abott ,1925).

$$Mc\% = [(M0\% - MT\%) / (100-MT\%)] \times 100$$

Mc% : Mortalité corrigée.

M0% : Mortalité observée après pulvérisation.

Mt% : Mortalité observée dans le témoin.

I-7. Détermination de la DL50

La dose létale pour 50% de la population d'insectes DL50 est calculée par la méthode des probits (Finney, 1971). Les pourcentages de mortalité sont transformés en probits, la régression du logarithme de la dose en fonction des probits des mortalités à l'aide d'Excel 2007 a permis de déterminer la DL50 pour chaque huiles essentielles.

I-8. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle de *de Rosmarinus officinalis* sur *Rhopalosiphum maidis*:

Ce test consiste à étudier l'effet des huiles essentielles de même plante des régions déférent sur le taux de mortalité des adultes *Rhopalosiphum maidis*

Après avoir élevé des pucerons et suivi leurs petits jusqu'à l'âge adulte, nous avons un nombre suffisant des adultes avec un âge connu afin d'appliquer des tests, l'âge des individus entre 7 et 11 jours dans tous les tests.

Nous préparé les boite avec coton humide et papie généque et des fragment des feuilles saine sont déposée pour permettre le bon développement des insectes durant de la période d'observation (fig 20) .



Figure (20) : Préparation des boîtes de pétri et les feuille pour l'essai (Originale 2020)

Nous avons choisis trois concentrations à tester après dilution dans l'acétone. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose. Nous avons utilisé le l'acétone comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide (fig 21).

- 50 μ l d'extrait végétal + 4 ml de l'acétone
- 100 μ ld'extrait végétal + 4 ml de l'acétone
- 200 μ ld'extrait végétal + 4 ml de l'acétone
- 4ml de l'acétone témoin

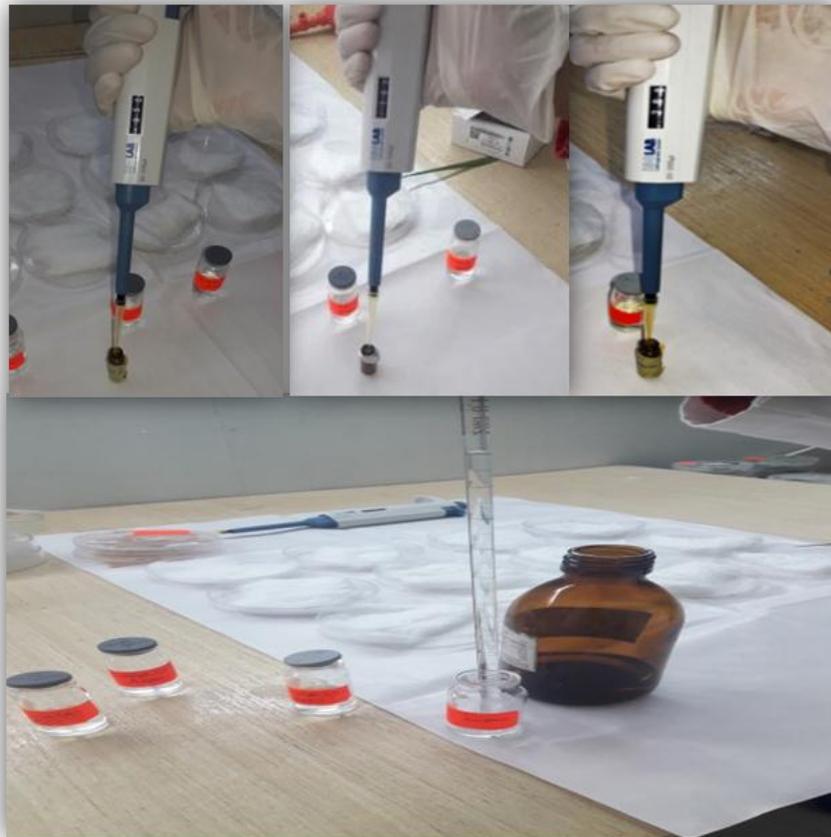


Figure (21): Préparation des doses de traitement pour chaque huile essentielle (Originale 2020)

Après avoir attendu encore 4min jusqu'à ce que la solution s'évapore des feuille nous les mettons dans les boites .Quinze (15) pucerons adultes sont déposés dans chaque boite et bien fermer avec parafilm pour s'assurer qu'ils ne sortent pas (fig 22).

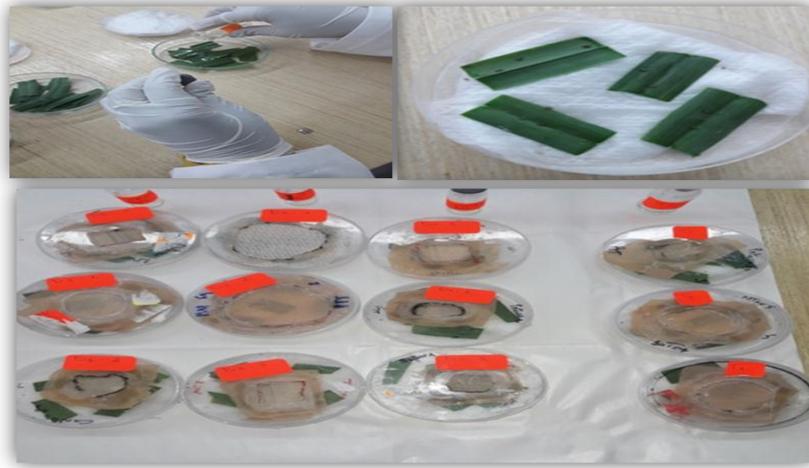


Figure (22): Application des doses et dispositif expérimental du test de toxicité de l'huile essentielle du romarin (Original 2020)

I-9. Test de répulsives sur les adultes de *Rhopalosiphum maidis*:

- Découpage en deux parties égales un disque de papier filtre de 10 cm de diamètre.
- Préparation de trois doses différentes de 2, 4 et 12 μ l dans 2ml d'acétone pour
- chaque dose avec trois répétition
- Pour chaque test un demi-disque est traité avec 0,5 ml de dose d'huile essentielle diluée dans l'acétone et le deuxième 0,5 ml de l'acétone seulement.

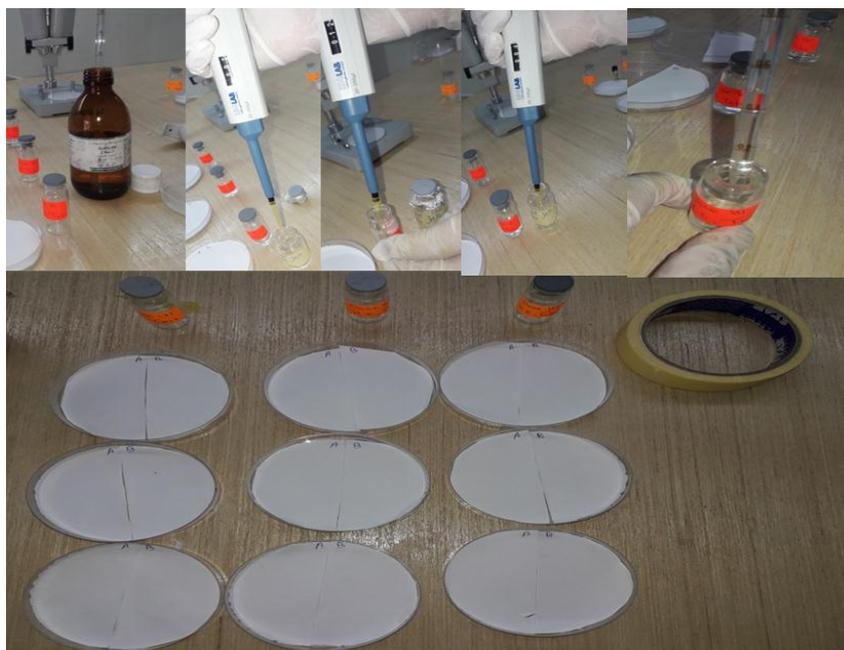


Figure (23): préparation les doses et appliqué sur papier filtre (original 2020)

- Après évaporation du solvant, nous rassemblons les deux parties traitée et non traitée par une bande adhésive et nous les plaçons dans une boîte de pétri (fig 24).
- 15 pucerons adultes sont ensuite déposés au centre de la boîte et bien fermé avec parafilm.

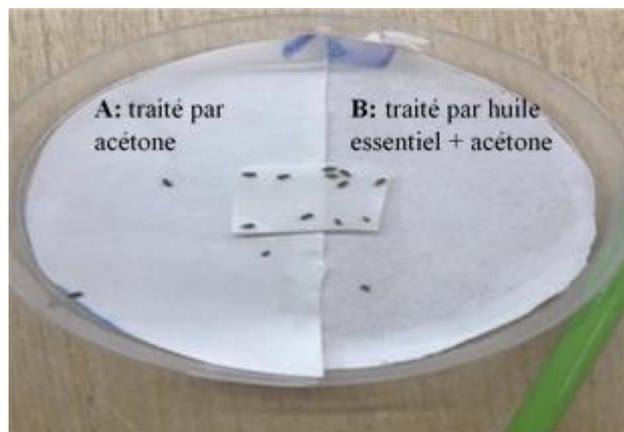


Figure (24) : Dispositif expérimental du test de répulsivité (Originale, 2020)

- Après deux heures de teste nous avons comptons le nombre des puceron présents sur la partie du disque traitée avec l'huile essentielle et le nombre d'individus présents sur la partie traitée uniquement avec l'acétone.
- Le pourcentage de répulsion (PR) est calculé comme suit

$$PR (\%) = [(Nc - Nt)] / [(Nc + Nt)] \times 100$$

Nc : nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité avec l'acétone uniquement.

Nt : nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité avec la solution huileuse.

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives, selon le classement de Mc Donald et *al.*, (1970) qui sont indiqués dans le tableau ()

Tableau 08: Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et *al.*, (1970)

Classe	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	PRd0 ,1%	faiblement répulsif
Classe I	0,1%<PRd20%	Faiblement répulsif
Classe II	20%<PRd40%	Modérément répulsif
Classe III	40%<PRd60%	Moyennement répulsif
Classe IV	60%<PRd80%	Répulsif

Classe V	80 % <PRd100%	Très répulsif
----------	---------------	----------------------

I-10. Analyses statistiques :

Les données obtenues dans la présente étude ont été exploitées statistiquement à l'aide d'un logiciel SPSS (v20). Concernant l'effet insecticide des huiles essentielles testées, une comparaison des moyennes a été effectuée en utilisant le test de KRUSKEL-WALLIS alors que le test FRIDMEN est réalisé afin de voir l'effet de ces huiles sur le puceron en fonction des jours (temps).

Chapitr II. Résultats et Discussion

I- Résultats

1. Cycle de vie :

1.1. Morphologie de *Rhopalosiphum maidis* :

1.1.1. Aptère :

C'est allongé ; vert bleuté avec tête, antennes courts, pattes, cornicules et cauda sombres
la taill : 1,3 à 2,9 mm.

- 1) Système buccale (piqueur –suceur)
- 2) Les pieds.
- 3) Front avec un tubercule médian prononcé
- 4) Cornicules sombres, courtes (à peine plus longue que la cauda) avec une constriction peu marquée.
- 5) Cauda courte et sombre.
- 6) Antennes courtes (inférieures à la moitié du corps), caractérisées par un fouet court



Figure (25) : Morphologie de *Rhopalosiphum maidis* – Aptère – (original 2020)

1.1.2. Ailé

Il dispose d'un corps allongé, vert foncé avec des sclérites marginaux noirs, antennes courtes égales à la moitié du corps, fouet court, cornicules courtes, foncées avec une légère constriction à l'extrémité, cauda courte et foncée (fig 26).



Figure (26) : *Rhopalosiphum maidis* - Alié - (original 2020)

1.2 Les stades et cycle vie :

Pour mieux tester et déterminer l'effet de l'huile essentielle sur le puceron céréale *Rhopalosiphum maidis* il est important de connaître et d'étudier leur cycle de développement, dans les conditions écologiques bien définies, nous avons pu déterminer tous les stades (fig 27) :

L1: larve transparente très petite

L2: larve plus grande que L1, extrémités claires, cauda commence à apparaître

L3: antennes plus longues, et cauda apparaissent plus que L2 et la couleur de corps clair

L4: cauda plus sombre et la taille plus grande

N3 et N4: c'est le même caractère de L3, L4 mais avec ébauches alaires

VA: adulte aptère

VL: adulte ailé

F.A: aussi nommé manchons alaire, désigne les bourgeons des ailes visibles sur la larve à un stade de développement avancé.

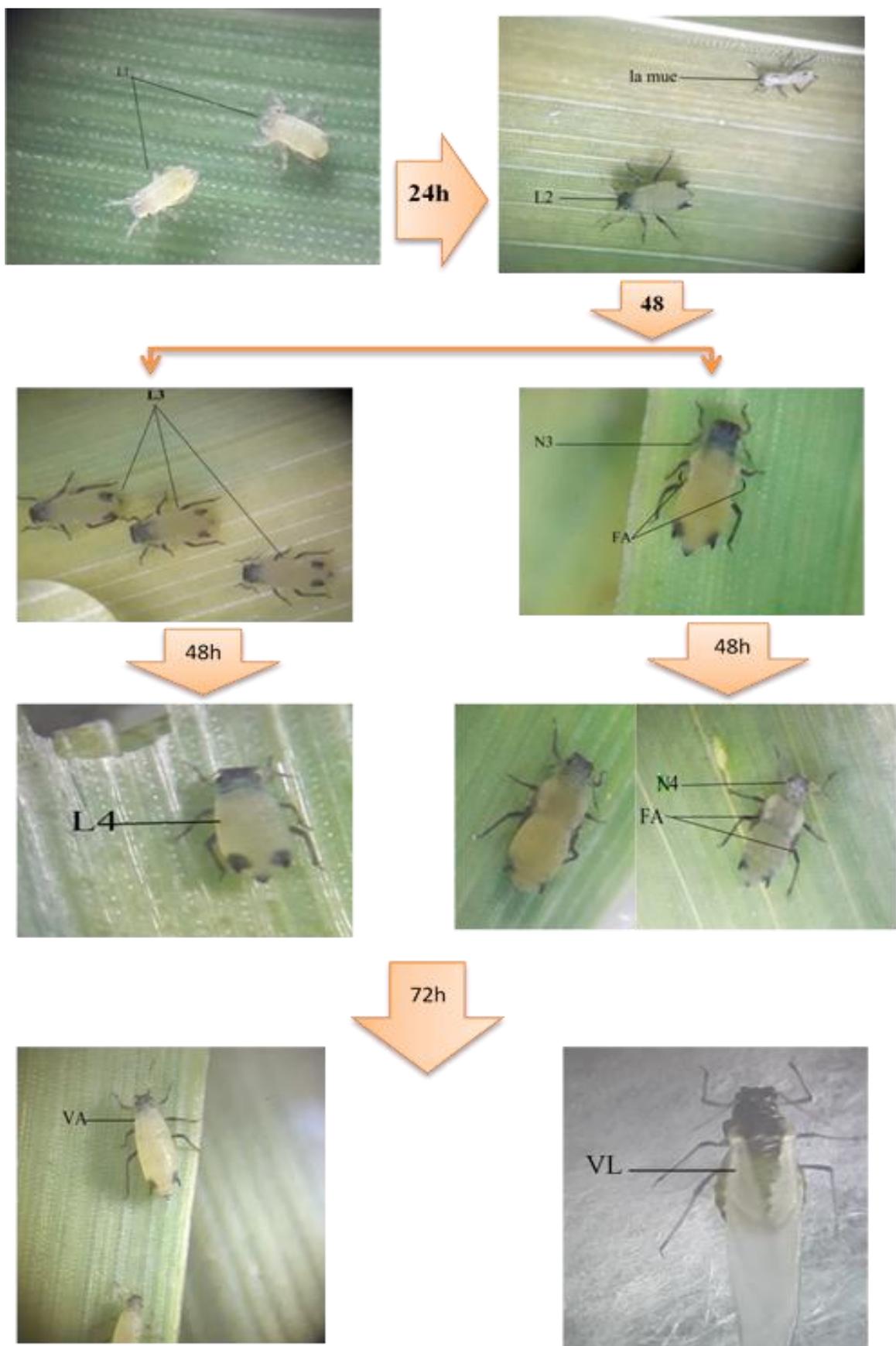


Figure (27) : les stades de croissance de *Rhopalosiphum maidis* (original 2020)

La durée du cycle de développement ; de larve à l'adulte est en moyenne de 8 jours mais quelque individus devient adulte à 5 à 7 jour comme il a dit Ragsdale et *al.* (2007) sous des conditions optimales de température en champ, les densités de population de puceron du soya peuvent doubler en seulement 6,8 jours et El-Ibrashy et *al.*, 1972 les populations de ce puceron augmente sur des pousses d'orge âgées de 5 jours à la température est optimale (30°C).

- On remarque d'un stade à l'autre nous trouvons la mue de puceron selon Dedryver, (1982) le passage des par ces stades successifs en se débarrassant de l'exosquelette



Figure (28): Représentés le *R. maidis* passant en L3 avec abandon la mue (original 2020)

2. Taux d'humidité H (%) *Rosmarinus officinalis* de :

Les résultats l'étude de taux d'humidité, des rameaux et feuilles fraîches d'espèce *Rosmarinus officinalis* montrent une différence. Le Taux d'humidité de *R.officinalis* de la région d'Oued Souf est très faible (48%) en comparaison avec le taux d'humidité (60%) de la même espèce récoltée dans la région de Tébessa et Constantine qui présentent un taux d'humidité élevé (70%) (Fig 29, 30 et 31)

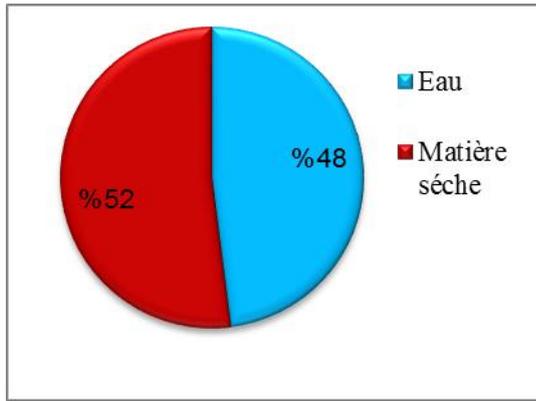
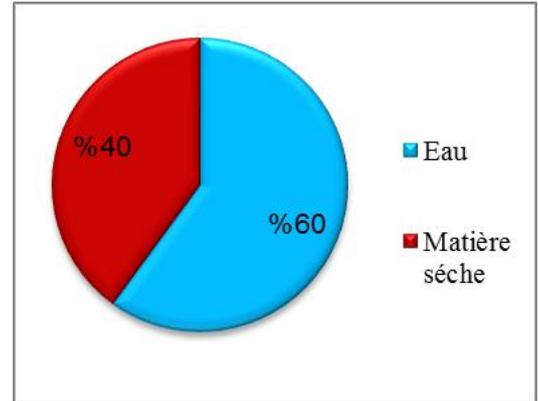


Figure (29): Taux d'humidité H (%) de *Rosmarinus officinalis* de Oued Souf



Figure(30): Taux d'humidité H (%) de *Rosmarinus officinalis* de Tébessa

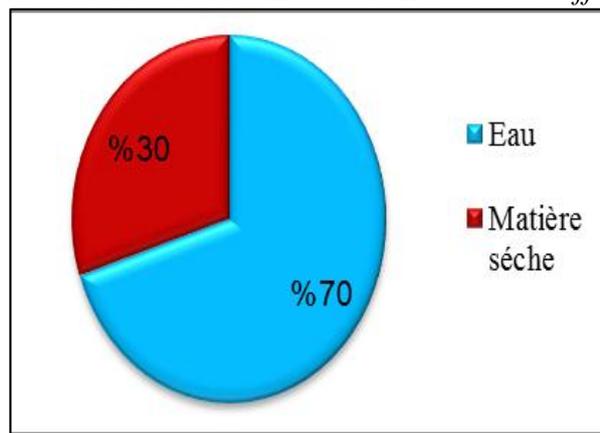


Figure (31): Taux d'humidité H (%) de *Rosmarinus officinalis* de Constantine

3. Rendement en huiles essentielles :

Les extractions par hydrodistillation des parties aériennes de *Rosmarinus officinalis* ont fourni des huiles essentielles ayant des colorations jaune claire (Figure 32) (tableau 09).

Les rendements en huiles essentielles d'espèce étudiée, du *Rosmarinus officinalis* sont variés selon la région.

- Pour *Rosmarinus officinalis* de région Constantine, le rendement en huile essentielle est de 0,6%
- Pour *Rosmarinus officinalis* de région Tébessa, la teneur en huile essentielle est de 1,5%
- Pour les parties aériennes de *Rosmarinus officinalis* de Oued souf, le rendement est de 0,4%.



Figure (32) : l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (Originale 2020)

Tableau 09 : Rendement en huiles essentielles obtenus des trois plantes aromatiques

Plante	Masse introduite (g)	Durée d'extraction (mn)	Volume de l'huile végétale récupéré (ml)	Rendement(%)	La couleur et l'odeur
<i>R. officinalis</i> de Constantine	100	min180	0.6 ml	0.6%	Jaune clair l'odeur aromatique, comphor
<i>R. officinalis</i> de Tébessa	100	min180	1.5 ml	1.5%	Jaune clair l'odeur aromatique, comphor
<i>R. officinalis</i> de Oued souf	100	min180	0.4 ml	0.4%	Jaune clair l'odeur aromatique, comphor

Les rendements d'HE *Rosmarinus officinalis*, de région de Tébessa station Hammamet sont les plus élève avec une moyenne de 1,5%, tandis que le rendement d'HE de région Hassi Khalifa est le plus faible avec une valeur de 0,4 %.

4. Evaluation de l'effet insecticide des différentes concentrations de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* sur *Rhopalosiphum maidis*:

Le dénombrement d'insectes morts d'un effet de l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis*, a permis de dresser le tableau mentionné en annexe (I), l'inventaire de la mortalité a été suivi chaque 24 h, et pendant 06 jours.



Figure (33) : Pucerons "*Rhopalosiphum maidis*" morts après traitement (Originale,2020)

Les figure (34,35,36) représenté les moyens de mortalité de trois l'huiles en fonction de temps

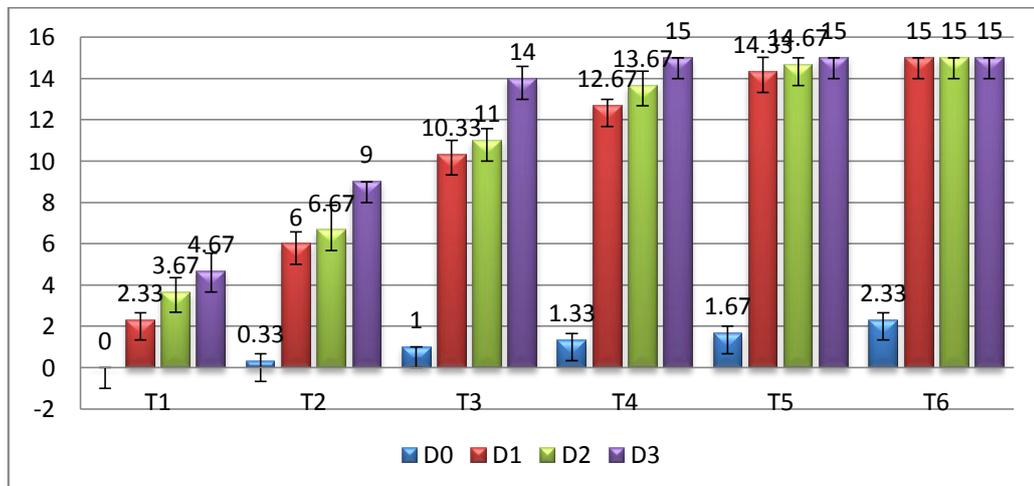
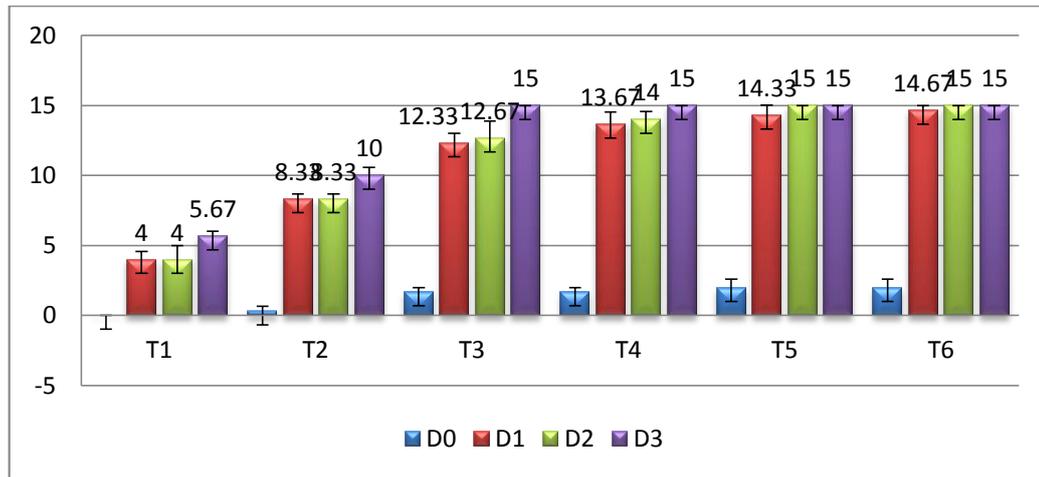


Figure (34) : l'effet insecticide l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis de* Oued souf sur *R.maidis*

La figure (34), l'activité insecticide de l'huile essentielle testées à une efficacité plus importante par rapport au témoin, dont il augmente proportionnellement les concentrations et le temps avec celle-ci, en montrant dans le dernier jour de traitement le témoin = 2.33 ± 0.33 ; alors que nous avons remarqué la mort de tous les individus traités $D1, D2, D3 = 15 \pm 0$



Figure(35) :l'effet insecticide l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de Tébessa sur *R.maidis*

Les résultats obtenus montrent une diminution considérable du nombre des individus pour toutes les doses testés. En effet, la moyen de de mortalité enregistré pour sixième jour D1= 14.67 ± 0.33 avec D2, D3= 15 ± 0 pendant que le témoin = 2 ± 0.58

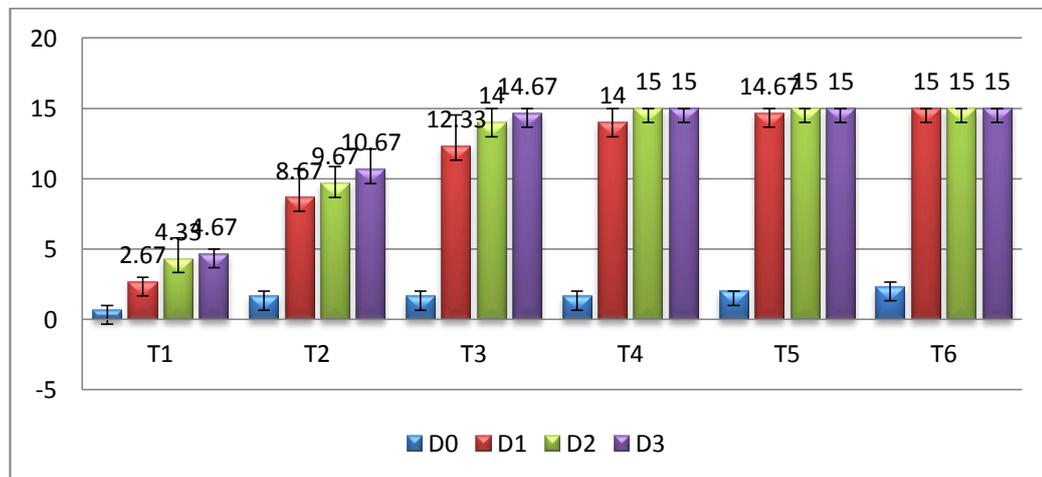
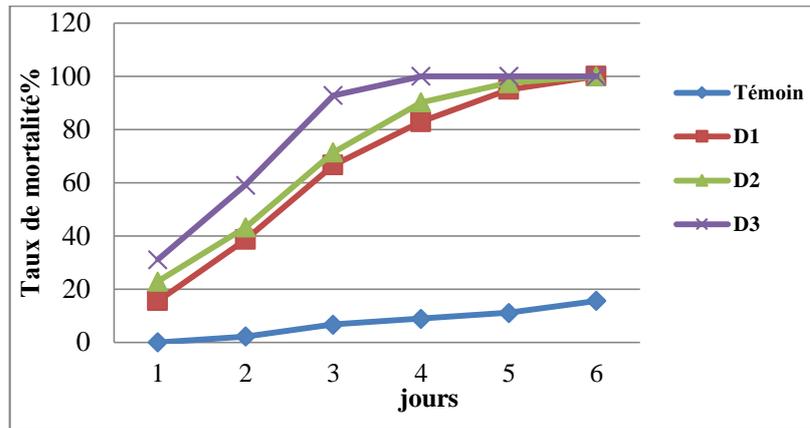


Figure (36) : l'effet insecticide l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de Constantine sur *R.maidis*

D'après la figure (36) ci-dessous, nous remarquons que les moyen de mortalité varient et lié avec le temps et les dose, Les résultats l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de dernier jour ont montré que les moyenne de mortalité enregistré avec les D1, D2 et D3 (15 ± 0) sont plus important que celui enregistré avec le témoin= 2.33 ± 0.33

Les résultats des taux de mortalités cumulées des adultes *R. maidis* traités par de l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis* de trois région déferant, sont représentés sur les figures (37 ; 38,39).

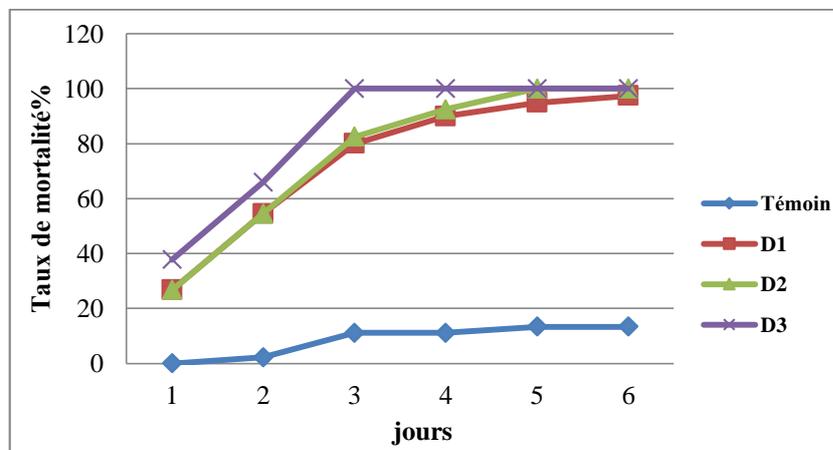


Figure(37): Evolution de taux de mortalité du *Rhopalosiphum maidis* après traitement par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de Oued souf

On remarque que les mortalités sont significativement supérieures chez les pucerons traités par romarin par rapport au témoin. On constate que la première dose D1 (50 μ l) provoque un taux de mortalité de plus 10% pendant le premier jour, tandis que les doses D2 et D3 ont montré de mortalité plus élevée 24.46 %, 31.13% respectivement, les taux de mortalités des pucerons traités évoluent en fonction du temps et de la dose de l'huile.,

L'effet de l'huile essentielle de El-Oued a été important. Cette efficacité est soutenue par deux études statistiques significatives ($p < 0.05$) en utilisant Kruskal-Wallis où: $F(3) 9.17$, $P=0.037$; $F(3) 8.88$, $P=0.031$; $F(3) 9.734$, $P=0.021$; $F(3) 9.644$, $P=0.022$; $F(3) 8.639$, $P=0.035$; $F(3) 10.80$, $P=0.013$

Et Fridement avec : Témoin ($\chi^2(5) = 13.55$, $p=0.019 < 0.05$) ; D1 ($\chi^2(5) = 14.903$, $p=0.011 < 0.05$); D2 ($\chi^2(5) = 14.600$, $p=0.012 < 0.05$) ; D3 ($\chi^2(5) = 14.31$, $p=0.014 < 0.05$)



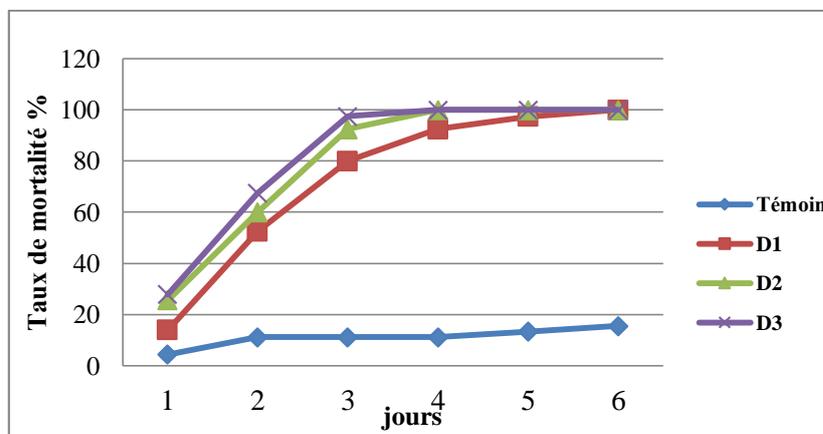
Figure(38) : Evolution de taux de mortalité du *Rhopalosiphum maidis* après traitement par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de Tébessa

La figure(38) représente l'effet de l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis de* Tébessa sur la mortalité des adultes *R. maidis*, les résultats ont montré que la mortalité a démarré dès le premier jour.

Cependant, on note que la première la deuxième dose (D1 ,D2) a montré le même taux de mortalité 26.67% alors que la dose trois D3 a enregistré un taux de mortalité plus élevé 38.4 %

On remarque également que le taux de mortalité est lié aux concentrations de l'huile essentielle et au temps, cette remarquable affirmé par les tests d'études statistiques significatives ($p < 0.05$) en utilisant le test de Kruskal-Wallis où: $F(3) 8.23$, $P=0.041$; $F(3) 9.17$, $P=0.027$; $F(3) 8.82$, $P=0.032$; $F(3)$, $P=0.041$ respectivement pour 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} jours ; et $F(3) 9.31$, $P=0.025$ pour 5^{ème} et 6^{ème} des jour

Et test de Fridement : **Témoin** ($\chi^2(5) = 13.889$, $p=0.016 < 0.05$) ; **D1** ($\chi^2(5) = 14.600$, $p=0.012 < 0.05$) ; **D2** ($\chi^2(5) = 14.032$, $p=0.015 < 0.05$) ; **D3** ($\chi^2(5) = 15.00$, $p=0.010 < 0.05$)



Figure(39) : Evolution de taux de mortalité du *Rhopalosiphum maidis* après traitement par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis de* Constantine

D'après la figure (39) l'évolution de taux de mortalité montre un effet progressif des trois doses utilisées s'étalant sur une période après traitement de 24h à 6jour.

Les différentes doses du l'huile essentiel de plante testée exercent un effet l'un de l'autre.

On remarque que les mortalités démarrent d'une manière massive au niveau de l'ensemble des lots excepté dans le lot témoin dès le premier jour du traitement. , les résultats d'après 24 heur enregistré 13.96% , 25.54%, 27.91% , respectivement pour les doses D1, D2 et D3 mais par comparaison avec témoin la mortalité au troisième jour est plus important par rapport au première et deuxième jour ; et plus temps et la concentration de

l'huile essentielle augmente , plus la mortalité devient importante, ceci est confirmé avec les analyses statistiques; les deux teste qui ont montré que les résultats sont significatifs ($p < 0.05$) avec : test Kruskal -Wallis: F(3) 8.32 , $P=0.04$; F(3) 9.358 , $P=0.025$; F(3) 10.800 , $P=0.013$; F(3) 10.800 , $P=0.013$ respectivement pour 3^{ème},4^{ème},5^{ème} et 6^{ème} jour tandis que 1^{ère} et 2^{ème} jour n'est pas significatif F(3) 6.59, $P=0.08 > 0.05$

Et test de Fridement : Témoin ($\chi^2(5) = 12.377$, $p=0.030 < 0.05$) ; **D1**($\chi^2(5) = 13.901$, $p=0.016 < 0.05$) ; **D2**($\chi^2(5) = 14.26$, $p=0.014 < 0.05$) ; **D3**($\chi^2(5) = 14.28$, $p=0.014 < 0.05$)

La comparaison des trois huiles de romarins par test Kruskal –Wallis de premier et dernier jour classé les trois dose (D1,D2,D3) dans un même groupe homogène (annexe II), tandis que *Rosmarinus officinalis* de Constantine dans premier et même deuxième jour est classé les dose avec témoin dans même groupe homogène.

5. Détermination de la DL50

La droite de régression tracée représente le logarithme des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigée en probit pour la détermination de la DL50 (Figure 40,41,42).

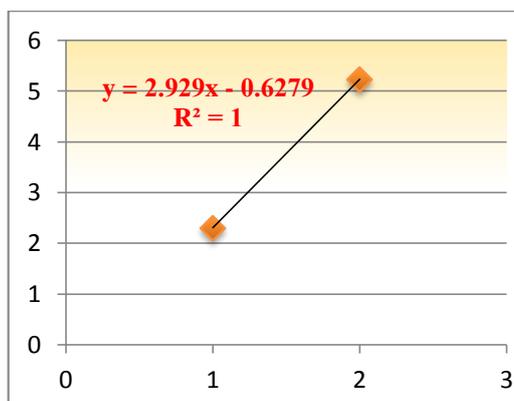
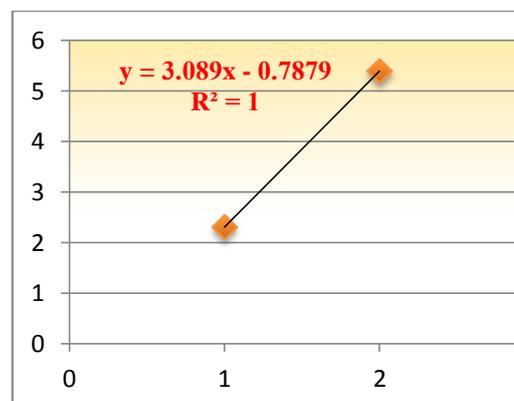


Figure (40) : la DL50 de l'huile essentielle de EL-Oued après 48h de traitement



Figure(41): la DL50 de l'huile essentielle de Tébessa après 48h de traitement

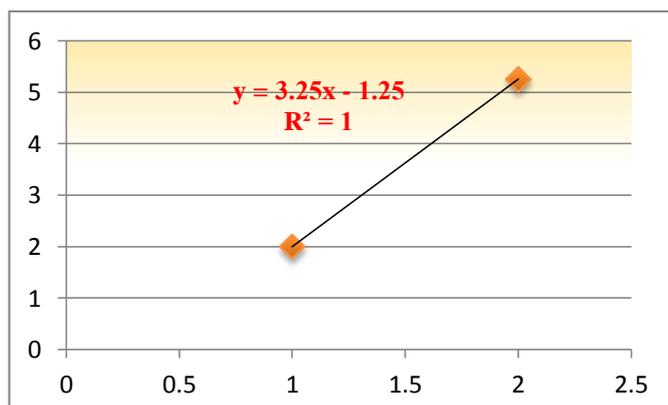


Figure (42) : la DL50 de l'huile essentielle de Constantine après 48h de traitement

La dose létales **DL50** de l'huile essentielle de Oued Souf, Tébessa et Constantine ont été déterminées à partir de l'équations de régression suivant:

$$\text{Oued souf} \rightarrow y= 2,929x-0,6279 \quad R^2=1$$

$$\text{Tébessa} \rightarrow y= y=3,089x-0,7879 ;. R^2=1$$

$$\text{Constantine} \rightarrow y=3,25x-1,25 ; R^2=1.$$

Nous avons obtenu un graphe avec La DL50 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* de Tébessa est 40,19 µl/ml et Constantine est de 41,24 µl/ml alors que celle du Oued souf 123 µl/ ml. Ces DL50 explique la forte toxicité dès l'huiles essentielles de romarin de trois région plantes étudiées avec une efficacité plus élevé de *Rosmarinus officinalis* de Constantine et Tébessa par rapport même espèce de EL-Oued

6. l'évaluation de l'activité insecticide dès l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* contre les adultes de *Rhopalosiphum maidis* par répulsion:

Le pourcentage et résultats de répulsion de l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis* sont récapitulés dans l'annexe (III).

Ces résultats montrent une variation dans la réponse des adultes de *R. Maidis* aux différentes doses des huiles essentielles de trois région étudié . En effet, à la plus faible dose (2µl), l'huile essentielle de romarin s'est montrée la plus répulsive avec un taux de répulsion de 42,26% pour El-Oued et Constantine ,et 33,33% pour Tébessa.

D'autre part, nous avons remarqué que l'activité répulsive des huiles essentielles étudiées après une durée d'exposition deux heure est dépendante de la dose ; elle augmente au fur et à mesure que les doses des huiles essentielles augmentent. À la dose (12 µl), l'huile essentielle de El-Oued présente le taux de répulsion le plus élevé (73,33%), alors que un taux de 55,60% ; 68,93% a été enregistré pour Constantine et Tébessa respectivement à la même dose (12 µl).

D'après figure (43) , nous pouvons noter également que les huiles essentielles étudiées sont classées selon Mc Donald et *al.*, (1970) comme moyennement répulsive (classe III) pour les trois romarins avec un taux El-Oued PR(%)=58,04% ,Constantine PR(%)= 49,65% , Tébessa PR(%)=46,68%

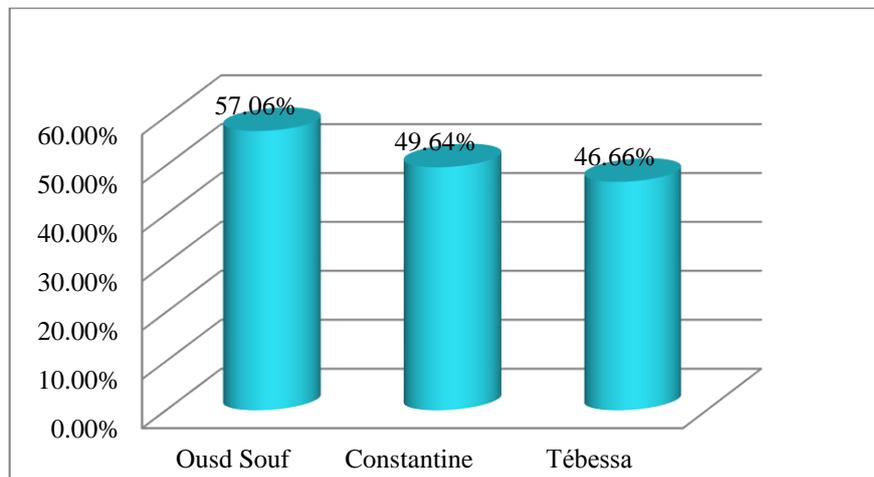


Figure (43): les taux de répulsion des huiles essentielles trois de *Rosmarinus officinalis*.

II- Discussion :

1. Taux d'humidité H (%):

La teneur en eau des parties aériennes de *R.officinalis* varie selon la région à l'autre, où était le plus important que nous avons trouvé à *R.officinalis* de Constantine suivi de Tébessa puis de Oued souf, d'autre part Bousbia (2011) qui a obtenu un taux d'humidité de 60,2% sur les feuilles de *R.officinalis*, quant à l'étude de Makhloufi (2010) a aperçu des taux d'humidités plus faibles: 28.17% *Rosmarinus officinalis* L. provenant de la région de Béchar.

A la lumière de ces résultats, on peut dire que la différence entre les teneurs en eau pourrait être expliquée par le stade végétatif, la saison, l'âge et la taille de la plante (Migahid et al. ;1972), la région de la récolte, la partie de la plante utilisée, l'espèce de plante et la teneur en eau., aussi les plantes cultivées dans les régions tempérées comme le sud Algérien, ont un taux d'humidité plus faible par rapport aux plantes cultivées dans le nord (Makhloufi ; 2011)

2. Rendement en huiles essentielles:

En comparaison de nos résultats avec d'autres chercheurs nous constatons que le rendement de l'HE de romarin de région Tébessa est semblable avec le résultat Boutekdjiret et al.(1998) ; Sahraoui et al. (2007), (1,2 % et 1,5% respectivement) pour romarin de l'INA et Bibansn, et Boutabia et al, (2016) 1,6% pour région de Hammamet - Tébessa. Alors que Bousbia (2011) a obtenu 0,33%, et 0,35% respectivement par MHG et HD des feuilles du romarin collectées sur Alger, et Makhloufi (2011; 2002) 1,52% ,1.8% de région Bechar.

Les différences de rendements obtenus peuvent être liées à la méthode et aux conditions d'extraction au laboratoire et sont dues à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétale elle-même, l'organe végétal, le stade de la croissance, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (Regnault-Roger, 1997; Bruneton, 1999 ; Yesil Celiktas et al., 2007)

3. l'effet de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* sur *Rhopalosiphum maidis*

Les résultats obtenus montrent que les huiles essentielles de partie aérienne de Romarin (*R. officinalis*), présentent un effet insecticide important sur les adultes du puceron céréale *Rhopalosiphum maidi*, cette efficacité évolue en fonction de la concentration et de la durée d'exposition. Les résultats des tests sont légalement différents et variables, avec un taux de mortalité plus élevé de l'HE de Tébessa que les autres et cela peut être dû à la différence entre

les régions (caractéristiques climatiques et édaphiques différentes) y compris la différence de composition des HE de la plante.

Nos résultats sont cohérents avec ceux d'autres chercheurs

Où Horii (1999a;1999b;1998) a indiqué que l'huile de *R. officinalis* est considérée comme un répulsif puissant et un excréteur d'insectes *Myzus persicae* car elle entrave le processus de goût et d'odeur, et les résultats de Tingting et al (2017) sur la même espèce ont montré que le romarin était un répulsif dans toutes les doses qu'il a testées (0,5g;1g; 2g;4g;5g), et dans une autre étude a conclu que l'huile de romarin a donné un effet clair aussi sur *Myzus persicae*, où le nombre moyen d'insectes totaux a diminué à 204 après 24 heures de traitement, puis il est tombé à 32 insectes après 48 heures et à six insectes après 72 heures de traitement. (Abbas et al, 2013)

Les résultats d'Isik et Gorur (2009) ont également résumé que parmi les sept huiles utilisées contre *Brassicaceae Brevicorine*, l'huile de *R.officinalis* était celle qui présentait le plus de toxicité, car Santana et al,(2014) a atteint le même résultat, qui est l'incapacité de l'insecte à se nourrir lors de l'utilisation de l'huile de romarin.

D'après Katarzyna et al,(2012) l'HE de *R. officinalis* est efficace sur *Acyrtosiphon pisum* après deux heures de traitement, ainsi que dans une étude réalisée par Elguedoui (2003) où il a testé l'efficacité des huiles essentielles de romarin et de thym sur *Rhyzopertha domigales*; par contact et par inhalation, il a prouvé l'effet insecticide de ces deux huiles, et dans l'étude Benazzeddine (2010) sur les charançons du riz, rapporte que l'huile essentielle du *R. officinalis* était la plus efficace sur *Sitophilus oryzae* par rapport aux huiles testées. Elle a engendré un taux de mortalité de 100% après 48h d'exposition aux vapeurs toxiques, suivi de la menthe verte qui a provoqué après 24 h un taux de mortalité de 69,62 % pour atteindre une mortalité de 100% après 96h d'exposition.

Attia et al, (2017) notent que l'huile essentielle du romarin contre *T. confusum* il a donné un effet puissant où DL50=19.9µl/Lair et une DL90 = 27.6µl/Lair et DL100=28.7µl/Lair, tandis que Aurashe et al (2015) ont montré LC50=53.6 µl/lair dans son expérience contre *Sitophilus oryzae*, Sim et al. (2006) ont étudié la toxicité de quarante-quatre huiles essentielles extraites des plantes aromatiques sur les larves de la pyrale *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae), toxiques avec une DL50 de 64,6 mg/litre d'air.

D'autre part, la famille Lamiaceae qui comprend le *R.officinalis*, contient un mélange complexe de ces composés, comme les sesquiterpènes et des monoterpènes qui incluent le 1.8-Cineole, qui est le principal composé du romarin *officinalis*.

Selon Lawrence (1976,1992, 1995, 1997) dans ses multiples études sur les *Rosmarinus officinalis*, le α -Pinène, le 1.8-Cineole et le Camphor sont présents en quantités presque égales en France, Espagne, Italie, Grèce et Bulgarie. Le même résultat obtenu par Boutekedjiret et al (1998,1999) dans Algérie (Bibans) et Atik-Benkara et al (2007) dans région Tlemcen, Tunisie (kadri et al ,2011); Maroc (Nezha et al ,2012) et India (Laiq et al ,2007)

Dans la région de Tébessa, l'huile est riche en composés de 1.8-Cineole 32,59 % et de Sabinène 15,93%, Camphène 14,40% Bornéol 9,68% (Boutabia et al , 2016), alors que Meziane et al (2012) dans leur étude sur les *Rosmarinus* est récoltée dans 16 régions différentes d'Algérie, et ils ont constaté que les composés les plus importants sont le 1.8-Cineole et Camphène, α -Pinène et Camphre, mais les proportions sont différentes et variable selon la région.

De tout cela, nous concluons que la composition chimique d'une huile diffère d'une région à l'autre et même dans la même région et cela est dû à des facteurs interférents tels que la situation géographique et le stade de croissance des plantes et la méthode d'analyse des utilisateurs ainsi que la durée de conservation de l'huile essentielle (Bruneton, 1999; Boutekedjiret et al 2005).

D'après ces résultats, nous pouvons corréliser que l'effet de l'huile essentielle de *R.officinalis* est dû aux composés actifs qui y sont présents et peut être le seul responsable de cette toxicité en direction des insectes.

Ceci est confirmé par d'autres chercheurs, selon Seri-Kouassi et al., 2004 la toxicité des huiles essentielles sur les insectes est induite par l'action de leurs composés majoritaires. C'est ce que les résultats de Hori et Komatsu (1997) indiquent au *Neotoxoptera formosana* l'attractivité de l'odeur de la plante hôte, en présence d'une forte influence des romarins, et expliquent que les composés chimiques de base représentés dans le α -Pinène, le 1.8-Cineole et le Camphor sont ceux qui ont à voir avec le comportement des dimensions, et Tapondjou et al (2005) a confirmé également que le composé chimique dominant dans l'huile de romarins, c'est le 1.8-Cineole, qui a le plus grand rôle dans les dimensions de cet insecte *Tribolium castaneum*.

Dans autre étude sur l'effet des huiles essentielles Asawalam et al.,(2008) ont testé la toxicité des composants majoritaires des huiles essentielles extraites de *Vernonia amygdalina* (Asteracées) sur *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), qui sont 1,8-cinéole, β -pinène, α -pinène, myrtenal, pinanol, L-carveol, transpinocarveol, et linalool. La dose létale minimale qui provoque une mortalité de 100% des adultes de *S. zeamais* par les huiles

essentielles de *V.amygdalina*, elle provoque une mortalité de $63\pm 2,1\%$ par 1,8-cineole, $37\pm 2,4\%$ par β -pinène, $00\pm 00\%$ par chacun des autres composants, et 100% par le mélange des huit composants majoritaires. Les résultats montrent que l'action toxique combinée des composants majoritaires est plus remarquable que l'action individuelle de ces composants.

Hamraoui et al., (1997), les niveaux de toxicité des composés sont très variables : les linalool et cinnamaldéhyde sont très toxiques sur *Rhopalosiphum padi*. Et Isman et al (2008) dans son étude sur l'effet de romarin sur les larves de *Pseudaletia unipuncta* et *Trichoplusia ni* a constaté que est le plus d'effet par apport les autre compositions.

Selon (Prates et al., 1998), le α -terpinéol, le cinéole et le limonène a révélé un effet insecticide intéressant contre le ténébrion brun de la farine *Tribolium confusum* . Et d'après Ibrahim et al (2001) la toxicité du limonène a été démontrée sur différents insectes ravageurs des conifères *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae), *Diaphania nitidalis* (Lepidoptera: Pyralidae), *Trioxa apicalis* (Homoptera: Psyllidae), *Dioryctria zimmermanni* (Lepidoptera: Pyralidae).

D'après les travaux de Furet et Bellenot (2013) les mécanismes toxiques des huiles sur les adultes sont d'ordre physiologique ou physique et selon Ngamo et Hance, (2007) les huiles essentielles sont de nos jours connues comme des neurotoxines.

Lee et al (2001 ;2002) les monoterpénoïdes sont généralement volatiles et plutôt des composés lipophiles qui peuvent pénétrer dans les insectes rapidement et interférer avec leurs fonctions physiologiques, et selon Obeng-Ofori et al (1997) le 1,8-cinéole au contact avec les insectes agit en bloquant la synthèse de l'hormone juvénile, il inhibe l'acétyl-cholinestérase en occupant le site hydrophobique de cet enzyme qui est très actif et Regnault-Roger et al., (2008) ,rapportent que les monoterpènes ont une action toxique rapide de type inhalatoire sur les adultes.

Conclusion

Conclusion générale

Les résultats de cette étude permettent de conclure que les huiles essentielles du romarin (*Rosmarinus officinalis*) ont une importante activité insecticide sur les pucerons testés. La mortalité des individus varie en fonction de la dose des substances, de la durée de l'exposition des insectes à l'huile mais également de l'origine de la plante. En effet, les huiles essentielles issues des plantes des régions de Tébessa et de Constantine semblent avoir une toxicité rapide et plus forte que celles d'Oued Souf.

Les résultats forts intéressants obtenus dans ce travail nécessitent d'être approfondis par l'étude des composants chimiques actifs de ses huiles essentielles et les tester sur d'autres espèces de pucerons en utilisant des concentrations appropriées qui affectent les pucerons et seront moins nocifs pour la faune auxiliaire, en particulier les ennemis naturels tels que les parasitoïdes et les prédateurs.

Références bibliographiques

Références Françaises et Anglaises :

1. **Abbassik., Mergaouil., Kadiriz., Stamboulita.Etghaouts.,2005**, "Activités biologiques des feuilles de peganum harmala (Zygophyllacea) En floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin". Zool. Baetica,**16,2005,31-46**.
2. **Abbott, W.S. 1925**. A method for computing the effectiveness of an insecticide. Journal Economic Entomology, 18: 265-267
3. **Acquarone, L., Bernardini, A. F., Costa, J., Montier, E., & Tambini, D. 1993**. Extraction d'huiles essentielles par hydrodiffusion. *RivistaItaliana EPPOS* (spécial 11èmes JIHE sept-92), 473-478.
4. **AFNOR, 1986**- Recueil des Normes Françaises « huiles essentielles », AFNOR. Paris. 57 p.
5. **Alain.F., 2006**. Fiche technique : les pucerons 1^{ère} partie. N° 141. Paris. 8 p.
6. **Amarti . F, Satrani.B , Ghanmi .M , Farah .A, Aafi .A, Aarab .L , El Ajjouri .M, Chaouch .A,2010**.Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2010 14(1), 141-148
7. **ANDI, 2014**. Agence Nationale de Développement de L'investissement wilaya d'El oued 11p.
8. **Anonyme 2. 2009**. Fiche technique : Pucerons. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. Canada. 2 P.
9. **Anonyme 3. 2009**. Fiche technique :Puceron. Développement durable, Environnement et parcs. Québec. 3 P.
10. **Anonyme a, 2005**. Agriculture, échanges et environnement. Le secteur des grandes cultures. Ed. OCDE, 361p.
11. **Anonyme b,2005**,pharmacopée européenne
12. **Anonyme. 2001**- Pharmacopée européenne. Addendum, édition Suisse, 3^e édition. Conseil de l'Europe, Strasbourg,1771 p.
13. **Anonyme. 2016**. Les organismes indésirable : comment les contrôler efficacement. Québec, 4p.
14. **Anonyme. 2006** , Les pucerons: *Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales*. Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, France.
15. **Aouati. A., 2016**. Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae), Thèse de Doctorat en sciences, Université des Frères Mentouri - Constantine, Algérie. 56p.
16. **Appert. J. & Deux J., 1982** – Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères. Ed. *Maisonneuve et larose*.
17. **Asawalam. E., Emosairue S., & Hassanali A., 2008**. Contribution of different constituents to the toxicity of the essential oil constituents of *Vernonia amygdalina* (Compositae) and *Xylopi aetiopica* (Annonaceae) on maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). African Journal of Biotechnology, 7 (16), pp: 2957-2962.
18. **Arnason.J.T, Durst. T, Philogène, B.J.R. et Scott.L.M ,2008**. Prospection d'insecticides phytochimiques de plantes tempérés .et tropicales communes ou rares,.

- 88-99. In Regnault-Roger, c., Philogène; B.JR et Vincent, C. (éds). Biopesticides d'origine Végétale 2ème édition. Lavoisier, Paris, TEC & DOC, 550p.
19. **Atik Benkkara. F, Bousmaha .1, Taleb Bendiab S.A,Boti .J.B, Casanova .A. 2007.** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biol Sant.* 7(1): 6-11.
 20. **Attia. S , Chatti O, Lebdi-Grisaa K, Saadaoui. S, Ben Halima-K. M,2017.** Laboratoire d'Entomologie-acarologie. Institut National Agronomique de Tunisie, 1082 Cité Mahrajène, Tunis, Tunisie. Laboratoire d'entomologie, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, 4042 Chott Mariem, Université de Sousse, Tunisie.
 21. **Attia . F. I., & Frecker T., 1984.** Cross resistance spectrum and synergism studies in
 22. organophosphorous-resistant strains of *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera, Cujidae) in Australia. *Journal of Economic Entomology*, 77, pp: 1367- 1370.
 23. **Aurash. R. Yazdgerdian, Yasmin Akhtar, Murray B. Isman, 2015.** Insecticidal effects of essential oils against woolly beech aphid, *Phyllaphis fagi* (Hemiptera: Aphididae) and rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2015; 3 (3): 265-271
 24. **Bakroune .N. 2012.** Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) Station : El-Outaya et Ain Naga(Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abri-plastique. Mémoire de magister : Agriculture et environnement en régions arides. Biskra Université Mohamed Kheider, 97 P.
 25. **Bechaalany. A.D., 2014.** Les huiles essentielles. Ed.Dangles. 79 p.
 26. **Beggas Y., 1992** - Contribution à l'étude bioécologique des peuplements orthopterologiques dans la région d'El oued- régime alimentaire d'Ochilidiatibilis, Mémoire Ing. Agro.Insti.nati. Agro. El Harrach. 53p.
 27. **Bekhechi .C.,2008.** Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN 13 C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse Doctorat. Univ. Tlemcen, 205 p.
 28. **Belaid, D. 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne. Collection le cours d'agronomie office des publications universitaires. 207 p
 29. **Bellakhdar J., 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle, Ibis Press (Ed), Paris, 764 p.
 30. **Beloued, A. 1998.** Plantes médicinales d'Algérie : Office des publications universitaires.
 31. **Beloued. A., 2009.** Plantes médicinales d'Algérie. Ed.Office des Publication Universitaires. 78 p.
 32. **Benalia .N., 2007.** Contribution à l'étude de la flore fusarienne totale dans un sol céréalier de l'ITGC (oued smar). Mém.Ing, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 56 p.
 33. **Benazzeddine.S, 2010.** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ;Tenebrionidae).mémoire ingénieur, E.N.S.A. Alger ,107p.
 34. **Benkiki, N., 2006.** Etude phytochimique des plantes médicinales algérienne. Ruta montana, Matricaria pubescens et Hyperium perfoliatum. Thèse de Doctorat, Université Al-Hadj Lakhdar Batena, 112p.

35. **Benoit. R., 2006**, Biodiversité et lutte biologique - Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique. ENITA C, 10: 1-25.
36. **Benoufella-Kitous K. 2005**. Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou). Mémoire de magister : Protection des végétaux. El Harrach-Alger : Institut national agronomique d'El Harrach, pp.31-32.
37. **Blackman R.L., Eastop V.F., 2007**. Taxonomic issues. In :Van Emden H.F., Harrington R.(Eds). Aphids as crop pests. CABI, USA., pp 1-29
38. **Blackman, R. L., & Eastop, V. F. 2000**. *Aphids on the world's crops: An identification and information guide*, 2nd edn. Wiley Ltd., Chichester.pp.466.476
39. **Blackman.R. L. and Eastop V. F. 1994**. Aphids on the World's Trees: an Identification and Information Guide, CAB international, Ed, Wallingford. 987 p.
40. **Blamey M., Grey-wilson C.,2000**. Toutes les fleurs méditerranées. Ed. Delachaux et Niestlé SA Paris.P560.
41. **Blot .N. et Bernard. J.G., 2012**. Atlas illustre des Médicinales et curatives 1er Ed, De Barrée, Larue des grands –Angustinus 75006 Paris, France. 232p.
42. **Bonnemaison L., 1953**. Les parasites animaux des plantes cultivées et des forêts, Ed. Saja, Paris, 668p.
43. **Bonnemaison. L., 1962** . *Les ennemis animaux des plantes cultivées*. Ed. S.E.P., Paris, 668p.
44. **Bouabida.H., Djebbar.F et Soltani.N., 2012**. Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa(Algérie), *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 2012 65, 99-103.
45. Bouchet .F., Bayou. F., Mouchart .A., Costes J.P., Lescar. L., Devriendt .M., Dedryver C. A,Lapierre .H, Moreau J.P, Chambon. J.P, Brenian. D, De La Messeliere .C,De La Roque. B,Lechapt .G. et Martin. M, 1981. Les pucerons des céréales à paille. Les pucerons des cultures (Journées d'étude et d'information 2, 3 et 4 mars 1982), Ed. INRA, Paris, 117-122.
46. **Boughendjioua.H, 2017**, Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivées dans la région de Skikda - Algérie. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 86, articles, 2017, p.88 – 95*.
47. **Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M. et Rezgui S., 2007**. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
48. **Bourkhiss .M; Hnach.M; Bourkhiss. B; Ouhssine .M ;et Chaouch. A ,2007**.Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) du Maroc,Afrique *SCIENCE* 03(2) (2007) 232 – 242 ISSN 1813-548.
49. **Bousbia N., 2011** ,Extraction des huiles essentielles riches et antioxydants à partir de production naturels et deco-produits agroalimentaires, mémoire pour obtention le grade de Docteur en Sciences des aliments, Université d'Avignon des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique.

50. **Boutabia.L., Telailia.S., Bouguetof.I., Guenadil.F et Chefrou.A.,2016.** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie) *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 85, 2016, p. 174 - 189* 174.
51. **Boutekedjiret C., Bentahar F., Belebbes R., Bessiere J.M., 1998.** The Essential Oil from *Rosmarinus Officinalis* L. in Algeria. *Journal of Essential Oil Research, Vol. 10, pp. 680-683.*
52. **Boutekedjiret. C, Belabbes .R, Bentahar .F, Bessière .J.M. 1999.** Study of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and composition as a function of the plant life cycle. *J Essent Oil Res.,11: 238-240.*
53. **Boutekedjiret. C., Buatois B., Bessiere. J.M. 2005.** Characterization of Rosemary Essential Oil of Different Areas of Algeria. *Jeobp., 8 (1) :65-70.*
54. **Brunton J., 1993.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, Lavoisier, 623p.
55. **Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. 3^{ième} édition. Ed. Tec et Doc., pp.484-535
56. **Buchbauer. G., & Jirovetz L., 1994.** Aromatherapy-Use of fragrances and essential oils as medicaments. *Flavour and Fragrance J., 9, pp: 217-222.*
57. **Caldefie-Chézet. F., Fusillier C., Jarde .T., Laroye. H., Damez .M et Vasson M.P., 2006.** Potential anti-inflammatory effects of Malaleuca alternifolia essential oil on human peripheral blood leukocytes. *Phytotherapy Research, Vol. 20, pp.364- 370.*
58. **Calderone N.W., Twilson W. and Spivak M., 1997.** *Plant extracts used for control of the parasitic mites Varroae jacobsoni (Acari: Varroidae) and Acarapis woodi (Acari: Tarsonemidae) in colonies of Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae).* J. Econ. Entomol., N° 90, pp. 1080-1086
59. **Chaabi, M. 2008.** Étude phytochimique et biologique d'espèces végétales africaines : Euphorbia stenoclada Baill. (Euphorbiaceae), Anogeissus leiocarpus Guill. & Perr. (Combretaceae), Limoniastrum feei (Girard) Batt. (Plumbaginaceae). Louis Pasteur et Université MENTOURI de Constantine (Alger).
60. **Chan. C. K., Forbes A. R., Raworth D. A., 1991.** Aphid transmitted viruses and their vecteurs of the world. Agriculture Canada technical bulletin 199 1-3eE : 1-216.
61. Charbonnier, E., Ronceux, A., Carpentier, A. S., Soubelet, H., & Barriuso, E. 2016. Pesticides: des impacts aux changements de pratiques. Editions Quae.
62. **Chiasson H., Beloin N. 2007.** Les huiles essentielles, des biopesticides «nouveau genre». *Bullet Soc Entomol Québec., 14(1): 3-6*
63. **Christelle L., 2007.** Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.pp.43-44.
64. **Claude.G et al., 2002.** Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraichères au Québec. Ed PRISME. Canada. 4p.

65. **Clevenger J.F., 1928.** Apparatus for the determination of volatile oil. *J. Am. Pharm. Assoc.*, 117, 336-341
66. **Croquist.A., 1981.**Anintegrated system of classification of flowering plants .Colombia . Univ .Press. Newyork.
67. **Cunfer, B. M., & Scolari, B. L. 1982.** Xanthomonas campestris pv. translucens on Triticale and Other Small Grains. *Phytopathology*, 72(6), 683-686.
68. **Davis, P.H., 1982,** Flora of Turkey and the East Aegan Islands, 7, EDINBURGH :Ed Edinburgh University Press, 75-76.
69. **DE Billerbeck.V. G., 2002.** Essais d'utilisation d'huiles essentielles en traitement de l'air, les contaminations biologiques des biens culturels, *Muséum National d'histoire naturelle et éd. Scientifique et médicales*, pp: 345-358.
70. **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
71. **Dedryver C.A. 1981.** Biologie des pucerons descéréales dans "Ouest de France. II. Répartition spatio-temporelle et action limitative de trois espèces d'entomophthoraceae. *Ed. Entomophaga*,26.
72. **Dedryver. C.A. 1982.** Qu'est-ce qu'un puceron ? journ. D'info et d'étude « : les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. Bourd, Paris. pp.9-20.
73. **Degnon G. R;Adjou . E S; Metome. G et Dahouenon-Ahoussi.E , 2016.** Efficacité des huiles essentielles de Cymbopogon citratus et de Mentha piperita dans la stabilisation du lait frais de vache au Sud du Bénin. *International Formulae Group. Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(4): 1894-1902, 2016*Chem. Sci.* 10(4): 1894-1902, 2016
74. **Delorme.R. 1997.** Évolution des produits phytosanitaires à usage agricole. *Les insecticides-acaricides. Phytoma*.
75. **Duelli. P. 2001.** Lacewings in field crops. Dans McEwen, F. K., T. R. New et A. E. Whittington (dir), *Lacewings in the crop environment* (p. 158-171). New York: Cambridge university press.
76. **Eberhard .T., Robert. A. et Annelise L., 2005.** Plantes aromatiques : Épices, aromates condiments et huiles essentielles, 3ème édition, TECS Doc, Rue Lavoisier F 75008 Paris, France. 417p.
77. **Elguedoui R., 2003 .**Extraction des huiles essentielles du Romarin et du Thym Comportement insecticide de ces deux huiles sur *Rhyzoperthadorninica* (Fabricus) (Coleoptera, bostrychidae). Thèse ing., E.N.P. El-Harrach, Alger, 76 p.
78. **El-Ibrashy M.T.,El-Ziady S.et Riad A.,1972.** Laboratory studies on the biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 15 (2) p.166-174.
79. **Evelyne, T.A., Maurice, H., Charles, A.D., Bernard, C, 2011.** les pucerons des grandes cultures : cycle biologique et activités de vol.Edition Quae. ISBN : 978-2-7592-1026-8
80. **Fadil. M., Farah. A., Ihssane. B., Haloui. T et Rachiq.S.,2015.** Optimisation des paramètres influençant l'hydrodistillation de *Rosmarinus officinalis* L. par la méthodologie de surface de réponse. *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (8) (2015) 2346-2357

81. **Feliachi, K. 2002.** PNDA, Intensification et développement des filières, cas de la céréaliculture. Acte des 3 iemes Journées Scientifiques sur le Blé, 12 et 13 février 2002
82. **Finney, D.J. 1971.** Statistical method in biological assay, 2nd edition. London: Griffin, 333 pp
83. **FAO,2014.** l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture in **Mohamed .C.N. Chahbar-Adidou, Touati.S., Tefiel.H et Gaouar.S.B.S.2017** Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de trois plantes aromatiques contre un ravageur de denrées stockées *Tiboliumcastaneum*, PPBioNut Laboratory, University Abou Bekr Bèlkaid, Tlemcen, Algeria.
84. **Foottit.R. G , Maw, H. E. L., Von Dohlen, C. D., & Hebert, P. D. N,2008.** Species identification of aphids (Insecta: Hemiptera: Aphididae) through DNA barcodes. *Molecular Ecology Resources*, 8(6), 1189-1201.
85. **Foster.S.P., Denholm, I., Devonshire, A.L,2002.** Field-simulator studies of insecticide resistance to dimethylcarbamates and pyrethroids conferred by metabolic and target site-based mechanisms in peach-potato aphids, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Pest Manag. Sci.* 58, 811-816
86. **Fouche J.G; Marquet A; .Hambuckers A., 2008.** Les Plantes Médicinales De La plante Au médicament conception et Réalisation
87. **Fournier, P., 1999.** Les plantes médicinales. Tome 2.
88. **Fraval.A, 2006.** Les pucerons. Insectes 3 n°141.
89. **Fredon, 2008.** Fiche technique sur les pucerons, France.
90. Fayalo G.D., Sokenou H.F.D., Aboudou M., Alavo T.B.C. 2014. Effet de l'huile de colza
91. sur les populations du puceron *Aphis gossypii* pour la protection du cotonnier. *Int J Biol Chem Sci.* 8(6): 2508-2515.
92. **Furet A., Bellenot D. 2013.** Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une
93. voie en cours d'exploitation, Unilet infos n°145 : 17-20.
94. **Gakuru . S. Et Foua-Bi K . 1996 .** 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
95. **Ghazi .S et Ousdidene R,2017.** Influence des facteurs environnementaux et variétaux sur la fitness des pucerons de la pomme de terre, dans la région de Bouira. Mémoire de master : Santé des plantes. Bouira : Université Akli Mouhand Oulhaj. 18p.
96. **Gineste. C, 2010.** Le grand livre des plantes aromatiques et médicinales, 1 er édition, Flora Dumolin, archipel studio16. 52 p.
97. **Glitho. I. A., Ketoh. K. G, Nuto. P. Y., Amevoïn. S. K., et Huignard. I. 2008.** Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du centre et de l'ouest , 207-217. In Biopesticides d'origine végétale (2e éd), Regnault-Roger . C, Philogène. B. J. R, Vincent. C. (eds). Lavoisier, TEC & DOC :Paris. 550p.
98. Greuter, W., Burdet, H.M., Long, G., 1986, Med-Checklist, Inventaire critique des
99. plantes vasculaires des pays circumméditerranéens, Dicotyledones (Convolvulaceae-
100. Labiatael,3, GENEVE: Ed Conservatoire et jardin botanique de la ville de Genève,313p

101. Guetat.A, Al-Ghamdi .F. A et Osman.K.A.,2014. 1, 8-Cineole, α -Pinene and Verbenone chemotype of essential oil of species *Rosmarinus officinalis* L. from Saudi Arabia. International Journal of Herbal Medicine 2014; 2 (2): 137-141
102. Hajji.S., 1985. Comparative study of an essential oil obtained by two different methods of extracting: hydrodistillation and hydrodiffusion. In *I. Colloque International sur les Plantes Aromatiques et Médicinales du Maroc,[Morocco],15-17 May 1984*. Centre Nat. De Coordination et de Planification de la Rech. Scient. et Tech.
103. Hamraoui. A., & Regnault-Roger C., 1997. Comparaison des activités insecticides des *monoterpènes* sur deux espèces d'insectes ravageurs des cultures *Ceratitis capitata* et *Rhopalosiphum padi*. Acta Bot. Gallica, 144 : pp. 413-417.
104. Hans .W. et Kothe F., 2007. Plantes aromatiques et médicinales ,1er edition, Terres éditions, Toulouse.pp:182 - 271.
105. Heie O. E, 1986. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. III. *Fauna Entomol. Scand* 17. 314 p.
106. Helmut F. van Emden , Richard H, 2017. Aphids as Crop Pests, CAB International. 2ND Edition. pp.21-22
107. Hori .M., Komatsu H,1997. Repellency of rosmariny oil and its components against the onion aphid *Neotoxoptera formosana*(Takahashi), (Homoptera Aphididae). *Applied. Entomol. Zool.*, **32**(2) : 303-310
108. Hori. M ,1998. Repellency of rosemary oil against *Myzus persicae* in laboratory and in a screen house. *J Chem Ecol.*, 24(9): 1425-1432.
109. Hori .M, 1999b. The effects of rosemary and ginger oils on the alighting behavior of *M.persicae*(Sulzer).(Homoptera:Aphididae) and the incidence of yellow spotted streak. *Japan Soc Appl Entomol Zool.*, 34: 351-358.
110. Hori. M, 1999a. Antifeeding settling inhibitory and toxic activities of labiate essential oils against the green peach aphid, *M.persicae* (Sulzer). (Homoptera: Aphididae). *Appl Entomol Zool.*, **34**(1): 113-118.
111. Hullé M., Trupeau- Ait Ighil E., Robert Y., Monnet Y . (1999). Les pucerons des plantes maraicheres: cycle biologiques et activités de vol, INRA, Paris, pp.28-58.
112. Hullé. M., Turpeau-Ait Ighil.E.,Leclant.F.,&Rahn. M.J,1998. Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol. Ed. I.N.R.A.,Paris.
113. Ibrahim, M.A., Kainulainen, P., Aflatuni, A., Tilikkala, K. and Holopainen, J.K. 2001. Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene dits suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, 10(3): 243-259.
114. 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 Suisse de recherche apicole, Dept. Entom., Cornell University Ithaca, USA, 4p.
115. INA P-G, 2003, les céréales. Département AGER ,2p.
116. Ipertti. G. 1999. Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. *Agriculture, ecosystems & environment*, 74(1), 323-342.
117. Iserin P, Masson M et Restellini J P,2007. Larousse des plantes médicinales. Identification, préparation, Soins .Ed Larousse, 14p

118. **Işık M., Görür G,2009.** Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *Munis Ent. Zool.*, **4**(2): 424-431.
119. **Isman M. 2006** .Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and . agriculture and an increasingly regulated world. *Ann Rev Entomol.*, **51**: 45-66.
120. **Isman M. B., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*.19.pp. 603-608
121. **Isman M.B. 1997.** Neem and other botanical insecticides: Barriers to commercialization. *Phytoparasitica.*, **25**: 339-334
122. **Isman Murray .B, Joanne. A. Wilson, et Bradbury.R,2008.** Insecticidal Activities of Commercial Rosemary Oils(*Rosmarinus officinalis*) Against Larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in Relation to Their Chemical Compositions, *Pharmaceutical Biology*2008, Vol. 46, Nos. 1–2, pp. 82–87
123. **Jacquemin G., Mahieu A. Berger A., Vancutsem F., De Proft M., 2009.** Cécidomy orange du blé: des variétés résistantes. In: De Proft M. (Eds). *Céréale*. F.U.S.A.Gx et CRA-W, Gembleux, pp.1-14.
124. **Jamaleddine .M., 2010.** Extraction et caractérisation de la Composition des Huiles Essentielles de *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* du Moyen Atlas, Thèse de Master en Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Algérie. 21p.
125. Janssen. A. M., Scheffer. J. J.C.et Baerheim Svendsen A., 1987. *Pharm. Weekbl.* pp:9-193
126. **Jestin L., 1992.** L'orge. In : Gallais A.et Bannerot H. (Eds.), *Amélioration des espèces végétales cultivées*. Ed. INRA, Paris, pp.55- 70.
127. **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, Hydrosciences, Environnement, SIBAGHE. Montpellier (France). 255 P.
128. **Jouault . S. 2012.** La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité, Thèse de doctorat en pharmacie, Nancy, 146 p.
129. **Kadri..A., Zarai.Z., Ben Chobba.I., Békir.A., Gharsallah.N., Damak. et Radhouane Gdoura.,2011** Chemical constituents and antioxidant properties of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil cultivated from the South-Western of Tunisia.*Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 5(29), 6502-6508.
130. **Katarzyna D., Bozena K., Antoni S., Beata G,2012.** Aphid behavior-modifying activity of essential oils from Lamiaceae and Apiaceae.*Aphid and other Hemipterous Insects.*, **18**: 93-100.
131. **Kassimi A., El Watik L., Mounni M. 2011.** Action insecticide de certaines huiles essentielles et végétales. *Afr sci.*, **7**(2) , 95-93.
132. **Kellouche.A., 2005.** Etude de la bruche du poi-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Buchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte,Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, Algérie, 154p.

133. **Kerry, B. R., & Crump, D. H. 1998.** The dynamics of the decline of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, in four soils under intensive cereal production. *Fundamental and Applied Nematology*, 21(5), 617-625.
134. **Kheloul. L.,2014.** Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève. Dynamique des populations de certaines espèces caractéristiques dans deux parcelles de fève *Vicia faba minor* et *Vicia faba major* dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Mémoire de magister : Interactions Plantes-Animaux dans les Ecosystème Naturels et Cultivés. Tizi-Ouzou : Université MOULOUD MAMMARI, 122p.
135. **Kim S., Roh J., Kim D., Lee H., & Ahn Y., 2003.** Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J. Stored Prod. Res.*, 39, pp: 293-303.
136. **Kim, J., Marshll, M.R., Wei, C, 1995.** Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *J. Agric.Food Chem.* 43
137. **Koh K.J., Pearce A.L., Marshman G., Finlay-Jones J.J., Hart P.H., 2002.** Tea tree oil reduces histamine-induced skin inflammation, *British Journal of Dermatology*, N°. 147, pp. 1212 - 1217.
138. **Kos K., Tomanović Z., Petrović-Obradović O., Laznik Z., Matej Vidrih M., & Trdan.S., 2008.** Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, 91-1:16.
139. **Kurkin V. A. 2003** .Chem. Nat. Compd., 39:123.
140. **Laiq.R, Kuckerja.A.K, Shishir.K.S, Anand.S, Anju.Y et Khanuja .S.P.S.,2007.**Qualitative analysis of essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. cultivated in Uttaranchal Hills, India. *Journal of Spices and Aromatic Crops* 55.Vol. 16 (1) : 55–57 (2007)
141. **Lambert L., 2005.** Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.
142. **Lapierre, H., & Signoret, P. A. 2004.** *Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae)*. Editions Quae.
143. **Lawrence.B.M, 1976.** In: Rosemary Oil in essential oils. Allured Publishing Corporation, Carol Stream.pp 77, 34.
144. **Lawrence.B.M, 1992.** In: Rosemary Oil in essential oils. Allured Publishing Corporation, Carol Stream.136 p.
145. **Lawrence.B.M, 1995.** Progress in essential oils, Rosemary Oil.Perfumer & Flavorist. 20 (1): 47-54.
146. **Lawrence.B.M, 1997.** Progress in essential oils, Rosemary Oil. Perfumer &Flavorist. 22(5): 71-83.
147. **Laznik Ž., Cunja V., Kač M., Trdan S. 2010.** Efficacy of three natural substances against apple aphid (*Aphis pomi* De Geer, Aphididae, Homoptera) under laboratory conditions. *Acta Agric Slov.*, 97(1): 19-23.
148. **Leclant F., 2000.** Les pucerons des plantes cultivées, Clef d'identification, I grandes cultures. Ed. ACTA, INTRA, Paris, 64 p.
149. **Lee .S.E, 2002.** Biochemical mechanisms conferring cross-resistance to fumigant toxicities of essential oils in a chlorpyrifos-methyl resistant strain of *Oryzaephilus*

- surinamensis L.(Coleoptera: Silvanidae). *Journal of Stored Products Research*, 38 : 157-166.
150. **Lee S.E, Lee B.H., Choi W.S., Park B.S., Kim J.G., Campbell B.C. 2001.** Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Pest Manag Sci.*, 57 (6): 548-553.
151. Lichtenstein .E.P., 1996. Insecticides occurring naturally in crops.*Adv.Chem.Ser.53*, pp.34-38.
152. **MADR. 2005.** Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques universités Mentouri, Constantine.
153. **Mahadevan .J., 1982.** Biochemical aspects of plant disease resistance, Part I:Performed inhibitory substances. *Today and Tomorrow Printers and Publishers*, New Delhi, India, pp: 425-431.
154. **Makhloufi A ,2002.** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar(*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. These de Doctorat. Spécialité: Microbiologie et sécurité sanitaire des aliments.Universite de Tlemcen, 166p.
155. **Makhloufi. A. 2010.**Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse de DOCTORAT .Faculté des sciences, Laboratoire Produits Naturels .L'universite Aboubaker Belkaid Bechar.
156. **Makhloufi.A, 2011.** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.)et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Microbiologie et sécurité sanitaire des aliments.
157. **Marie Elisabeth. Lucchesi,2005.**Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles : p 17,23,52.
158. **Maruyama .N, Sekimoto Net Ishibashi .H., 2005. Suppression** of neutrophil accumulation in mice by cutaneous application of geranium essential oil. *Journal of inflammation*, Vol. 2, pp. 1- 11.
159. **Mattazi .N, Farah .A, Fadil.M, Chraibi.M, et Fikri Benbrahim.K,2015.** Essential Oils Analysis And Antibacterial Activity Of The Leaves Of *Rosmarinus Officinalis*, *Salvia Officinalis* And *Mentha Piperita* Cultivated In Agadir (Morocco), *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*,ISSN Vol 7- 0975-1491
160. **McCornack B. P, Ragsdale D. W et Venette R. C. , 2004.** Demography of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) at summer temperatures. *Journal of Economic Entomology* 97 : 854-861.
161. **McDonald L.L., Guy R.H., Speirs R.D., 1970.** Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants againts stored product insects. *Marketing Res. Rep. n° 882*. Washington: Agric. Res. Service, US. Dept of Agric.,183p.
162. **Mejholm .O., Dalgaard P., 2002.** Antimicrobial effects of essential oils on the sea foods spoilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34, pp : 27-31.

163. **Meziane.D ., Assami ., Tomao.V ., Ruiz.K ., Youcef Meklati.B ., Chemat. F., 2012.** Geographical Differentiation of Rosemary Based on GC/MS and Fast HPLC Analyses, *Food Anal. Methods* (2013) 6:282–288
164. **Migahid, A.M.; Abd El-Wahab, A.M. and Batanouny, K.H.1972.** Eco – Physiological studies on desert plants VII. Water relation of *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk) Decne . growing in the Egyptian desert. *Oecologia* (Berl.) 10, 79 – 91.
165. **Miller.RH, Pike KS , 2002.** Insects in wheat-based systems. In: Curtis BC, Rajaram S, Gómez Macpherson H (eds). *Bread wheat: improvement and production, plant production and protection series* no. 30, FAO, Rome, pp:367–393.
166. **Moule. C, 1971 .** Phytotechnie Spéciale CÉRÉALES ,Tom II,pp:1-2
167. **Ngamo, L. S. T., and Hance, T. 2007.** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical, *Tropicultura J.*, 25(4): 215-220.
168. **Nicol.J. M , & Rivoal, R. 2008.** Global knowledge and its application for the integrated control and management of nematodes on wheat. In *Integrated management and biocontrol of vegetable and grain crops nematodes* .Springer Netherlands. pp. 251-294.
169. **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
170. OAIC (Office Algérien Interprofessionnel des Céréales), 2013. Note de Conjoncture
171. **Obeng-Ofori, D., Reichmuth, C.H., Bekele, J. and Hassanali, A. 1997.** Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles, *Journal of Applied Entomology*, 121: 237-243.
172. **Okoh O.O., Sadimenko A.P., Afolayan A.J., 2011.** Antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained by hydro-distillation and solvent free microwave extraction. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(20), pp. 4207-4211.
173. **Ormeno .E, Fernandez C, Mevy J.P., 2007.** Plant coexistence Alters terpene emission and content of Mediterranean Species-Phytochemistry.68 pp: 840-852.
174. **Ortiz-Rivas. B & Martínez-Torres. D., 2010.**Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 : 305–317.
175. **Ouibrahim . A., 2010 .** Evaluation de l'effet ant-microbien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, 95p.
176. **Padrini F. et Lucheroni M.T. 1996b.** le grande livre des huiles essentielles .Ed de Vecchi. 115 P.
177. **Padrini F., et Lucheroni M. T., 1996a.** Le grand livre des huiles essentielles : Guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et l'aromassage énergétique avec plus de 100 photographies. *Ed. De Vecchi*, 15 p.
178. Padua L.S., Bunyapraphatsara N., R.H.M.J. Lemmens. 1999 . Plant Resources of South-East Asia No.12.
179. Pharmacopée Européenne, 1997. 3éme édition, Tome 1.

180. **Philogene. B.J.R., Regnault-Roger. C Et Vincent. C, 2008.** Biopesticides d'origine végétale bilan et perspectives, In Regnault-Roger. c., Philogene, B.JR., Vincent, C. (EDS) Biopesticides d'origine végétale, 2eme ed., Lavoisier, Paris. p.1-24
181. **Pibiri M. C., & Seigniez .C., 2001.** Assainissement microbiologique de l'air des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles et leurs effets sur le bien-être des occupants, CISBAT, Lausanne, LESO, EPFL.
182. **Piffaretti .J.,2012.** Différenciation génétique et écologique des populations du puceron *Brachycaudus helichrysi* (Hemiptera : Aphididae) : mise en évidence de deux espèces sœurs aux cycles de vie. Mémoire doctorat : Biologie de l'évolution et écologie. Montpellier : Université Montpellier SupAgro, 260P.
183. **Plantegenest.M., Ralec.A,2007.** Lutter contre les pucerons en respectant l'environnement. *Biofuture.*, **279**: 31-34.
184. **Pollien P., Ott A., Fay L. B., Maignial L., & Chaintreau A.,1998.** Simultaneous distillation extraction: preparative recovery of volatiles under mild conditions in batch or continuous operations. *Flavour and Fragrance Journal*, **13**(6), 413-423.
185. **Prates, H.T., Santos, J.P., Waquil, J.M., Fabris, J.D., Oliveira, A.B. and Foster, J. 1998.** Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhizopertha dominica* (F) and *Tribolium castaneum* (H). *J Stored Prod Res*, **34**(4): 243-249.
186. **Qubbaj . T, Reineke. A, & Zebitz. C. P. W., 2004.** Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. *University of Hohenheim, Institute of Phytomedicine, Germany*.p145: 145-152p
187. **Quezel .P., Santa. S., 1962 .** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1.Ed. CNRS.Paris. 1170 p.
188. **Quézel, P., & Santa, S,1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales : Éditions du Centre national de la Recherche scientifique.
189. **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.
190. **Ragsdale D. W., D. J. Voegtlin et R. J. O'Neil,2004.** Soybean aphid biology in North America. *Annals of the Entomological Society of America* **97** : 204-208.
191. **Ragsdale D. W., McCornack B. P., Venette R. C., Potter B., Macrae I. V., Hodgson E. W., O'Neal M. E., Johnson K. D., O'Neil R. J., Difonzo C. D., Hunt T. E., Glogoza P. A. et Cullen E. M. 2007.** Economic threshold for soybean aphid (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* **100** : 1258-1267.
192. **Raynaud J., 2006.** Prescription et conseil en aromathérapie. Tec et Doc Lavoisier, Paris, pp.148–149.
193. **Regnault- Roger C., 1997.**The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Int Pest Manag Rev*, **2**:1-10.
194. **Regnault-Roger. C., Philogène. B.J.R et Vincent. C, 2008.** Biopesticides d'origine végétale, édition, Lavoisier, Paris. 2ème édition, pp.546,550
195. **Regnault-Roger.C., Philogène B. J.R., & Vincent C.,2002.** Biopesticides d'origines végétales. Tec & Doc Eds, Paris, 337 p..

196. Remaudiere G., Autrique A., Aymonin G., Eastop V.F., Kafurera J., Stary P. et Dedonder R., 1985. Contribution à l'étude des aphides Africains. Ed. FAO, Rome, 214 p
197. **Remaudiere. G., & Remaudiere. M., 1997** .Catalogue des Aphidae du monde of the word's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea. Techn. Et prati., Ed. I.N.R.A.
198. **Rombi M. et Dominique R., 2007**. 120 Plantes médicinales : Composition, mode d'action et intérêt thérapeutique 9ème Ed, Alpen, France. 398 - 399 - 400p.
199. **Ronzon. B., 2006**. Biodiversité et lutte biologique, ENITA C .25p.
200. **Sahraoui .L.,1999**. Polycopé sur la systématique des pucerons. ENSA. El-Harrach, 18p.
201. **Sahraoui N., Hellal A., Boutekedjiret C., Bentahar F., Bessière J.M.,2007**. Antimicrobial activities of essential oil of some Algerian aromatic plants. *International Journal of essential Oil Therapeutics*, Vol. 1, p.p. 83-90.
202. **Saint-pierre. C.A. et Comeau A., 1989**. Déploiement mondial de la résistance génétique des céréales au virus de la jaunisse nanisante de l'orge. *Plantes vivrières tropicales*. Ed. Aupelf-Uree. John Libbey Eurotext, Paris, pp. 107-117.
203. **Salah-Eddine, K.,1990**. Les plantes médicinales en Algérie. 1.
204. **Sanago.R.,2006**. Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako (Mali), 53p.
205. **Santana. O, Fe Anderes. M, Sanz. J, Errahmani . N, Abdeslam. L, Gonsalez-Coloma A.,2014**. Valorisation of essential oils from Moroccan aromatic plants. *Natural Product. Jap Soc Appl Entom Zool*, 34: 351-358
206. **Senthil.N.,Savithag.,Georged.K.,Narmadhaa.,Suganyal.Andchungp.G.,2006**." Efficacy Of Melia Azedarach L. Extract On The Malarial Vector Anopheles Stephensiliston (Diptera:Culicidae)".*Bioresource Technology*,97,1316–1323
207. **Seri-Koussi, B.P., Kanko, C., Aboua, L.R.N., Bekon, K.A., Glitho, A.I., Koukoua, G. et Guessan, Y.T. 2004**. Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé. *C. R. Chimie*, 7: 1043-1046.
208. **Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J. & Sukprakarn C. 1997**. Plants oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33 (1) : 7-15
209. **Sim, M.J., Choi, D.R. and Ahn, Y.J. 2006**. Vapor phase toxicity of plant essential oils to *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of economic entomology*, 99(2): 593-598.
210. **Simon J.C., Jaubert S., Risper C. Et Tagu D., 2007** . La vie sexuée et asexuée des pucerons. *Biofutur* 279, pp.53-56.
211. **Simpson William.T , 1999** .Drying and control of Moisture content and Dimensional changer Gen.Tech. Rep. FPL-GTR-113.Madison , Forest Product Laboratory 463p.
212. **Smallfield B., 2001**. Introduction to growingherbs for essential oils, Medicinal and culinarypurposes. *Crop & Food Research*, 45, 4 p.
213. **So Y.-S., Ji H. C., Brewbaker J. L., 2010**. Resistance to corn leaf aphid (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) in tropical corn (*Zea mays* L.).*Euphytica*, 172:373–381.
214. **Sofowora, A.,2010**. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique: Karthala Editions.

215. **Sutherland. C. A., 2006.** Aphids and Their Relatives. Ed, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico.
216. **Selles .C. 2012 .**Valorisation d'une plante médicinale à activité antidiabétique de la région de Tlemcen : *Anacyclus pyrethrum L.*
217. **Tanya.D, 2002.** Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.
218. **Tapondjou L.A., Adler C., Bouda H. and Fontem D. A. 2002.** Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of stored products research*, vol.38, issue 4, pp. 395-402.
219. **Tapondjou. L. A., Bouda H., Fontem D.A., Zapfack L. Lontsi D., &Z., Benlabed. K., 2005.** Comparative antibacterial activity of five *Lamiaceae* essential oils from Algeria. *The international J. of Aromatherapy*, 15,pp:129-133.
220. **Tedonkeng P.E., Amvam Zollo P.H., Tendonkeng F., Kana J.R., Fongang M.D. et Tapondjou L.A., 2004.** Composition chimique et effet acaricide des huiles essentielles des feuilles de *Chromolaena odorata L. King et Robins*, et d'*Eucalyptus saligna Smith*, sur les tiques *Rhipicephalus innulatus Neumann* de la chèvre naine de Guinée dans l'Ouet-Cameroun. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 16, n°9, pp. 1-7.
221. **Tomova, B.S., Waterhouse J.S., Doberski J. 2005.** The effect of fractionated targets oil volatiles on aphid reproduction. *Entomol Exp Appl.*, 115: 153-159.
222. **Ticli, B,1997.** L'herbier de santé. 1^{ère} édition, Paris, édition VECCHI SAO, 01.206 p.
223. **Tierito-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 .
224. **Tingting .C, Liang .W, Kun. Z,Zhonglong. L et Rong .W, 2017.** The influence of Rosemary plants (*Rosmarinus officinalis*) volatiles on Aphid (*Myzus Persicae*), *Advances in Engineering Research*, volume 120 International Forum on Energy, Environment Science and Materials (IFEESM 2017)
225. Traugott. M., Bell, J. R., Broad, G. R., Powell, W., Van Veen, F. J. F., Vollhardt, I. M. G., & Symondson, W. O. C,2008. *Endoparasitism in cereal aphids: molecular analysis of a whole parasitoid community.* *Molecular Ecology*, 17(17), 3928-3938.
226. **Tupeau-Ait Ighile, Dedryver Ca, Chaubet .B, Hulle.M. 2011.** Les pucerons des grandes cultures:cycles biologiques et activités de vol, Quae, Paris, pp 33,35-47,113.
227. Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine' D.H" Walters, S.M., Webb, D.A., 1972, *Flora Europaea, Diapensiaceae to Myoporaceae*, vol.3, CAMBRIDGE : Ed University press, p-187.
228. **Twidwell E.K, Wagner J.J et Thiex Nancy.J , 2002.** Use a Microwave ovento determine moisture content of forages.Ex Ex 8077 ,02p
229. **VOISIN P., 2004.** Le Souf. Ed. El-Walide, El-Oued. 190p.
230. **Volkl.W., Mackauer, M., Pell, J.K. et Brodeur, J,2007.** Predators, parasitoids and pathogens. Dans van Emden, H. et R. Harrington (dir.), *Aphids as crop pest* (pp. 187-234). Harpenden, UK: CABI.
231. **Vollhardt. I. M., Tschardtke, T., Wäckers, F. L., Bianchi, F. J., & Thies, C,2008.** Diversity of cereal aphid parasitoids in simple and complex landscapes. *Agriculture, ecosystems & environment*, 126(3), 289-292.
232. **Wichtl.M., Anton R., 2003.** Plantes thérapeutiques : 2^{ème}Ed. Lavoisier. p.150-149.

233. **Williams, D. G., 1996.** The Chemistry of Essential Oils: An Introduction for *Aromatherapists*, Beauticians, Retailers & Students (0th Edition ed.): Micelle Pr (October 1, 1996).
234. **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. 204-210.
235. **Yahyaoui .N., 2005.** Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide Des huiles essentielles de *Mentha spicala* L sur *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, 95 p.
236. **Yesil Celiktas O., Hames Kocabas E.E., Bedir E., Vardar Sukan F., Ozek T., Baser K.H.C., 2007.** Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*, Vol. 100, pp. 553-559.
237. **Zambonelli A., D'Aurelio A.Z., Severi A., Benvenuti E., Maggi L., Bianchi A., 2004.** Chemical composition and fungicidal activity of commercial essential oils of *thymus vulgaris* L. *Journal of Essential Oil Research*, Vol. 16, N°. 1, pp. 69-74.

المراجع العربية:

1. عباس، هوازن عبد الله و أسيل طارق جاد و هند وليد صالح و سهام فريخ و محمد خلف و عدنان حافظ سلمان و باسم حسون حسن و عمر عبد الرزاق مصلح. 2013. تحضير تركيبة من مستخلصات نباتية لمكافحة الحشرات الماصة الثاقبة (صديقة البيئة). مجلة جامعة النهرين، المجلد 16، العدد 3، ص 1-5
2. **عبد اللطيف، مها. 2009.** دراسة تأثير الخلاصة الكحولية لأوراق نبات إكليل الجبل *Rosmarinus officinalis* مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 25: 121 – 134. وإفراز الأفلاتوكسين *Aspergillus flavus* في نمو الفطر

Site web :

1. **Arvalis-infos.fr (2020)** : <https://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturelle/strategie-technique-culturelle/article/reconnaitre-les-especes-de-pucerons-qui-colonisent-les-cereales-a-paille-217-168689.html>
2. **Encounters.om, f. (2020).** Rosemary-*Rosmarinus officinalis*. Retrieved from http://www.floralencounters.com/Seeds/seed_detail.jsp?productid=1117
3. **wikipedia.org(2020):**https://ar.m.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%84%D9%81:Algeria_location_map.svg

Annexes

Annexe I

1. Mortalité cumulée de puceron *Rhopalosiphum maidis*

Huile	J \ D	1j	2j	3j	4j	5j	6j
	Constantine 16/02/2020	Témoin	2	5	5	5	6
50µl		8	26	37	42	44	45
100µl		13	29	42	45	45	45
200µl		14	32	44	45	45	45
Tébessa 19/02/2020	Témoin	0	1	5	5	6	6
	50µl	12	25	37	41	43	44
	100µl	12	25	38	42	45	45
	200µl	17	30	45	45	45	45
Oued souf 27/02/2020	Témoin	0	1	3	4	5	7
	50µl	7	18	31	38	43	45
	100µl	11	20	33	41	44	45
	200µl	14	27	42	45	45	45

2. Taux de mortalité de puceron *Rhopalosiphum maidis*

Huile	J \ D	1j	2j	3j	4j	5j	6j
	Constantine	Témoin	4,44	11,11	11,11	11,11	13,33
50µl		17,78	57,78	82,22	93,33	97,78	100
100µl		28,89	64,44	93,33	100	100	100
200µl		31,11	71,11	97,78	100	100	100
Tébessa	Témoin	0	2,22	11,11	11,11	13,33	13,33
	50µl	26,67	55,56	82,22	91,11	95,56	97,78
	100µl	26,67	55,56	84,44	93,33	100	100
	200µl	37,78	66,67	100	100	100	100
Oued souf	Témoin	0	2,22	6,67	8,89	11,11	15,56
	50µl	15,56	40	68,89	84,44	95,56	100
	100µl	22,91	44,44	73,33	91,11	97,78	100
	200µl	31,11	60	93,33	100	100	100

Annexe II:

Les groupes homogènes classées par test Kruskal –Wallis

J \ L'HE	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}
	Les groupes homogènes					
Tébessa	G1: (D0,D1,D2) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0,D1,D2) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0,D1,D2) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)
Constantine	G1: (D0,D1,D2,D3)	G1: (D0,D1,D2,D3)	G1: (D0,D1,D2) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)
Oued souf	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0,D1,D2) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)	G1: (D0) G2: (D1,D2,D3)

Annexe III

Taux de répulsion sur papier filtre des huiles essentielle testées contre les adultes de *R. maidis* et leur classement selon Mc Donald et al., (1970)

Huile	Dose	Moyen d'individus présents dans la partie				Répulsion (%)
		non traitée	ES	Traitée	ES	
Oued souf	2 μ l	10,67	0,33	4,33	0,33	42,26
	4 μ l	11,67	0,88	3,33	0,88	55,60
	12 μ l	13	0,58	2	0,58	73,33
Taux moyens de répulsion						57,06
Classe répulsive						III
Tébessa	2 μ l	10	0,58	5	0,58	33,33
	4 μ l	10,33	0,33	4,67	0,33	37,73
	12 μ l	12,67	1,16	2,33	1,16	68,93
Taux moyens de répulsion						46,66
Classe répulsive						III
Constantine	2 μ l	10,67	1,2	4,33	1,2	42,26
	4 μ l	11,33	0,88	3,67	0,88	51,06
	12 μ l	11,67	0,88	3,33	0,88	55,60
Taux moyens de répulsion						49,64
Classe répulsive						III