

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DE BLIDA 1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master
académique en Sciences de la Nature et de la Vie

Option : Phytopharmacie appliquée

**Evaluation de la stabilité des huiles essentielles dans une
formulation d'un bioproduit : effet de la variation thermique
sur l'activité biocides de principe actif**

Soutenu le : Juillet 2015
Présenté par : Melle SAIDJI Romaiassa

Devant le jury composé de :

M. AROUN M.E.F.	M.A.A.	U.BLIDA 1.	Président du jury
M. DJAZOULI Z.E.	M.C.A.	U.BLIDA 1	Promoteur
M. MOUSSAOUI K.	M.A.B.	U.BLIDA 1.	Co-promoteur
M. NEBRI R.	.M.C.B.	U.BLIDA 1.	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014/2015

Evaluation de la stabilité des huiles essentielles dans une formulation d'un bioproduit : effet de la variation thermique sur l'activité biocides de principe actif

Résumé

Ces dernières années les chercheurs sont orientés vers une nouvelle méthode de lutte alternative de la lutte chimiques, basée sur l'utilisation des extraits végétaux plus précisément les huiles essentielles dans la protection des végétaux.

Dans le présent travail nous avons estimé l'effet de température de stockage sur la stabilité d'un bioproduit formulé à base de l'huile essentielle de menthe pouliot *Mentha pulegium* et sur l'expression de l'activité biocide sur les différentes formes biologiques du puceron noire de la fève *Aphis fabae*.

Les résultats montrent que l'huile essentielle formulée de menthe pouliot provoque un effet de choc remarquable sur les larves des insectes traité par rapport à ceux des adultes. La comparaison des effectifs d'abondance globale présente une différence significative entre le témoin et les autres blocs expérimentaux, en revanche le type de stockage n'influence pas l'efficacité des huiles essentielles formulées

Le traitement stocké en températures ambiante et négative présente un taux de mortalité journalière plus important par comparaison au bioproduit stocké en température positive. On remarque aussi que le traitement stocké dans température ambiante a un effet toxique plus fort que les autres traitements

Mots clés :

Aphis fabae , , huile essentielle , stabilité , température , menthe pouliot

Evaluation of the stability of essential oils in a formulation of a bioproduct: effect of temperature variation on the biocidal activity of the active ingredient

Abstract

In recent years, researchers are oriented towards a new alternative method control of chemical control, based on the use of extracts plants more precisely the essential oil in protection of the plant.

In the present work, we estimated the effect of storage temperature on the stability of a bioproduct formulation based essentially on oil pennyroyal *Mentha pulegium* and the expression of the biocidal activity on different biological forms of black bean aphid *Aphis fabae*.

The results showed that the essential oil of pennyroyal causes made a remarkable impact effect on insect larvae treated compared to those of adults. Comparing the numbers of overall abundance presents a significant difference between the control and other experimental blocks, however the type of storage does not influence the effectiveness of essential oils formulated

Treatment stored in ambient temperatures and negative has a larger daily mortality rate compared to the bioproduct stored positive temperature On also note that the treatment stored in room temperature has a toxic effect than the other treatments

Keywords:

Aphis fabae, essential oil, stability, temperature, pennyroyal

تقييم استقرار الزيوت الأساسية في التركيبة الحيوية: تأثير اختلاف درجة حرارة التخزين على نشاط مبيد الأحياء من العنصر النشط

ملخص

في السنوات الأخيرة توجه الباحثين نحو استخدام طرق بديلة عن المكافحة الكيميائية والتي تقوم على استخدام مستخلصات النباتات بشكل أدق الزيوت الأساسية في وقاية النباتات

في العمل الحالي قدرنا تأثير درجة حرارة التخزين على استقرار التركيبة الحيوية التي تقوم أساسا على الزيت الأساسية لنوع من النعناع الجبلي والتعبير عن نشاطه كمبيد الأحياء في النماذج البيولوجية المختلفة للمن *Aphis fabae*.

وأظهرت النتائج أن للتركيبة الحيوية للنعناع الجبلي تأثير ملحوظ على يرقات الحشرات المعالجة مقارنة مع الكبار. وأن درجة حرارة التخزين لا تؤثر على فعالية الزيوت الأساسية

للعلاج المخزن في درجة حرارة الجو المحيط ودرجة الحرارة السلبية معدل وفيات يومي أكبر مقارنة مع المنتجات الحيوية المخزنة في درجة الحرارة الإيجابية. نلاحظ أيضا أن العلاج المخزن في درجة حرارة الجو المحيط لديها تأثير سام أكثر من العلاجات الأخرى

الكلمات المفتاحية:

Aphis fabae الزيوت الأساسية ، الاستقرار ، درجة الحرارة النعناع الجبلي

Remerciements

En premier lieu je remercie Dieu le tout puissant m'avoir donné le courage, la volonté, la force et la patience pour bien mener ce modeste travail

Mes vifs remerciements et mes respects vont à **Mr. AROUN M.E.F.** qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

Je remercie très sincèrement **Mr. NEBRI R.** D'avoir bien voulu accepter d'être membre de jury et d'examiner ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude, mes sincères remerciements, ma reconnaissance et mes respects à mon promoteur **Dr. DJAZOULI Z.E.** qui m'a fait l'honneur de bien vouloir encadrer et diriger ce travail et pour sa compréhension ses orientations instructives sa disponibilité tout au long de ce travaille

Mes sincères remerciements vont à mon Co-promoteur **Mr. MOUSSAOUI K.** pour son aide et ses conseils et surtout pour son soutien tout au long de ce travail.

À tous mes enseignants et mes professeurs qui ont assuré ma formation sans oublier les personnels du département Biotechnologie de Blida1.

Aux personnels de laboratoire Phytopharmacie pour leur disponibilité et leur compréhension en particulier M^r BENMALEM et M^{elle} DJMAI.

Je remercie également mes très chère parents qui m'ont soutenu le long de mes années d'études avec amour et patience et qui ont sacrifié de tout pour me voir heureuse et réussie, que dieu vous garde pour moi « Inchallah ».

Je remercie vivement mes sœurs et mes frères pour leurs soutiens et encouragements.

A tous mes ami(e)s retrouve mes sincères remerciements de m'avoir soutenue par leur sympathie.

Enfin, j'exprime ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont aidée d'un sourire, d'une critique, d'un encouragement ou d'un service.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail Aux deux être le plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour pour nous couvrir de leur amour, mes parents. A mon père pour son patient avec moi et son encouragement A ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère ; Que dieu garde en bonne santé a moi ichallah

A mes grands-parents paternels et maternels pour m'avoir toujours encouragé, aidé et laissé une grande liberté de pensée et d'action. Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond respect et de ma profonde gratitude. Puisse Dieu, Le Tout Puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

A mes chère sœurs KHADIDJA, ASMA et HADJER leurs époux KAMEL DJAMEL et MOUHAMED

A mes chère frères OUSSAMA, MOUHAMED et ABDOU. Ames chère nièces et neveux ABDERAOUF, MAHDI, EMRAN AMIR, ABDELLAH, MOUHAMED AYOUB et AMIRA MAISSA

A mes oncles et tantes en particulier MERZAK HAKIM et RABEA pour leur confiance, soutien, aide et conseils toujours précieux, que ce travail soit le témoignage de ma reconnaissance, de mon profond respect et de mon amour sincère.

A tous mes amis (es) en particulier HADJER, MERJEM, RATIBA AMINA et IMEN

Romaïssa.....

Sommaire

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des figures et illustrations graphiques	
Liste des tableaux	
Liste des Abréviations	
Introduction générale	14
Première partie : Etude bibliographique	
Chapitre I : les huiles essentielles	
I.1. Historique	16
I.2. Définition	16
I.3. Répartition, localisation des huiles essentielles.....	16
I.4. Propriétés physico-chimiques.....	17
I.5. Composition chimiques.....	17
I.6. facteurs influençant sur la composition chimiques	18
I.7. Stabilité des huiles essentielles.....	18
I.8. Méthodes d'extractions	18
I.8.1 L'entraînement à la vapeur d'eau.....	18
I.8.2 Hydrodistillation.....	19
I.8.3 Expression à froid	19
I.9. Activités biologiques des huiles essentielles	20
I.9.1 En phytothérapie.....	20
I.9.2 En agroalimentaire.....	20
I.10. formulations des huiles essentielles.....	21
Chapitre II : Présentation de <i>Mentha pulegium</i> (L.)	
II.1. Description de <i>Mentha pulegium</i>	22
II.2. Noms vernaculaires.....	22
II.3. Position systématique.....	22
II.4. Lieux de végétation et culture	23
II.5. Les huiles essentielles de menthe.....	23
II.6. Composition chimique.....	23
II.7. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de menthe.	24
II.8. Utilisation des menthes.....	24
II.8.1 Utilisation en parfumerie et cosmétique.....	24
II.8.2 Utilisation dans la pharmacopée traditionnelle.....	24
II.8.3 Utilisations culinaires.....	24
II.8.4 Utilisations en agriculture.....	25
Chapitre III : Présentation du puceron noire <i>Aphis fabae</i>	
III.1. Position systématique	26
III.2. Description morphologique.....	26
III.2.1. Forme aptère	26

III.2.2.	Forme ailée	26
III.3.	Plantes hôtes	27
III.4.	Cycle biologique	27
III.5.	Dégâts	28
III.6.	Moyens de lutte.....	28
III.6.1.	Moyens cultureux	29
III.6.2.	Moyens biologiques.....	29
III.6.3.	Moyens chimiques	29
Deuxième partie : partie expérimentale		
Chapitre IV : matériel et méthodes		
IV.1.	Objectif.....	31
IV.2.	présentation et climat de la région d'étude.....	31
IV.3.	Présentation du site d'étude et conditions expérimentales	32
IV.4.	Matériel biologique	33
IV.4.1.	Obtention des plantules de fève.....	33
IV.4.2.	Obtention des populations infestantes du puceron noire de la fève	33
IV.4.3.	Obtention des huiles essentielles.....	34
IV.4.3.1.	Séchage de plante.....	34
IV.4.3.2.	Extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur.....	34
IV.5	Formulation de traitement.....	34
IV.6.	Méthodes d'étude	34
IV.6.1	Dispositif expérimentale.....	34
IV.6.2.	Echantillonnage	35
IV.6.3	Estimation du rendement en huile essentielle.....	36
IV.6.4	Estimation de la densité.....	36
IV.6.5	Estimation de la mortalité journalière.....	36
IV.6.6	Estimation des populations résiduelles.....	37
IV.6.7	Estimation de la fécondité.....	37
IV.7.	Analyse statistique des données.....	37
Chapitre V : Résultats		
V.1.	Evaluation du rendement de l'huile essentielle.....	38
V.2.	Evaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de <i>Menthe pouliot</i> sur l'abondance des populations d' <i>Aphis fabae</i>	38
V.3.	Disponibilité comparée des populations d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet du régime de stockage des bioproduits formulés.....	44
V.4.	Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur la densité des populations et des formes biologiques d' <i>Aphis fabae</i>	44
V.5.	Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur la mortalité journalière des populations d' <i>Aphis fabae</i>	47
V.5.1.	La mortalité journalière des populations globale	47
V.5.2.	La mortalité journalière des jeunes larves	48
V.5.3.	La mortalité journalière des populations globales des adultes	49
V.6.	Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur les populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	50

V.7. Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur la fécondité des femelles d' <i>Aphis fabae</i>	53
Discussions générale	54
Conclusion générale	57
Références bibliographiques	58

Liste des figures et des illustrations graphiques

Figure 1	Structure chimique d'un isoprène	17
Figure 2	Schéma du principe de la technique d'hydrodistillations(Lucchesi, 2005).....	19
Figure 3	<i>Mentha pulegium</i> (originale 2015).....	22
Figure 4	Forme aptère d' <i>Aphis fabae</i> Gr 10x4 (originale 2015).....	26
Figure 5	Forme ailée d' <i>Aphis fabae</i> Gr 10x4 (originale 2015).....	27
Figure 6	Cycle de vie d' <i>Aphis fabae</i> (Anonyme, 2014).....	28
Figure 7	Localisation géographique de la plaine de Mitidja.....	31
Figure 8	Présentation du site d'étude expérimentale.....	32
Figure 9	Présentation de matériel biologique végétale.....	33
Figure 10	Infestation artificielle des plantules de fève.....	33
Figure 11	Partie récoltée de la menthe pouliot (originale 2015).....	34
Figure 12	schéma représentatif de la logique de traitement appliqué.....	35
Figure 13	forme biologique d' <i>Aphis fabae</i> (originale 2015).....	36
Figure14	Evaluation temporelle de l'effet biocide de l'huile essentielle formulée de menthe pouliot stockée à différentes températures.....	39
Figure15	Evaluation temporelle de l'effet biocide d'huile essentielle formulée de menthe pouliot stockée à différentes températures sur les adultes d' <i>Aphis fabae</i>	42
Figure 16	Effet s comparé de l'activité biocide des bioproduits.....	45
Figure 17	Effets comparé des bioproduits sur la densité globale et larvaire d' <i>Aphis fabae</i>	46
Figure18	la mortalité journalière de population globale.....	47
Figure19	la mortalité journalière des jeunes larves.....	48
Figure20	la mortalité journalière des adultes.....	49
Figure21	Fluctuation des populations résiduelles sous l'effet du bioproduit stocké à différents régimes thermique.....	52
Figure22	Effet du bioproduit stocké à différents régimes thermique sur la fécondité d' <i>Aphis fabae</i>	49

Liste des tableaux

Tableau 1	Composition des huiles essentielles extraites de <i>Mentha pulegium</i> (en %)	23
Tableau 2	Evaluation de la toxicité des huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance globale des populations d' <i>Aphis fabae</i>	40
Tableau 3	Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des populations larvaires d' <i>Aphis fabae</i>	40
Tableau 4	Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des jeunes larves d' <i>Aphis fabae</i>	41
Tableau 5	Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des adultes d' <i>Aphis fabae</i>	43
Tableau 6	Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des adultes aptères d' <i>Aphis fabae</i>	43
Tableau 7	Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des adultes ailées d' <i>Aphis fabae</i>	43

Liste des Abréviations

HE	Huile essentielle
PR	Population résiduelle
Re	Rendement
tem	Témoin
tem*	Température ambiante $\approx 20^{\circ}\text{C}$,
tem-	Température négative $\approx -20\text{C}$
tem+	Température positive $\approx +40\text{C}$

Introduction générale

Introduction générale

Avec la révolution dans le domaine agro-alimentaire, l'espèce humaine doit maximiser sa production alimentaire afin d'assurer une alimentation adéquate de la population mondiale. Pour se faire elle doit réduire l'abondance des espèces qui sont en compétition alimentaire avec elle.

Les Aphides sont considérés comme des ravageurs de toute première importance ayant une capacité extraordinaire de multiplication de migration d'un végétal à un autre condition qui facilitent d'une façon très importante leur pullulation (**Billiotti, 1977 in Haif, 1997**)

La lutte contre les ennemis des cultures est basée sur l'utilisation des pesticides de synthèse. L'usage de ces pesticides chimiques a souvent causé un accroissement de la résistance des insectes, la disparition des populations d'insectes non cibles, la neutralisation de la vie du sol et la pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques (**Chandrashekar et Srinivasa, 2003 ; Ouedraogo, 2004 ; Camara, 2009**).

Les huiles essentielles sont potentiellement efficaces en industries agroalimentaires, également dans le domaine de la phytoprotection à la place des insecticides et fongicides chimiques (**Negi et al., 2005**). Elles constituent donc une source intéressante de nouveaux composés dans la recherche de molécules bioactives (**Sell, 2006**).

Il existe beaucoup de facteurs influencent la composition chimique de l'huile essentielle. La température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol sont autant de facteurs d'ordre environnementale susceptibles d'exercer des modifications chimiques par exemple chez la *Mentha piperita* les nuits froides favorisent la formation de menthol alors que les nuits tempérées favorisent celle du menthofuranne (**Bruneton, 1999**).

L'objectif de ce travail est d'estimer l'effet de la température de stockage sur la stabilité d'un bioproduit formulé à base de l'huile essentielle de menthe pouliot *Mentha pulegium* et sur l'expression de l'activité biocide sur les populations d'*Aphis fabae*

Dans ce contexte nous avons essayé de répondre à certaines questions d'hypothèses

Quel serait l'impact de la variation thermique de stockage des huiles essentielles formulées sur leur activité biocide ?

Quel serait l'impact des huiles essentielles stockées sur les différentes formes biologiques d'*Aphis fabae* ?

Première partie :

Etude bibliographique

Chapitre I : Les huiles essentielles

I.1. Historique

Les huiles essentielles sont rencontrées dans diverses familles botaniques, elles sont largement répandues dans le monde végétal et se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles (**Richter, 1993**). Ces huiles essentielles sont des substances naturelles existant depuis l'antiquité ; Les arômes et les parfums furent parmi les premiers signes de la reconnaissance qui marquèrent la vie de l'homme (**Mengal et al., 1993**). La médecine était basée sur une grande connaissance de l'herboristerie et de la botanique, les quelles permettaient de lutter efficacement contre les divers maux dont souffraient les patients (**Ausloos, 2002**).

I.2. Définition

Ce sont des produits odorants de composition chimique complexes renfermant des principes actifs volatiles et contenus dans les végétaux. Toutes les parties de la plante peuvent contenir des huiles essentielles dans des vésicules spécialisées (**Charpentier et al., 2008**).

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 (1996)**, 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.

I.3. Répartition, localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles n'ont pas une présence générale chez les végétaux. Environ 1% des espèces élaborent des essences. Certaines familles se caractérisent par un grand nombre d'espèces qu'elles regroupent en particulier dans les familles : Myrtaceae, Lauraceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apocynaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Piperaceae (**Mohammedi, 2006**).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante. Les poils glandulaires épidermiques rencontrés souvent chez les Labiaceae, Geraniaceae, et Rutaceae, ils produisent les essences dites superficielles. Les organes sécréteurs sous-cutanés comprenant les cellules et

les poches sécrétrices qui sont généralement disséminées au sein du tissu végétale chez les Umbelliferae Apiaceae ou Asteraceae .

Les essences dans les plant peuvent être stockées dans divers organes : fleurs (origan), feuilles (citronnelle, Eucalyptus), écorce (cannelier) , bios (bios de rose, santal), racines (vétiver), rhizomes (acore, gingembre), sève (encens ,myrte),bourgeons (pin),fruit(badiane) ou graines (carvi). Plusieurs catégories de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément chez une espèce, voire dans un même organe (**Bruneton, 1999**).

I.4.Propriétés physico-chimiques

Les huiles essentielles sont des substances liquides à température ambiante, ayant une odeur souvent forte et très caractéristique. En général, elles sont incolores à jaune pâle à quelques exceptions telles que l'huile essentielle de camomille dont la couleur bleu clair. Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques mais peu soluble dans l'eau (**Bernard et al., 1988**).

Leurs densité est inférieure à l'unité (eau), l'exception faite des huiles essentielles de cannelle, de girofle et de saffran. Elles sont extrêmement volatiles et perdent rapidement leurs propriétés lorsqu'elles sont exposées au soleil ou à la chaleur, elles doivent être présentées dans des flacons ombrés pour une meilleure protection (**Bruneton, 1993**).

I.5.Composition chimiques

Selon **Bones et Rossiter (1996)**, la composition chimique des huiles essentielles est assez complexe. Les composés terpéniques et aromatiques représentant les principaux constituants (Fig. 1). Ce sont des molécules très volatiles, de structure extrêmement complexe, synthétisées à partir d'unités méthyle-2-buta-1,3-diène (isoprène) qui possèdent non seulement un rôle écologique lors des interactions végétales, comme agents allélopathiques (c'est-à-dire inhibiteur de la germination) mais aussi lors des interactions végétal-animal, comme agent de protection contre les prédateurs tels que les insectes. Ils interviennent également, par leurs odeurs caractéristiques, dans l'attraction de pollinisateurs (**Langenheim, 1969**).

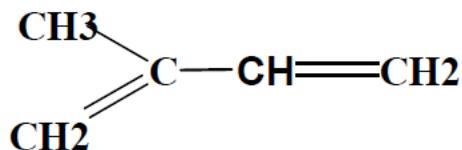


Figure 1: Structure chimique d'un isoprène

Les diverses combinaisons de ces unités, par réaction d'additions, conduisent aux terpènes, sesquiterpènes, diterpènes, mais aussi à leurs produits d'oxydation tels que les alcools, aldéhydes, cétones, éther et ester terpéniques, qui jouent un rôle prépondérant dans l'efficacité de leurs activités biologiques. Parmi les composants majoritaires des huiles essentielles, nous trouvons les terpénoïdes (**Isman, 2002 et Hernandez, 2007**).

I.6.Facteurs influençant la composition chimique

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant de nombreuses conditions : l'environnement climatique, la localisation, le génotype, l'origine géographique, la période de récolte, le séchage, le lieu de séchage, la température et la durée de séchage, les parasites, les virus et mauvaises herbes (**Svaboda et Hampson, 1999**)

C'est ainsi que l'action des huiles essentielles est le résultat de l'effet combiné de leurs composés actifs et inactifs, ces derniers (composés inactifs) pourraient influencer la disponibilité biologique des composés actifs et plusieurs composants actifs pourraient avoir un effet synergique (**Azalenko, 2005**). Ajouter à la complexité d'huiles volatiles (**Svaboda et Hampson, 1999**). Les proportions des différents constituants d'une huile essentielle peuvent varier de façon importante tout au long du développement, aussi les chimiotypes ou races chimiques sont très fréquents chez les plantes aromatiques ; exemple : on compte pour *Thymus vulgaris* espèce morphologiquement homogène sept chimiotypes différents (**Bruneton, 1999**).

I.7.Stabilité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont volatiles et généralement très sensibles aux phénomènes d'oxydation. Elles sont souvent associées à d'autres substances, telle que les gommes et les résines et tendent même à se résinifier par exposition à l'air. Ces phénomènes d'altération modifient fortement la composition chimique des huiles essentielles. Les procédés qui conduisent à l'altération naturelle sont en général les activités causées par la chaleur et l'oxygène (O₂) de l'air et sont catalysées par la lumière et la présence de certains métaux. Les procédés conduisant à l'altération naturelle sont en général les activités causées par la chaleur et l'oxygène de l'air et sont catalysées par la lumière et la présence de certains métaux. Ils conduisent à une multitude de produits oxygénés souvent très différents (**Chiron, 1996**).

I.8.Méthodes d'extractions

I.8.1. Entraînement à la vapeur d'eau

Le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur. Les vapeurs saturées en composé volatils sont condensées puis décantées avant d'être séparées en une phase aqueuse et une phase organique (H.E.). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétal, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes de dégradation comme les hydrolyses. **(Bruneton, 1999)**

I.8.2. Hydrodistillation

L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité **(Bruneton, 1993)** (Fig.2).

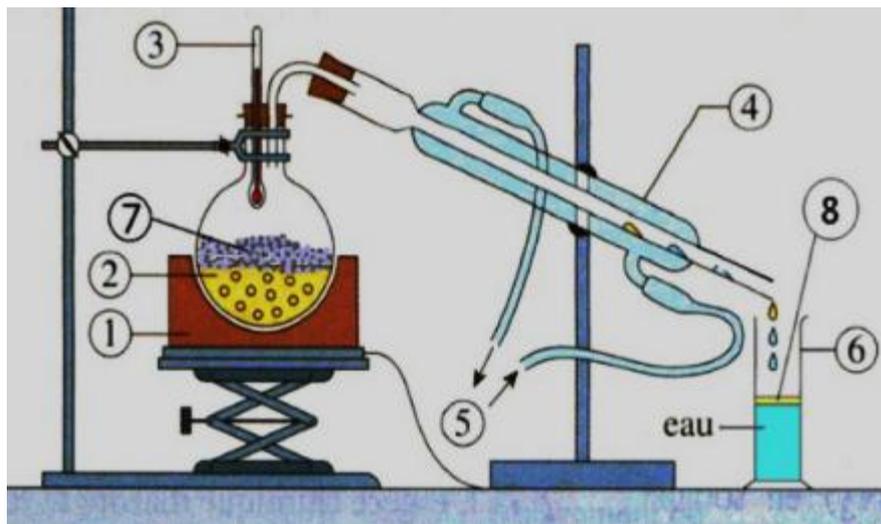


Figure 2 : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillations (Lucchesi, 2005)

1-chauffe ballon, 2-ballon, 3-thermomètre, 4-réfrigérant, 5-entrée et sortie d'eau, 6-erlenmeyer, 7-la matière végétale, 8-la couche d'HE

I.8.3.Expression à froid

Les huiles essentielles de fruits d'hespéridés ou encore d'agrumes ont une très grande importance dans l'industrie des parfums et des cosmétiques. Cependant ce sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes et aldéhydes. C'est pourquoi, spécifiquement pour cette catégorie de matière première, est utilisé un procédé totalement différent d'une distillation classique, qui est l'expression à froid. Le principe de cette technique est basé sur la rupture ou la dilacération des parois des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits et sur la pression du contenu de ces sacs sur les parois **(Martini et Seiller ,1999)**.

I.9. Activités biologiques des huiles essentielles

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

I.9.1. En phytothérapie

Elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanaliaires (**Pellecuer et al., 1980**) ou au niveau de la microflore vaginale (**Viollon et Choumont, 1994**) et d'origine fongique contre les dermatophytes (**Choumont et Leger, 1989**). Cependant, elles possèdent également, des propriétés cytotoxiques (**Sivropoulou et al., 1995**) qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre.

I.9.2. En agroalimentaire

Dans les domaines phytosanitaire et agro-alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes (**Zombonelli et al., 2004**) et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires (**Mongena et Muyima, 1999**).

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**).

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 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 et Soltani ,2005**).

I.10. Formulation des huiles essentielles

D'après **Guichard (2005)**, les formulations des substances actives et l'ajout éventuel d'adjuvants lors de la préparation de la bouillie qui visent à améliorer l'efficacité du produit, peuvent avoir des effets négatifs ou contradictoires sur les risques de pertes.

Les adjuvants ont un rôle dans l'amélioration, la performance des principes actifs en permettant notamment une réduction des doses d'emploi, limitant ainsi leur impact sur la faune et la flore. Pour pallier aux problèmes de pertes lors de l'utilisation des produits phytosanitaires, il est nécessaire d'en modifier les propriétés physico-chimiques. Il est également intéressant et utile d'améliorer la sécurité et la commodité d'emploi de ces produits, leur stabilité et éventuellement leur capacité à pénétrer dans le végétal **Holloway (1993)**.

Selon **Holloway (1990)** on peut classer ces adjuvants en fonction de leur utilisation et de leur mode d'action. Par exemple les agents modifiants peuvent être additionnés au produit afin de modifier les propriétés physico-chimiques de celui-ci. Ils agissent essentiellement en abaissant la tension superficielle du liquide. Ils seront utilisés pour limiter les problèmes d'évaporation et pour améliorer le pouvoir mouillant (glissement et rétention) des solutions.

Chapitre II : Présentation de *Mentha pulegium* (L.)

II.1. Description de *Mentha pulegium*

Mentha pulegium (L.) est une plante odorante qui appartient à la famille des Lamiacées, est très répandue dans le nord de l'Europe, dans la région méditerranéenne et dans l'Asie (Quezel & Santa, 1963 ; Marotti *et al.*, 1994).

C'est une plante de 10 -30 cm à inflorescence formée de nombreux verticillatres denses, feuillés et distants (Quezel & Santa, 1963) (Fig.3.). Sa saveur est fortement aromatique et son odeur est intense. Le nom de pulegium vient de latin de pulex, la puce car la plante à la propriété d'éloigner les puces (Bekhechi, 2008).



Figure 3 : *Mentha pulegium* (originale 2015)

II.2. Noms vernaculaires

Mentha pulegium est connue dans le monde sous les noms vernaculaires suivants :

En français : Menthe pouliot (Lemordant *et al.*, 1977).

En arabe : Feliou (Quezel & Santa, 1963), Fliou (Lemordant *et al.*, 1977 ; Bellakhdar, 1978).

II.3. Position systématique

D'après Quezel *et Santa* (1963) ; Guignard & Dupont (2004), la systématique de *Mentha pulegium* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous-classe : Gamopétales.
- Ordre : Lamiales
- Famille : **Lamiacées**

- Genre : **Mentha**
- Espèce : ***Mentha pulegium* (L.)**

II.4. Lieux de végétation et culture

Les menthes sont des plantes vivaces, susceptibles de se produire à partir de rhizomes et par marcottage. Dans leur ensemble, les menthes apprécient des situations fraîches, moyennement éclairées, des soles riches en bases et en éléments nutritifs, plutôt de pH neutre. La menthe ne peut se multiplier par l'intermédiaire de ses stolons. En Algérie *Mentha pulegium* est très abondante et pousse spontanément (Quezel & Santa, 1963).

II.5. Les huiles essentielles de menthe

Bien que la menthe est connue au moins de deux mille ans ainsi qu'elle est cultivée et utilisée actuellement dans le monde entier, elle occupe une place très appropriée chez les chercheurs scientifiques ainsi que chez les consommateurs. De nombreux travaux ont été effectués sur les différentes espèces de menthe pour connaître la composition chimique et les propriétés physico-chimiques de l'essence extraite.

II.6. Composition chimique

La composition chimique des huiles essentielles de *M. pulegium* a fait l'objet de plusieurs travaux (Pino et al., 1996, Baser et al., 1999; Chalchat et al., 2000 et Lorenzo et al., 2002;) et la pulégone a été obtenu comme constituant majoritaire avec un pourcentage variant de 25-92%. (Voutchkov et Yontchev, 1979, Cravo , 1991) (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition des huiles essentielles extraites de *Mentha pulegium* (en %)

Composés	Lawrence (1978) Espagne	Sivropoulou et al. (1996) Grèce	Beghidja et al. (2007) Jijel (route de Bejaia)	Bekhechi (2008) Région de Pierre du chat
α-pinène	0,3	-	0,18	0,3
β-pinène	0,4	-	0,4	0,2
Sabinène	0,3	-	0,14	-
Myrcène	0,1	-	0,12	-
Limonène	0,7	-	1,17	0,7
1,8-cinéole	0,4	-	0,18	0,2
p-cymène	0,2	-	0,04	0,1
Isomenthone	8,6	4,5	0,02	0,4
Pipéritone	0,2	1,9	0,3	0,5
Pipériténone	2,5	-	0,28	3,9
Menthone	16	1,0	0,6	10,9
Pulégone	79,4	44,7	87,3	75,8

II.7. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de menthe

A la température de 15°C toutes les essences de menthe sont liquides. L'odeur est particulièrement caractéristique ; les essences fraîchement extraites ont généralement une odeur moins forte que celles qui ont déjà subi pendant quelques temps l'action de l'oxygène de l'air. La saveur est le plus souvent forte et aromatique laissant une sensation de fraîcheur. Par ailleurs, il est très difficile de formuler les limites de valeur pour les constantes physiques de l'essence de menthe vue l'existence de nombreuses variétés et l'influence de certains facteurs sur les caractères comme la saison de récolte, le degré de maturité et le mode d'extraction (**Zombonelli et al., 2004**).

II.8. Utilisation des menthes

II.8.1. Utilisation en parfumerie et cosmétique

Depuis l'antiquité, on utilise la menthe pour parfumer le corps et les temples. Les Grecs utilisaient cette plante comme étant un signe de bienvenue. En Inde, elle est utilisée comme un symbole des marchands de parfum. Actuellement, elle est utilisée dans la fabrication des dentifrices, des déodorants, des parfums, des eaux de parfums et des savons de toilette (**Benayad ,2008**).

II.8.2. Utilisation dans la pharmacopée traditionnelle

La menthe est utilisée en infusion comme analgésique, antiseptique des voies respiratoires et digestives, contre la grippe et le rhume, les nausées, les maux de dents et les piqûres d'insectes. *M. pulegium* est utilisée en médecine traditionnelle en tant qu'antispasmodique, carminative, diaphorétique, emménagogue, sédative, aromatique, stimulant et stomachique (**Simon ,1983**). Vu son odeur très agréable, l'huile essentielle de *M. pulegium* est utilisée en cosmétique.

Si elle est avalée, elle peut être toxique et causer des nausées, vomissements, diarrées, dépression, stimulations et convulsions. L'essence de *Mentha pulegium* est utilisée comme aromatisant et pour son parfum (savons, dentifrice, etc.) ainsi que comme répulsif d'insectes (shampooings et poudres pour animaux, essence pure, etc.). La pulégone, composé majoritaire de *Mentha pulegium*, est utilisée comme matière première pour la synthèse du menthol (**Sivropoulou et al., 1996**).

II.8.3. Utilisations culinaires

Les menthes sont utilisées dans les boissons : alcools, liqueurs, sirops, vinaigres, aromatisant le vin, parfumant le thé en Afrique et au Moyen Orient. Comme elle peut être utilisé dans les condimentaire : grillades, salades, fromages frais, pâtes et accompagnement des viandes et des légumes, Dessert : accompagnement des fruits,

glaces, aromatisant les confitures, Sauce : sauce à la menthe en Angleterre et sauces épicées en Inde (**Brada, 2007**).

II.8.4. Utilisations en agriculture

Les menthes sont utilisés en agriculture comme agent de protection contre les insectes des denrées stocké, selon **Benayad (2008)**, les huiles essentielles de menthe ont une activité insecticide certes qui été testé sur deux espèces d'insectes : *Sitophilus oryzae* et *Rhizopertha dominica*.

Chapitre III : Présentation du puceron noire *Aphis fabae*

III.1.Position systématique

Aphis fabae scop., appartient au super ordre des héminoptéroïdes, et à l'ordre des homoptères. Ils forment un groupe important, non en raison de l'importance numérique des espèces mais surtout pour leurs nombreuses particularités biologiques et pour leur importance économique qui découle de leur pullulation (**Grasse, 1951**). au sous ordre des Aphidini, à la super famille des Aphididoidés, à la famille des Aphidés qui renferme la majorité des espèces que nous rencontrons sur les plantes cultivés, les plantes adventices des vergers et des cultures (**Balachowsky et Mesnil, 1935**) , à la sous famille des Aphidinés, à laquelle appartient l'espèce *Aphis fabae* scop . (**Heie, 1986**)

III.2.Description morphologique

III.2.1. Forme aptère

La forme aptère du puceron noir de la fève *A. fabae* mesure environ 2mm (**Hullé et al., 1999**). Elle est de couleur verte olive foncé à noir mat et recouverte d'une forte sécrétion cireuse blanche. Les cornicules sont coniques nettement plus longues que la cauda Cette dernière est digitiforme et trapue (**Leclant, 1999**) (Fig. 4).



Figure 4 : Forme aptère d'*Aphis fabae* Gr 10x4 (originale 2015)

III.2.2. Forme ailée

Sous sa forme ailée, *A. fabae* est plus allongée que l'aptere. Elle est de couleur sombre, avec des antennes courtes et qui représentent environ les deux tiers de la longueur du corps (**Hullé et al., 1999**). D'après **Leclant (1999)**, le troisième article antennaire

porte un grand nombre de sensoria secondaires disposés irrégulièrement. Parfois il existe quelques sensoria sur le quatrième article antennaire. L'abdomen de l'ailé est souvent orné de bandes pigmentées à contour irrégulier mais jamais fusionnées pour former une plaque (Fig. 5).



Figure 5 : Forme ailée d'*Aphis fabae* Gr 10x4 (originale 2015)

III.3. Plantes hôtes

Ce puceron est très polyphage. Il peut vivre sur plus de 200 plantes hôtes. Les hôtes primaires sont principalement des arbustes : Fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*), la boule de neige (*Viburnum opulus*) et seringat (*Philadelphus coronarius*). Ses plantes hôtes secondaires peuvent appartenir aux Fabacées, Chénopodiacées, Astéracées, Brassicacées, Solanacées, ainsi que diverses cultures florales et ornementales (**Hullé et al., 1999**).

III.4. Cycle biologique

Le puceron noir de la fève est doecique (**Bohec et al., 1981; Hullé et al., 1999**). Il alterne son développement entre son hôte primaire, en général le Fusain, et ses hôtes secondaires, des plantes herbacées appartenant à de très nombreuses familles botaniques. Dès le mois de mars, après l'éclosion des œufs d'hiver, plusieurs générations parthénogénétiques se développent sur l'hôte primaire. La proportion d'ailés augmente alors au sein des colonies. Les premiers ailés s'observent au cours du mois d'avril. Ces individus seront à l'origine de colonies en manchons parfois très

denses sur les plantes hôtes secondaires sauvages et cultivées. Les ailés impliqués dans la reproduction sexuée apparaissent à l'automne et regagnent l'hôte primaire. La fécondation et la ponte intervenant au courant du mois d'octobre. La reproduction sexuée n'est pas toujours obligatoire chez ce puceron. Dans les régions à climat doux, des populations peuvent de maintenir tout l'hiver sur des hôtes secondaires en continuant à se multiplier par parthénogenèse (Hullé *et al.*, 1999) (Fig. 6).

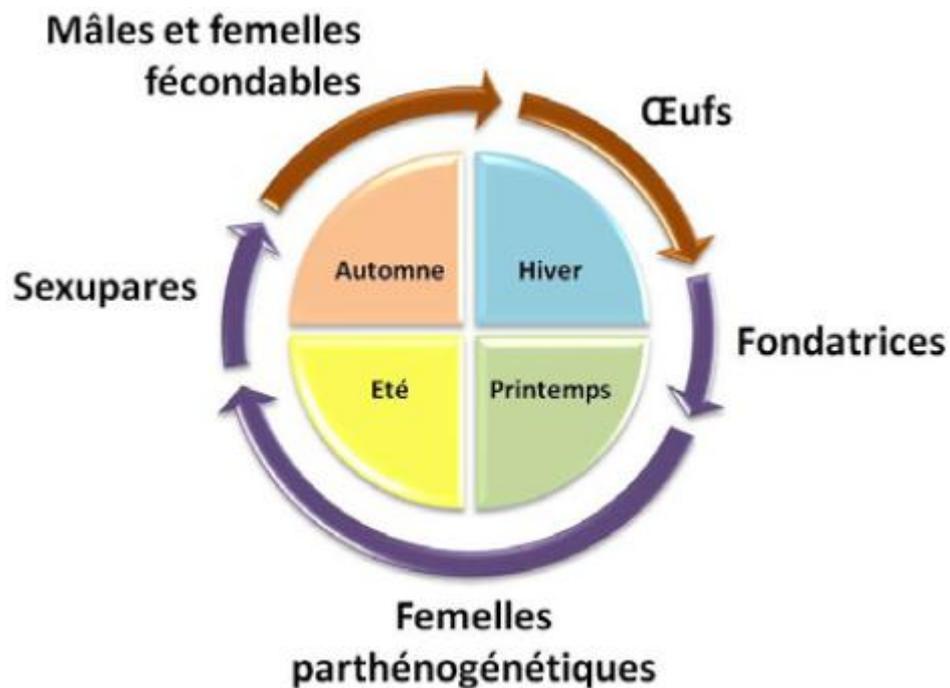


Figure 6 : Cycle de vie d'*Aphis fabae* (Anonyme, 2006)

III.5. Dégâts

La présence de milliers d'individus sur une même plante peut causer des dégâts importants. La croissance de la plante s'en trouve altérée et les fleurs avortent sous l'effet de la salive. La production du miellat provoque aussi des brûlures sur le feuillage et favorisent le développement de la fumagine (Hullé *et al.*, 1999). De plus, le puceron noir de la fève peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (Blackman et Eastop, 2007).

III.6. Moyens de lutte

Une population de puceron peut doubler tous les deux jours (Dreyer et Campbell, 1987), et souvent elle est favorisée par la destruction sélective de leurs ennemis naturels (hyménoptères) (Driouchi et Buycks, 1990) donc les mesures de lutte sont

destinées à prévenir les dégâts sur les fruits et sur les jeunes pousses, et en particulier à empêcher la formation d'individus ailés, qui disséminent les virus (**Kranz et al, 1977**)

III.6.1. Moyens culturaux

Il est utile de penser à la destruction des mauvaises herbes. Ces dernières servent de refuge à l'espèce en hiver et en été.

III.6.2. Moyens biologique

Les ennemis naturels, prédateurs et parasites ont un rôle important dans la régulation naturelle des populations de pucerons. Cela est possible si les conditions sont favorables pour l'accomplissement de leurs actions. Selon **Iperti (1966)**, parmi les prédateurs il y a les coccinelles (Coléoptère), larves et adultes qui jouent un rôle très important dans la décimation des colonies des pucerons, à noter que 65% des coccinelles sont aphidiphage. Elles attaquent les pucerons au moment de leur plein développement. Au printemps les coccinelles aphidiphage (*Coccinella septempunctata* (L)) déposent fréquemment leurs œufs à proximité immédiate d'une colonie des pucerons. Toutes les descendances évoluent dans le champ jusqu'à la dernière génération annuelle (**Duffey, 1980**). *Episyrplus balteatus*, les chrysopes, les cécidomyies jouent des rôles le plus important dans la régulation (**Dahmane, 1991**). De même parmi les parasites il existe de petits hyménoptères appartenant à deux familles, à celle des *Aphididae* et des *Aphelinidae* dont les femelles pondent à l'intérieur des pucerons, le développement larvaire s'effectue et dépend de l'hémolymphe et de différents tissus et organes de l'aphide.

III.6.3-Moyens chimiques

Les applications des traitements phytosanitaires doivent être effectuées très tôt, dès l'installation des premières colonies pour réduire le nombre des pucerons et aussi pour protéger leurs ennemis naturels. Dans le cas d'une intervention tardive, on doit utiliser des aphicides spécifiques. L'épandage doit être particulièrement soigné, car les pucerons sont protégés par les feuilles, dont ils ont provoqué la déformation, d'où la nécessité d'utiliser des insecticides systémiques. Plusieurs traitements peuvent être nécessaires certaines années. On aurait intérêt à changer fréquemment la famille de la matière active. Cela permet d'éviter le phénomène d'accoutumance (**Chaboussou, 1997 ; Anonyme, 2006**).

Deuxième partie : partie expérimentale

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV.1.Objectif

L'objectif de ce travail consiste à estimer l'effet de température de stockage sur la stabilité de la formulation et sur l'expression de l'activité biocide du bioproduit formulé à base d'huiles essentielles de menthe pouliot sur les populations d'*Aphis fabae*.

IV.2.Présentation et climat de la région d'étude

La Mitidja est une vaste plaine, située à une altitude Nord moyenne de 36 à 48° et une altitude moyenne de 30 et 50 mètres. Elle s'étend sur une longueur de 100 kilomètres et une largeur de 5 et 20 kilomètres. Elle couvre une superficie de 150 000 ha et correspond à une dépression allongée d'Ouest en Est. Elle est limitée à l'Ouest par l'Oued Nador, à l'Est par l'Oued Boudouaou et bordée par deux zones élevées ; le Sahel au Nord et l'Atlas Tellien au Sud. Elle ne s'ouvre que sur quelques kilomètres sur la mer Méditerranée (Loucif et Bonafonte, 1977).

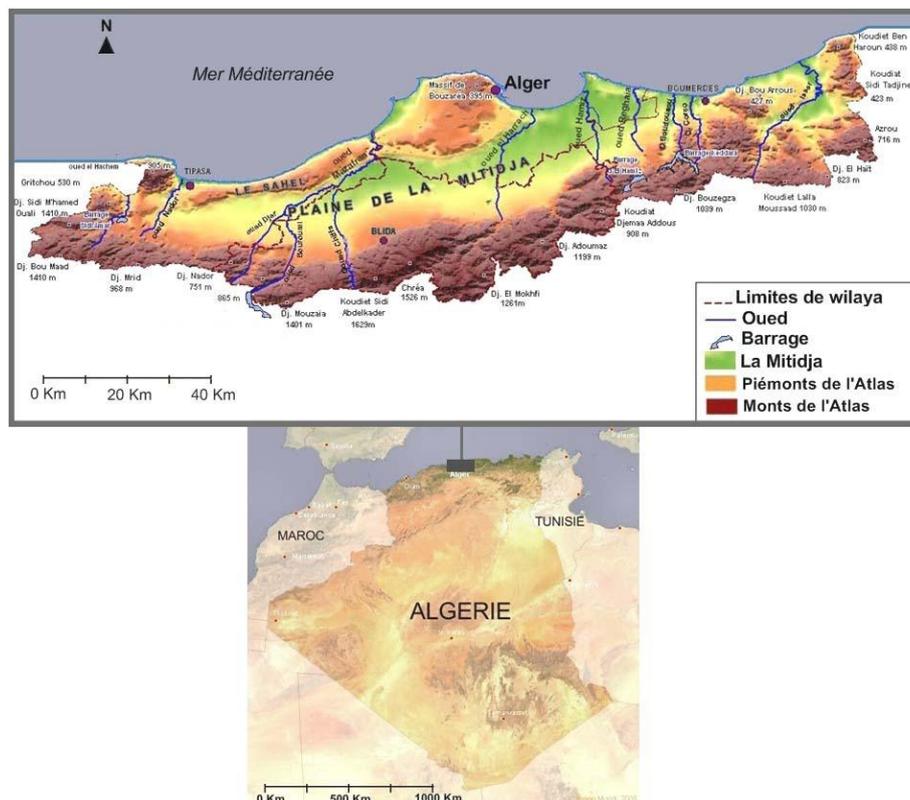


Figure 7 : Localisation géographique de la plaine de Mitidja

Source : d'après le Programme d'Aménagement Côtier (PAC) 2006.

D'après l'Office Nationale de Météorologie de Dar El Beida (O.N.M.) L'analyse des températures de la région de Mitidja, fait ressortir que les températures minimales sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les températures maximales sont notées durant les mois de juillet et août. À partir du mois du février les températures augmentent et atteignent le maximum au mois d'août, et à partir de ce mois les données enregistrées durant l'année de l'expérimentation nous révèlent que la température la plus élevée a été observée au mois d'août (30,45°C) de l'année 2014 et la température minimale a été enregistrée au mois de février (11,15°C).

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale. Le tableau ci-dessous renferme les données pluviométriques enregistrées à Boufarik en millimètres. Le total des précipitations cumulées durant l'année expérimentale est de 669,40 mm. Les mois les plus pluvieux sont Mai (145,6 mm), Janvier (106,5 mm) et Février (98,1 mm).

IV.3. Présentation du site d'étude et conditions expérimentales

Les essais de la présente étude ont été réalisés au niveau de la station expérimentale de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Blida1 durant la période allant du 16/02/2015 au 02/04/2015. Les essais de l'activité biocide des différentes huiles essentielles ont été conduits sous serre (Fig 8).

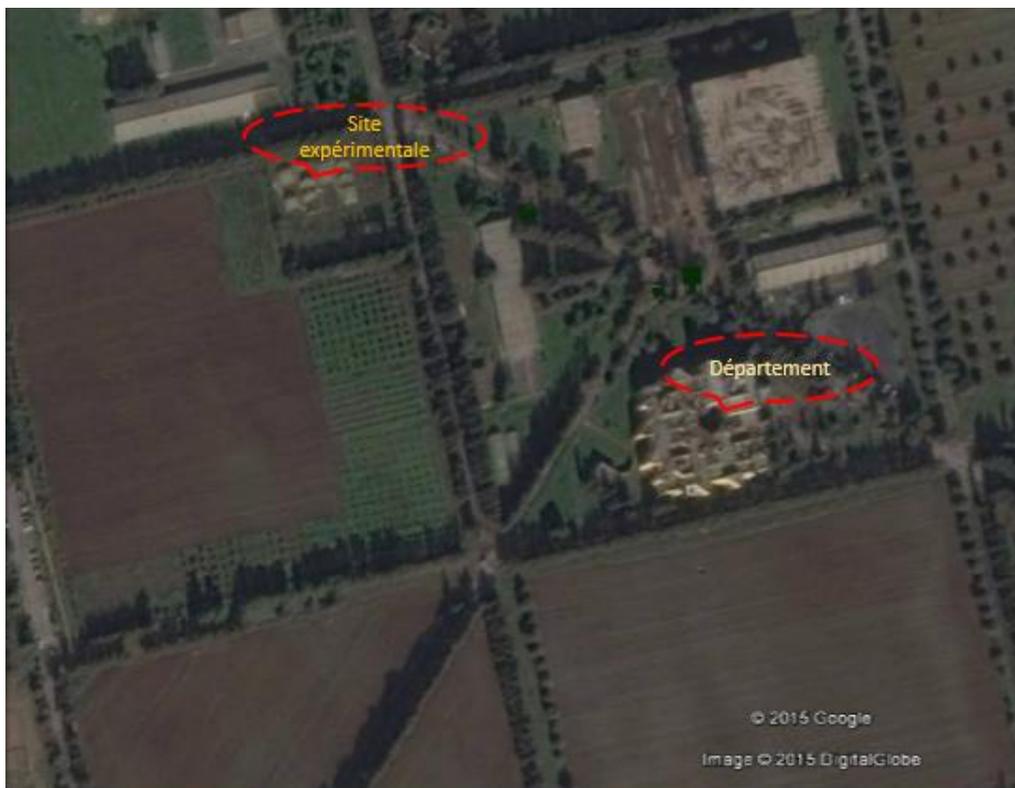


Figure 8 : Présentation du site d'étude expérimentale

Source support: Google Earth, 2015

IV.4. Matériel biologique:

IV.4.1 Obtention des plantules de fève

Les graines de la fève (variété ; Aguadulce) sont imbibées dans de l'eau pendant 24h. Le semis est effectué le 08/02/2015 dans des alvéoles contenant la tourbe (Fig.9a), au stade deux feuilles nous les avons transplantées dans des pots (250cm) contenant un mélange de terre et de tourbe (1:2). Les pots sont placés sous serre sur un paillage plastique noire pour éviter l'enherbement de dispositif de l'essai. Les pots sont entretenus et irrigué selon les besoin de la plante(Fig.9b).



Figure 9 : Présentation de matériel biologique végétale

IV.4.2. Obtention des populations infectantes du puceron noire de la fève

Chaque plantule a été infestée artificiellement par un fragment de fève qui porte des individus de puceron noire (*Aphis fabae*) (Fig.10).



Figure 10 : Infestation artificielle des plantules de fève

IV.4.3. Obtention des huiles essentielles

Les parties aériennes de la menthe pouliot ont été récoltées des champs et des prairies de la commune de LARABAA wilaya de Blida durant la période allant du 01/02/2015 au 08/03/2015. (Fig.11).



Figure 11 : Partie récoltée de la menthe pouliot (originale 2015)

IV.4.3.1. Séchage de plante

Le séchage de la plante a été effectué au niveau du laboratoire phytopharmacie dans une étuve ventilée (Memmert) sous température constante de l'ordre de 40°C.

IV.4.3.2. Extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur

L'extraction des huiles essentielles de la menthe pouliot est faite par le procédé d'entraînement direct à la vapeur d'eau, en faisant passer un courant de vapeur d'eau à travers 100 g de la matière végétale sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés organiques volatils (HE) sont condensées et passent par un réfrigérant puis récupérées par décantation.

IV.5. Formulation de traitement :

Les huiles essentielles de menthe pouliot ont été formulées en bioproduit dont la matière active est concentrée à 6%. La préparation de ce bioproduit a été faite par le protocole établi par **Moussaoui et al. (2014)**.

IV.6. Méthodes d'étude :

IV.6.1. Dispositif expérimental

Nous avons estimé l'effet des températures de stockage sur la stabilité de la formulation et sur l'expression de l'activité biocide du bioproduit formulé à base d'huiles essentielles de menthe pouliot sur les populations d'*Aphis fabae*. Le bioproduit formulé a été stocké dans trois paliers thermiques (température ambiante $\approx 20^\circ\text{C}$, température négative $\approx -20^\circ\text{C}$, température positive $\approx +40^\circ\text{C}$) avant son application sur les populations de puceron noire de la fève. Après épuisement de la durée de stockage (12h), le bioproduit a été dilué à raison de 4ml/l (bioproduit : eau courante) dans le

but de tester son activité biologique. Les essais sont réalisés en bloc homogènes et les traitements sont apportés par voie foliaire selon le schéma suivant :

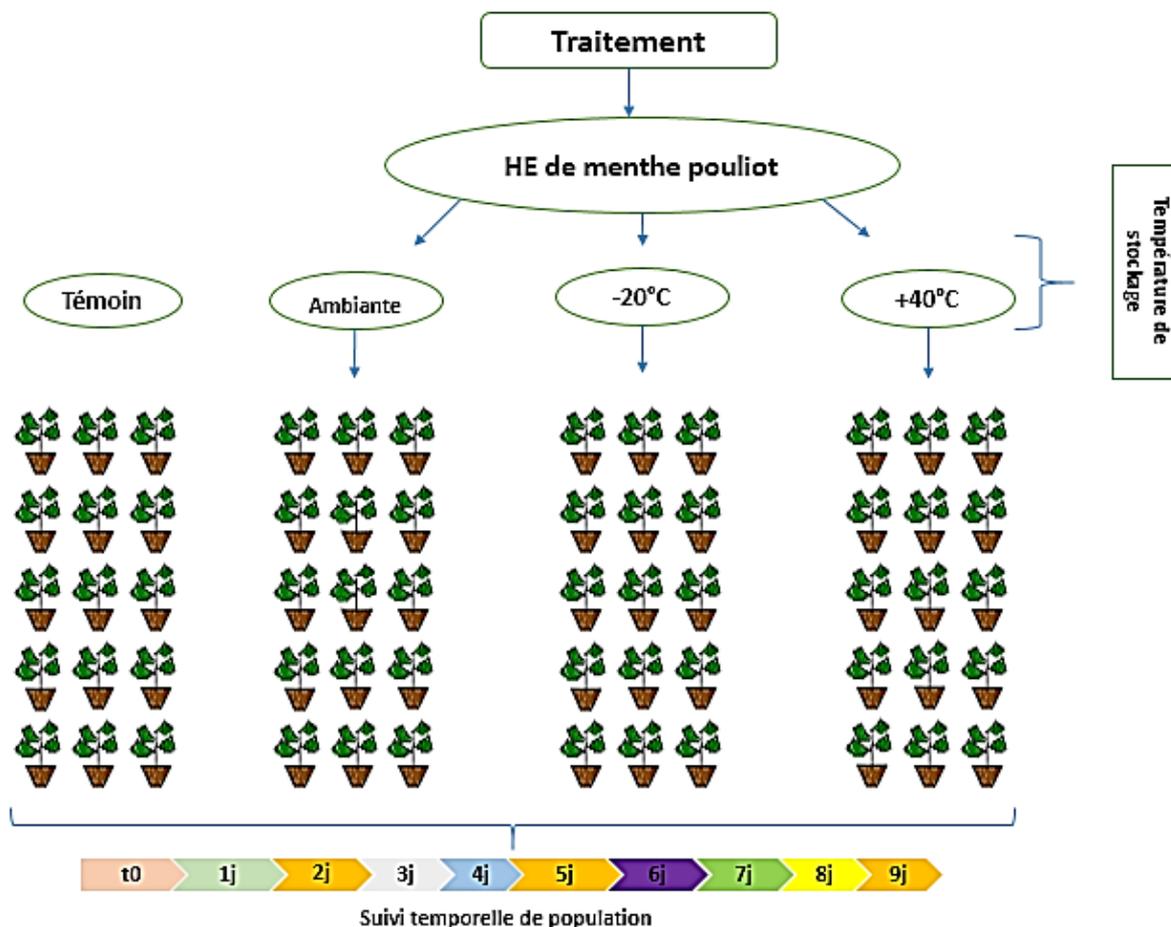


Figure 12 : schéma représentatif de la logique de traitement appliqué

Les appréciations touchant à l'abondance et à la structuration des populations d'*Aphis fabae* ont été noté quotidiennement sur une période étalé sur 9 jours

IV.6.2. Echantillonnage

Les prélèvements sont réalisés avant et après application du bioproduit à un intervalle de 24 heures durant la période d'étude. Un fragment linéaire de 10cm de long a été prélevé a partir de deux pots choisis aléatoirement de chaque bloc expérimental. Les échantillons sont placées dans un sac en plastique, portant toutes les informations nécessaires (date de prélèvement, N° du bloc, ...etc.). Au laboratoire, le comptage des différentes formes biologiques des populations d'*Aphis fabae* a été réalisé sous loupe binoculaire (Gx80)(Fig.13).

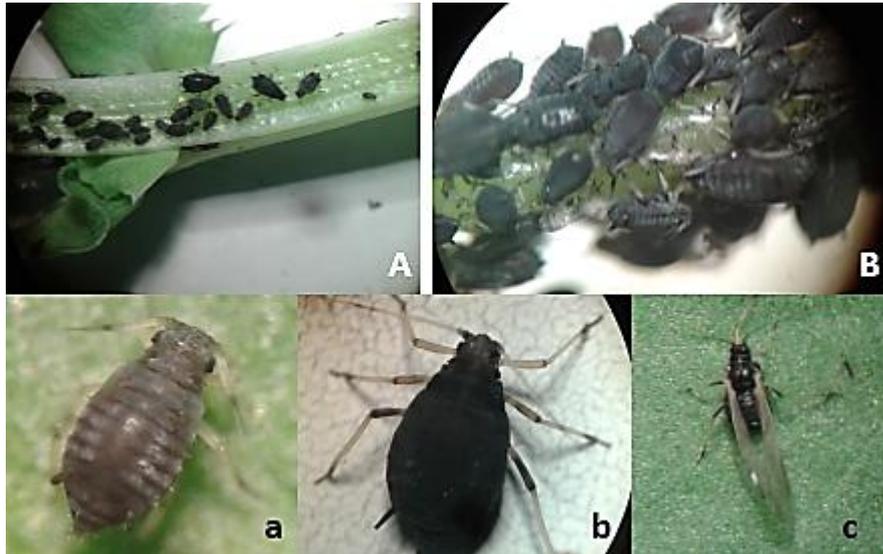


Figure 13 : forme biologique d'*Aphis fabae* (originale 2015)

(A et B) population d'*Aphis fabae* , (a) :larve , (b) :adulte aptère , (c) : adulte ailée

IV.6.3. Estimation du rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre le volume d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal à traiter (**Belyagoubi, 2006**). Le rendement en huile essentielle (exprimé en pourcentage par rapport au 100 g de matière sèche) a été calculé par la relation suivante :

$$\text{Rd HE (\%)} = (V / M \text{ MV}) \times 100$$

Avec :

Rd HE (%) : rendement en huile essentielle exprimé en pourcentage.

V : volume d'huile essentielle en ml.

M MV : La masse de la matière végétale utilisée (sèche).

IV.6.4. Estimation de la densité

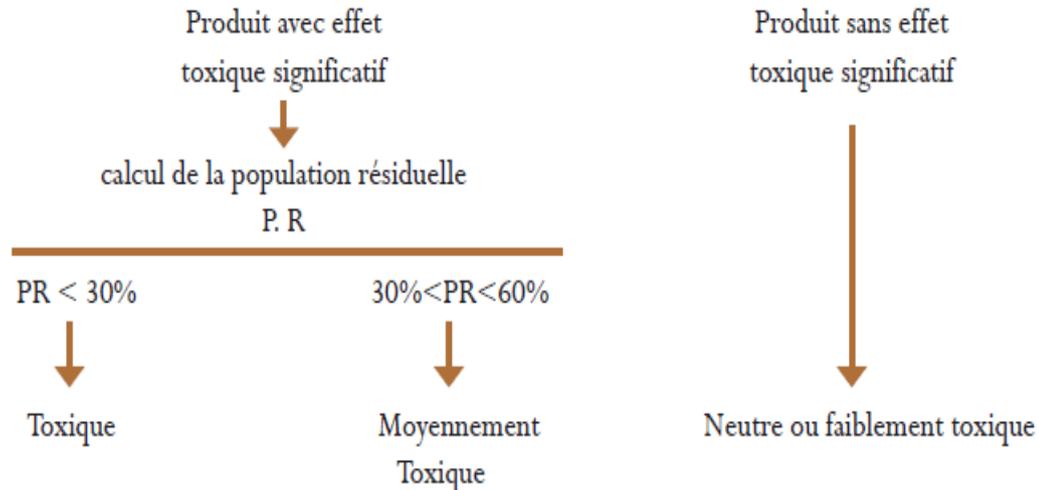
La densité linéaire des populations globale et larvaire d'*Aphis fabae* est définie par le rapport du nombre d'individu comptés sur la longueur de la tige.

IV.6.5. Estimation de la mortalité journalière

L'évaluation de l'effet toxique des traitements ont été estimés selon la courbe de survie est une courbe figurant la proportion d'individus vivants en fonction du temps (ou d'une dose de traitement).

IV.6.6. Estimation des populations résiduelles

L'évaluation de l'effet toxique des traitements biologiques ont été estimés par la comparaison des populations résiduelles (P.R.) selon le Test de DUNNETT (**Magali, 2009**).



$$PR = \frac{\text{Nb de formes mobiles (NFM) par traitement} \times 100}{\text{Nb de formes mobiles par témoin (eau)}}$$

IV.6.7. Estimation de la fécondité

La fécondité des adultes (aptère et ailée) d'*Aphis fabae* est définie comme étant le rapport du nombre des larves (L1) sur le nombre des adultes.

IV.7. Analyse statistique des données

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (Températures de stockage du bioproduit, forme biologique, abondance, mortalité journalière et populations résiduelles), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces catégories.

Le test de Wilcoxon et de Monte Carlo ont été adoptés pour estimer les taux des formes biologiques, d'abondance, de mortalité journalière et des populations résiduelles journalièrement au niveau des différents blocs expérimentales. Les tests statistiques ont été déroulés par le logiciel PAST version 3.1 (**Hammer et al., 2001**). Le seuil de 5% a été retenu pour tous les tests.

Chapitre V : Résultats

Les résultats relative à l'effet de la variation thermique sur la stabilité de huile essentielle formuler de la menthe pouliot et leur effet toxique sur les défèrent forme biologique de puceron noire de la fève *Aphis fabae* sont présenté dans ce chapitre.

V.1. Evaluation du rendement de l'huile essentielle

A partir de la matière sèche de l'espèce étudié *mentha pulegium*, on a obtenu un taux de rendement (%) en huile essentielle de 2,5%.

V.2. Evaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de *Menthe pouliot* sur l'abondance des populations d'*Aphis fabae* .

Les graphes de la (Fig14) présente l'évolution temporelle des populations d'*Aphis fabae* sous l'effet des huiles essentielles formulées de menthe pouliot stockées dans différentes températures.

L'abondance des populations globales, larvaires et des jeunes larves d'*Aphis fabae* (Fig 14(a, b, c)) révèlent une diminution numérique remarquable sous l'effet du traitement stocké dans la température ambiante jusqu'au 4^{eme} jour avec réduction stable sous l'effet du traitement stocké dans une température négative. En revanche, l'abondance globale enregistre une diminution tardive dès le 2^{eme} jour d'exposition sous l'effet du traitement stocké en température positive.

La reprise biocénotique reste moins importante chez les populations soumises au traitement stocké en température négative par rapport aux autres traitements.

Le test de Wilcoxon confirmé par le test de Monte Carlo est avancé dans le but d'apprécier la variation d'abondance dans chaque point d'échantillonnage. La comparaison des effectifs dans chaque point temporel montre que l'abondance globale présente une différence significative entre le témoin et les autres blocs expérimentaux, en revanche le type de stockage n'influence pas l'efficacité des huiles essentielles formulées (Tableau 2).

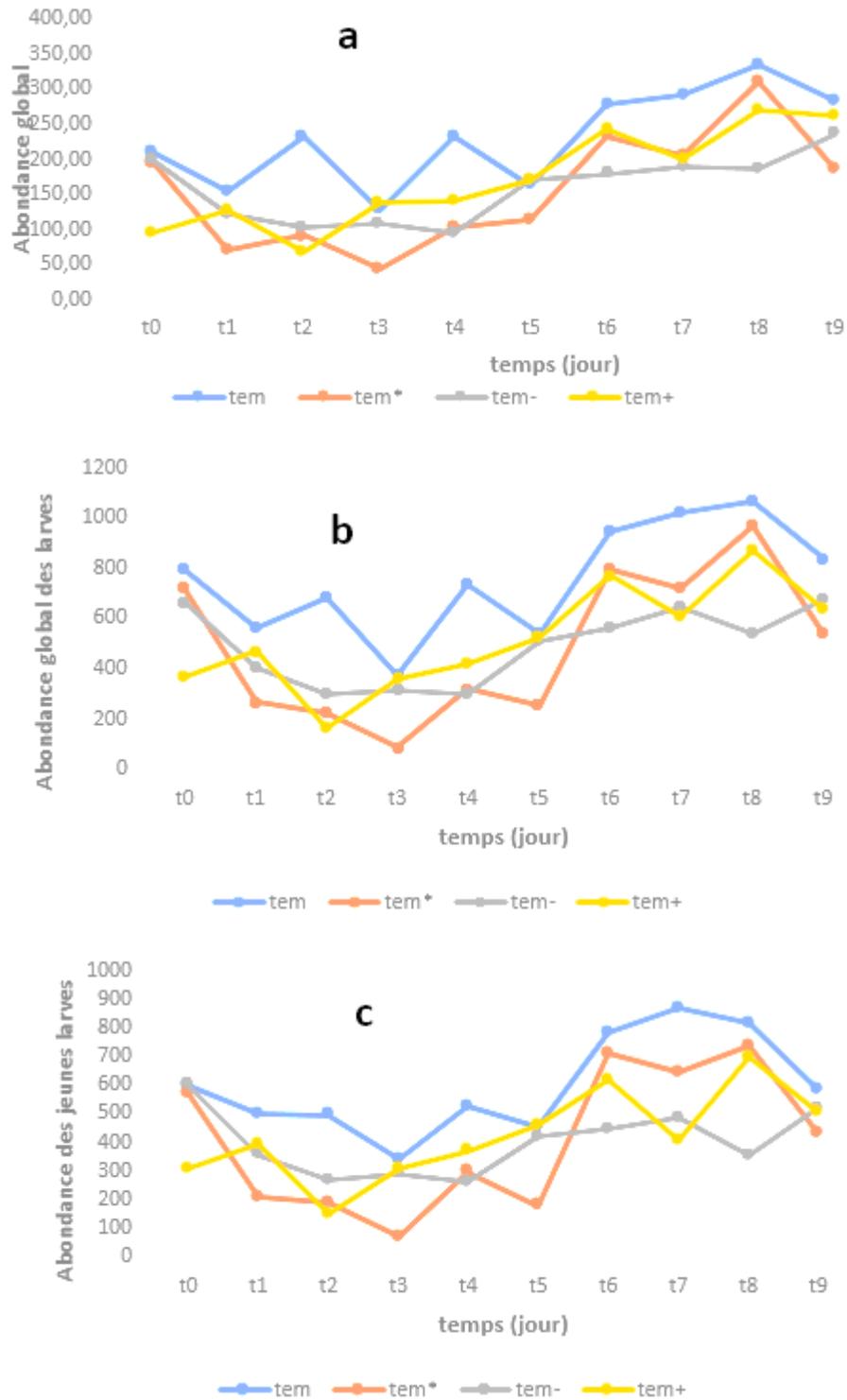


Figure14 : Evaluation temporelle de l'effet biocide de l'huile essentielle formulée de menthe pouliot stockée à différentes températures
 tem : témoin, tem* : traitement stocké dans des température ambiante, tem- : traitement stocké dans des température négative, tem+ : traitement stocké dans des température positive.

Tableau2 : Evaluation de la toxicité des huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance globale des populations d'*Aphis fabae*.

	tem	tem*	tem	tem-	tem	tem+	tem*	tem-	tem*	tem+
temps (j)	10		10		10		10		10	
Moyenne :	230,72	155,53	230,72	158,97	230,72	171,43	155,53	158,97	155,53	171,43
Médiane :	232,88	150,13	232,88	175,5	232,88	155,75	150,13	175,5	150,13	155,75
test de WILCOXON	0,0050*		0,0069*		0,0125*		0,6462 ^{ns}		0,3862 ^{ns}	
test de Monte Carlo	0,0020*		0,0039*		0,0098*		0,6816 ^{ns}		0,4301 ^{ns}	

* : probabilité significatif ^{ns} : probabilité non significatif, tem : témoin, tem* : traitement stocké dans des températures ambiant, tem- : traitement stocké dans des températures négative, tem+ : traitement stocké dans des températures positive.

Le test de Wilcoxon signale une différence d'abondance larvaire significative entre le témoin et les blocs soumis aux traitements des huiles essentielles stockées sous différents régimes thermique (tem*, tem-, tem+). Le même test signale l'existence d'une différence non significative concernant la variation temporelle des abondances larvaires entre traitements à base d'huiles essentielles même si les conditions de stockages soient différentes (Tableau3 et Tableau 4)

Tableau3 : Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des populations larvaires d'*Aphis fabae*.

	tem	tem*	tem	tem-	tem	tem+	tem*	tem-	tem*	tem+
temps (j)	10		10		10		10		10	
Moyenne :	756,5	490,1	756,5	492,1	756,5	519,1	490,1	492,1	490,1	519,1
Médiane :	766,5	431	766,5	526	766,5	498,5	431	526	431	498,5
Test de Wilcoxon	0,0050*		0,0050*		0,0050*		0,7212 ^{ns}		0,7212 ^{ns}	
Test de Monte Carlo	0,0018*		0,0020*		0,0021*		0,7708 ^{ns}		0,7686 ^{ns}	

* : probabilité significatif ^{ns} : probabilité non significatif, tem : témoin, tem* : traitement stocké dans des températures ambiant, tem- : traitement stocké dans des températures négative, tem+ : traitement stocké dans des températures positive.

Tableau 4 : Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des jeunes larves d'*Aphis fabae*.

	tem	tem*	tem	tem-	tem	tem+	tem*	tem-	tem*	tem+
Temps (j)	10		10		10		10		10	
Moyenne :	597	404,7	597	401,1	597	422,8	404,7	401,1	404,7	422,8
Médiane :	556	365,5	556	388,5	556	400	365,5	388,5	365,5	400
Test de Wilcoxon	0,0050*		0,0069*		0,0069*		0,9593 ^{ns}		0,7212 ^{ns}	
Test de Monte Carlo	0,0019*		0,0038*		0,0040*		1 ^{ns}		0,7701 ^{ns}	

* : probabilité significatif ^{ns} : probabilité non significatif, tem : témoin, tem* : traitement stocké dans des températures ambiant, tem- : traitement stocké dans des températures négative, tem+ : traitement stocké dans des températures positive.

Les graphes de la (fig15) présente l'évaluation temporelle des adultes d'*Aphis fabae* sous l'effet d'huile essentielle formulé de menthe pouliot stockées sous différents régimes thermiques.

L'abondance des populations des adultes aptères et ailées d'*Aphis fabae* (Fig 15(a, b, c)) montre une chute d'abondance des adultes hâtivement dès le 2^{eme} a 3^{eme} jour avec une période de stabilité qui ne dépasse pas 3 jour. Bien que l'abondance diminue naturellement durant cette période.

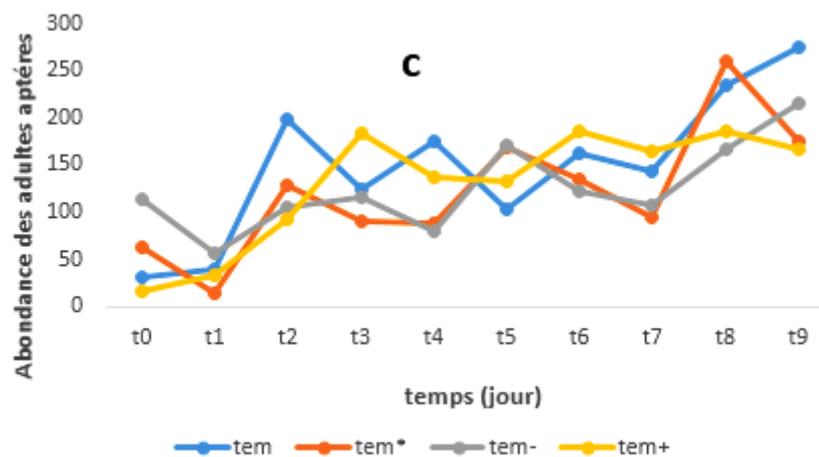
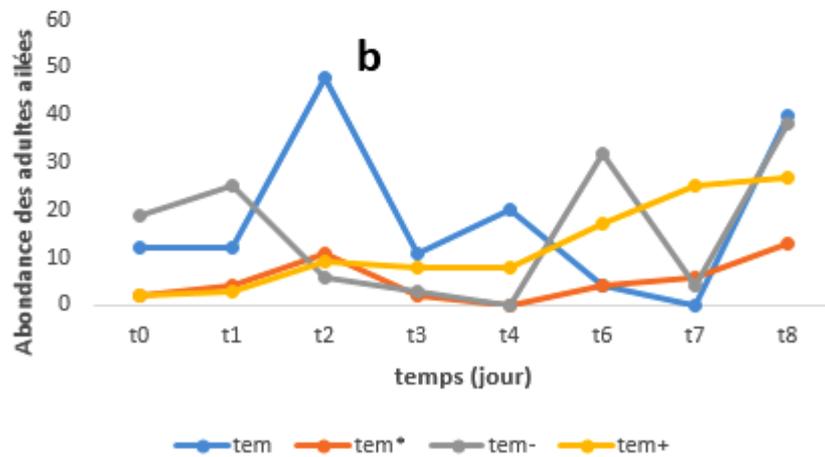
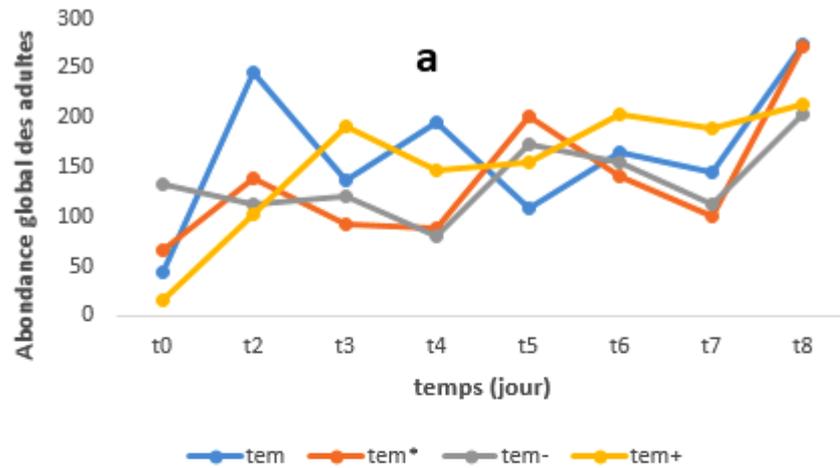


Figure15 : Evaluation temporelle de l'effet biocide d'huile essentielle formulée de menthe pouliot stockée à différentes températures sur les adultes d'*Aphis fabae*

tem : témoin, tem* : traitement stocké dans des températures ambiant, tem- : traitement stocké dans des températures négative, tem+ : traitement stocké dans des températures positive.

Une lecture horizontale de l'effet comparé des huiles essentielles formulées signale globalement l'existence d'une différence non significative concernant la variation temporelle des abondances des populations adultes entre traitements même soumis à différents régimes thermique de stockage (Test de Wilcoxon & Test de Monte Carlo, $p > 5\%$) (Tableau 5, 6 et 7).

Tableau 5 : Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des adultes d'*Aphis fabae*.

	tem	tem*	tem	tem-	tem	tem+	tem*	tem-	tem*	tem+
Temps (j)	10		10		10		10		10	
Moyenne :	164,38	137,5	164,38	136,13	164,38	152,13	137,5	136,13	137,5	152,13
Médiane :	155	119,5	155	126	155	172,5	119,5	126	119,5	172,5
Test de Wilcoxon	0,1609 ^{ns}		0,2626 ^{ns}		0,6744 ^{ns}		0,9441 ^{ns}		0,3269 ^{ns}	
Test de Monte Carlo	0,1881 ^{ns}		0,3127 ^{ns}		0,7431 ^{ns}		0,9761 ^{ns}		0,3808 ^{ns}	

Tableau 6 : Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des adultes aptères d'*Aphis fabae*.

	tem	tem*	tem	tem-	tem	tem+	tem*	tem-	tem*	tem+
Temps (j)	10		10		10		10		10	
Moyenne :	148,8	121,8	148,8	125,6	148,8	130,1	121,8	125,6	121,8	130,1
Médiane :	153	111	153	115	153	151	111	115	111	151
Test de Wilcoxon	0,1533 ^{ns}		0,2618 ^{ns}		0,4445 ^{ns}		0,4445 ^{ns}		0,5745 ^{ns}	
Test de Monte Carlo	0,1679 ^{ns}		0,2884 ^{ns}		0,4901 ^{ns}		0,4907 ^{ns}		0,6089 ^{ns}	

Tableau 7 : Evaluation de la toxicité de huiles essentielles formulées du menthe pouliot sur l'abondance des adultes ailées d'*Aphis fabae*.

	tem	tem*	tem	tem-	tem	tem+	tem*	tem-	tem*	tem+
Temps (j)	10		10		10		10		10	
Moyenne :	18,375	5,25	18,375	15,875	18,375	12,125	5,25	15,875	5,25	12,125
Médiane :	12	4	12	12,5	12	8,5	4	12,5	4	8,5
Test de Wilcoxon	0,0279*		0,8886 ^{ns}		0,4400 ^{ns}		0,6120 ^{ns}		0,0924 ^{ns}	
Test de Monte Carlo	0,0320*		0,9442 ^{ns}		0,4985 ^{ns}		0,6852 ^{ns}		0,0999 ^{ns}	

* : probabilité significatif ^{ns} : probabilité non significatif, tem : témoin, tem* : traitement stocké dans des températures ambiant, tem- : traitement stocké dans des températures négative, tem+ : traitement stocké dans des températures positive.

V.3. Disponibilité comparée des populations d'*Aphis fabae* sous l'effet du régime de stockage des bioproduits formulés

Chez les populations larvaires, l'analyse de la variance expriment globalement l'existence d'une différence significative concernant la capacité des bioproduits à réduire les populations larvaires. La comparaison par paire établie par le test de Tukey fait ressortir la présence d'une différence significative spécifiquement entre les taux larvaires enregistrés chez le témoin et chez les populations larvaire exposées au bioproduit stocké dans les conditions ambiantes. Cette remarque est valable pour les différentes populations larvaires (jeunes et âgées). La boîte à moustache montre aussi, que le bioproduit stocké dans une température négative influence sensiblement les populations larvaires par comparaison au bioproduit stocké dans une température positive (Fig. 16)

Chez les populations adultes d'*Aphis fabae*, la boîte à moustache signale l'absence d'une différence significative entre la capacité réductrice des bioproduits soumis à différentes conditions de stockage thermique (Test One Way ANOVA, $p > 5\%$), néanmoins, la sensibilité des adultes présente un tendance en vers le bioproduit stocké dans les conditions ambiantes (Fig. 16).

V.4. Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur la densité des populations et des formes biologiques d'*Aphis fabae*

Le graphe de la (Fig. 17) représente la fluctuation temporelle de la densité des populations globale et larvaire d'*Aphis fabae* sous l'effet des bioproduits à base d'huile essentielle formulée de menthe pouliot stockés à différents régimes thermiques

Graphiquement, la fluctuation temporelle des densités d'*Aphis fabae* paraît être conditionnée par l'effet tyrannique des bioproduits par comparaison aux densités témoins. Cette différence dans les densités est confirmée par le test de One Way ANOVA, qui signale une réduction significative des densités aux profits des traités. Dans le même sens, le test de Tukey favorise significativement la capacité réductrice de la densité sous l'effet des bioproduits stockés dans les conditions ambiantes et sous température négative ($p < 5\%$).

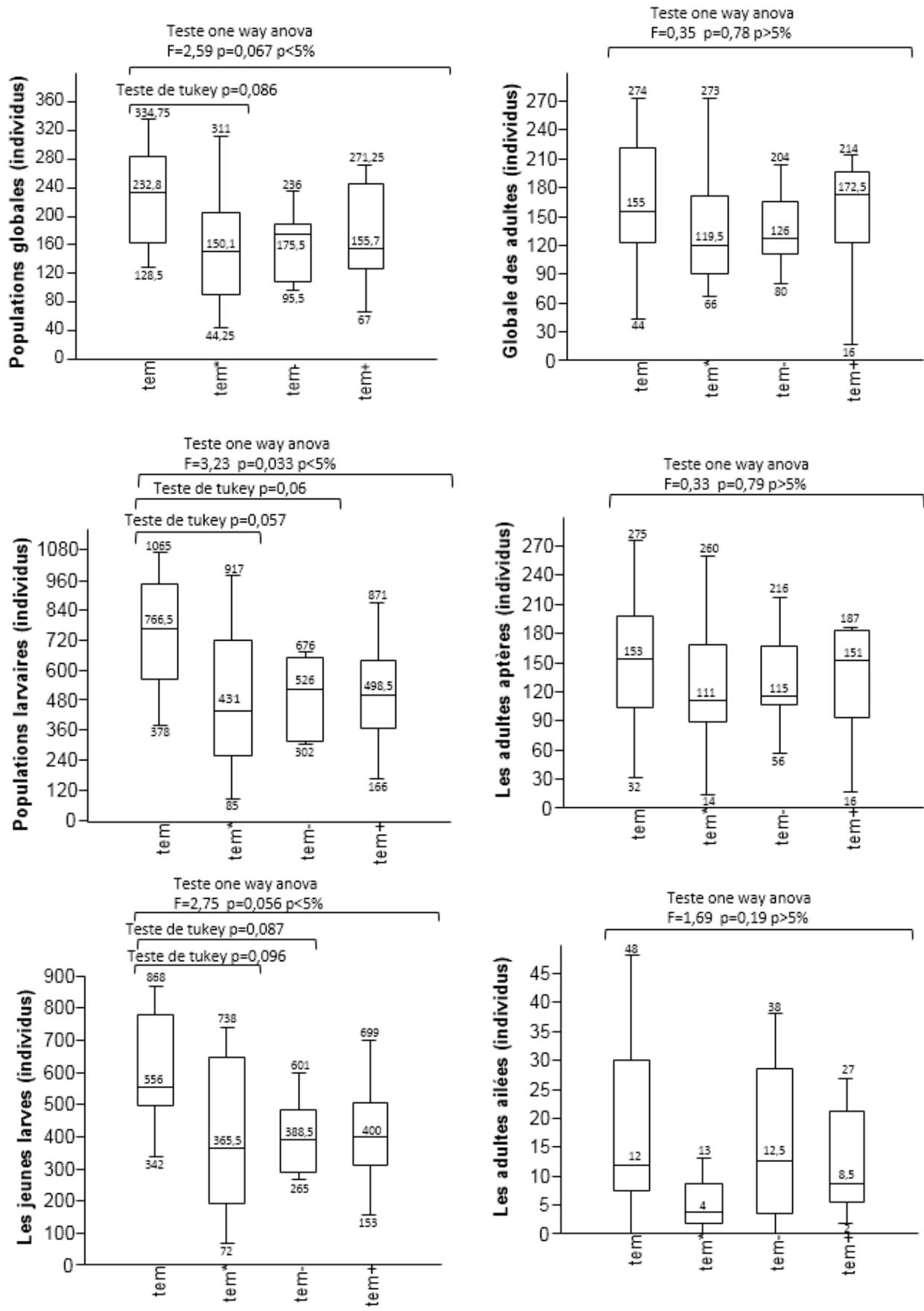


Figure 16: Effet s comparé de l'activité biocide des bioproduits.

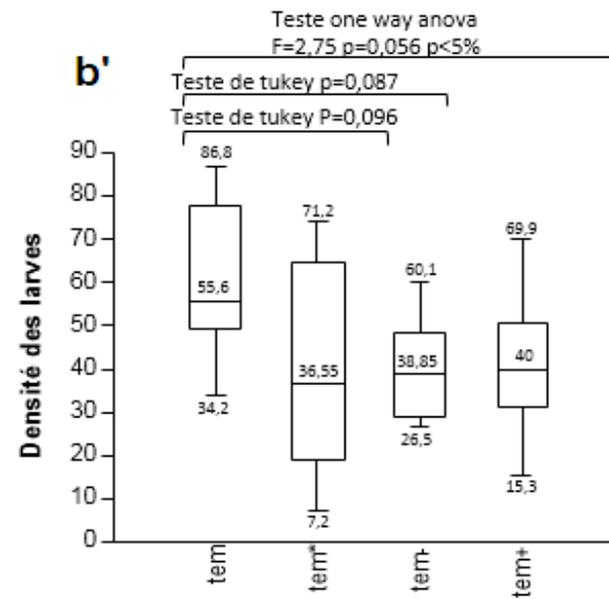
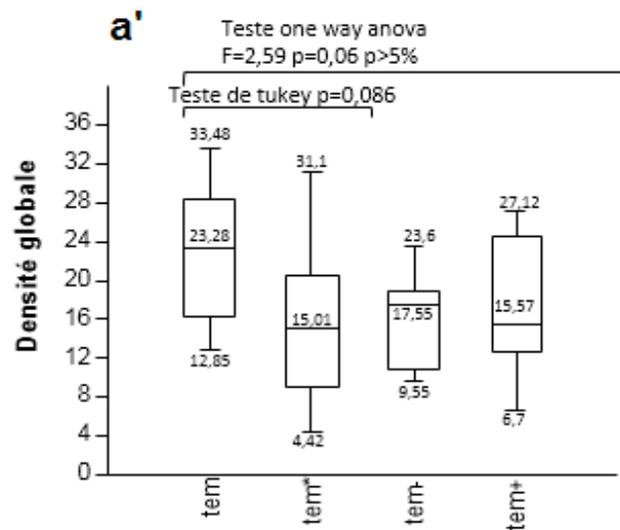
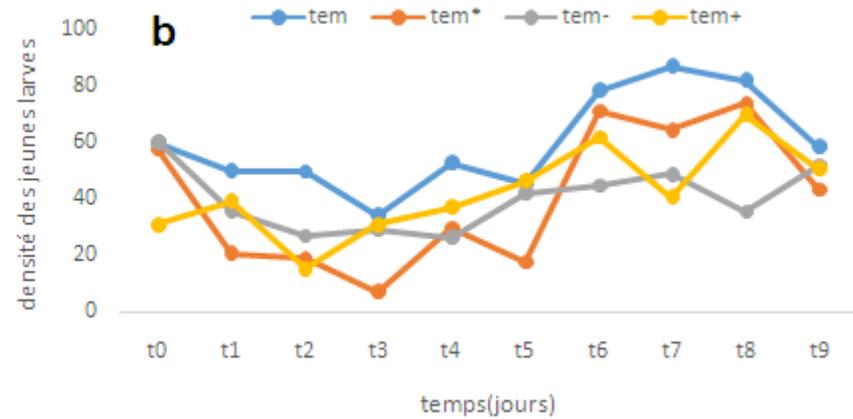
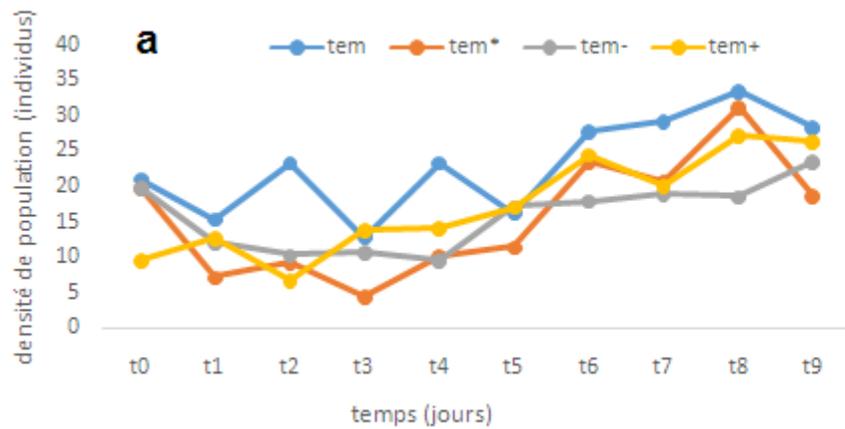


Figure 17 : Effets comparé des bioproduits sur la densité globale et larvaire d'*Aphis fabae*

V.5. Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur la mortalité journalière des populations d'*Aphis fabae*

V.5.1. La mortalité journalière de populations globale

Les graphes de la (Fig.18) représentent la mortalité journalière des populations globale sous l'effet du bioproduit formulé à base de l'huile essentielle de menthe pouliot

La population globale d'*Aphis fabae* présente un taux de mortalité important sous l'effet du traitement stocké aux températures ambiante et négative (Fig.18 b,c) jusqu'au 3^{ème} jours par rapport au traitement stocké en une température positive qui présente une diminution tardif des population dès le 5^{ème} jours.

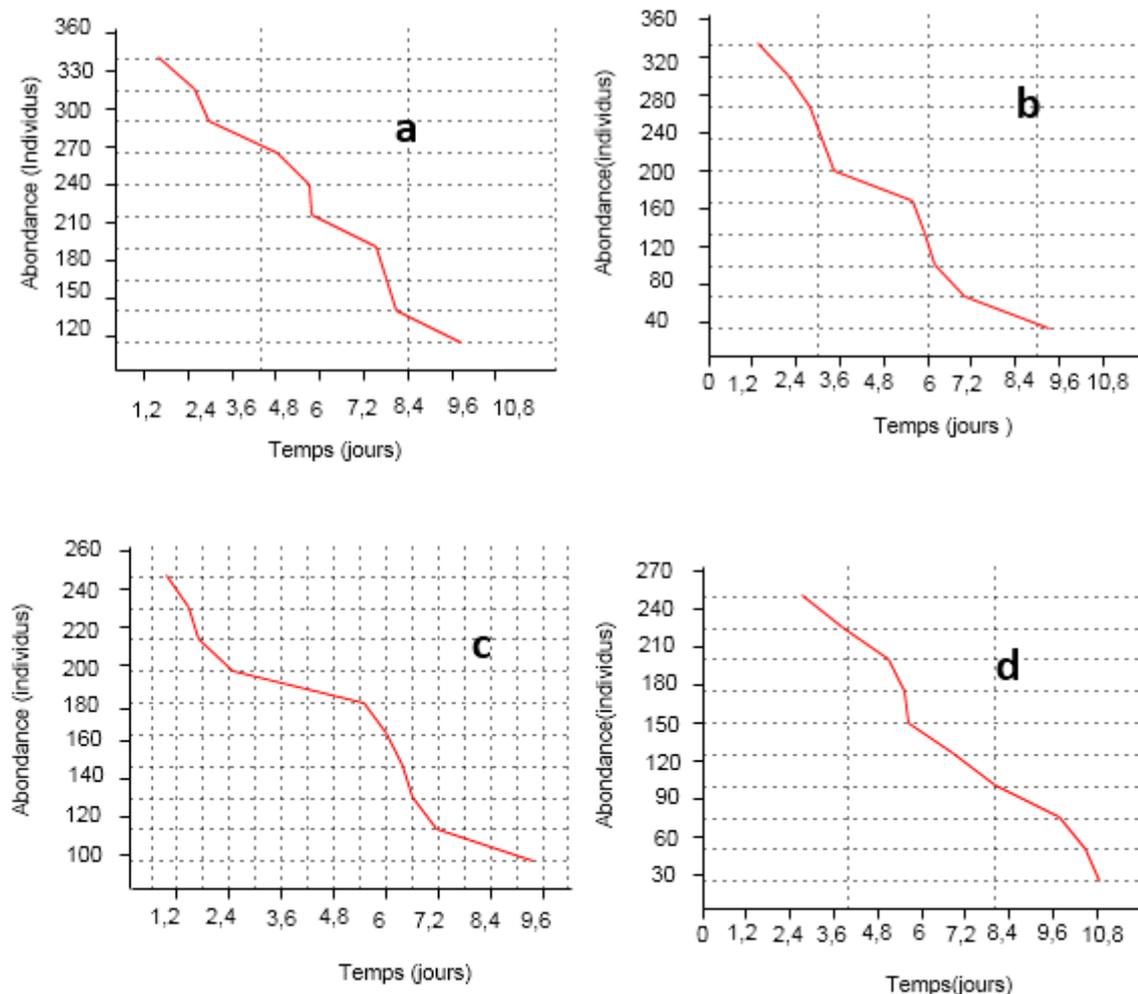


Figure18 : la mortalité journalière de population globale

(a : témoin ; b : traitement stoker dans des températures ambiante, c : traitement stoker dans des températures négative, d : traitement stoker dans des températures positive.)

V.5.2. La mortalité journalière des jeunes larves

Les graphes de la (Fig.19) représentent la mortalité journalière des jeunes larves d'*Aphis fabae* sous l'effet d'un bioproduit formulé à base de l'huile essentielle de menthe pouliot

Les bioproduits stockés dans les températures ambiante (Fig. 19b) et négative (Fig. 19c) semblent avoir un pouvoir réducteur appréciable sur les populations du puceron. Par projection des fluctuations de la mortalité journalière des populations témoin et celles exposées au bioproduit stocké en température positive, les résultats montre une certaine similarité en taux des mortalités journalières. Il est à signaler que le taux de mortalité journalière des traitements stockés en températures ambiante et négative reste le plus important par comparaison aux populations témoin et celles exposées au bioproduit stocké en température positive.

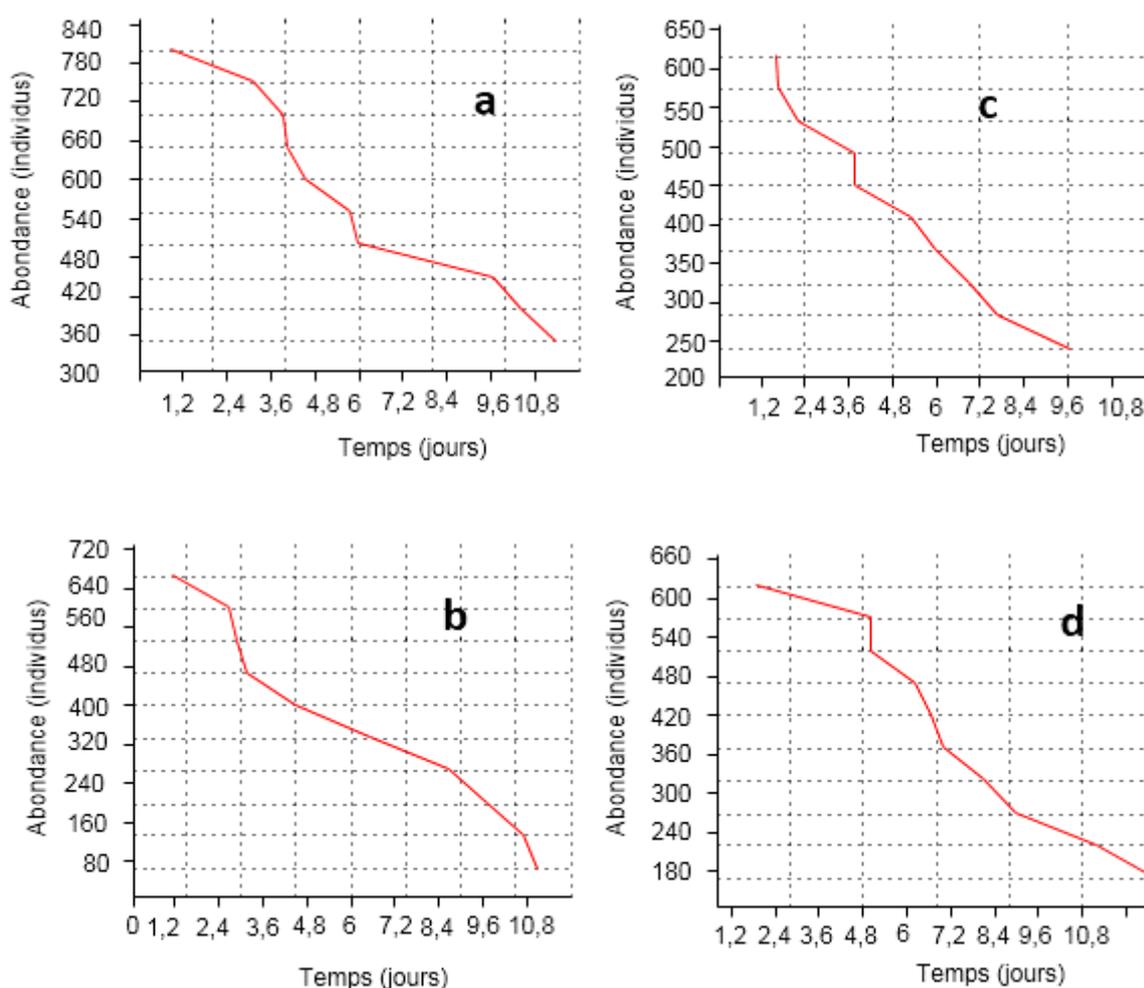


Figure19 : la mortalité journalière des jeunes larves

(a : témoin ; b : traitement stoker dans des température ambiant, c : traitement stoker dans des température négative, d: traitement stoker dans des température positive .)

V.5.3. Mortalité journalière des populations globales des adultes

Les graphes de la (fig20) présente la mortalité journalière des adultes d'*Aphis fabae* sous l'effet d'un bioproduit formulé à base de l'huile essentielle de menthe pouliot

Pareillement, chez les populations globales des adultes on enregistre les mêmes tendances d'effet des produits stockés en températures ambiante (Fig. 20b) et négative (Fig. 20c) que chez les populations larvaires les résultats montrent des taux de mortalité journalière des traitements stockés en températures ambiante et négative reste le plus important par comparaison aux populations témoin et celles exposées au bioproduit stocké en température positive.

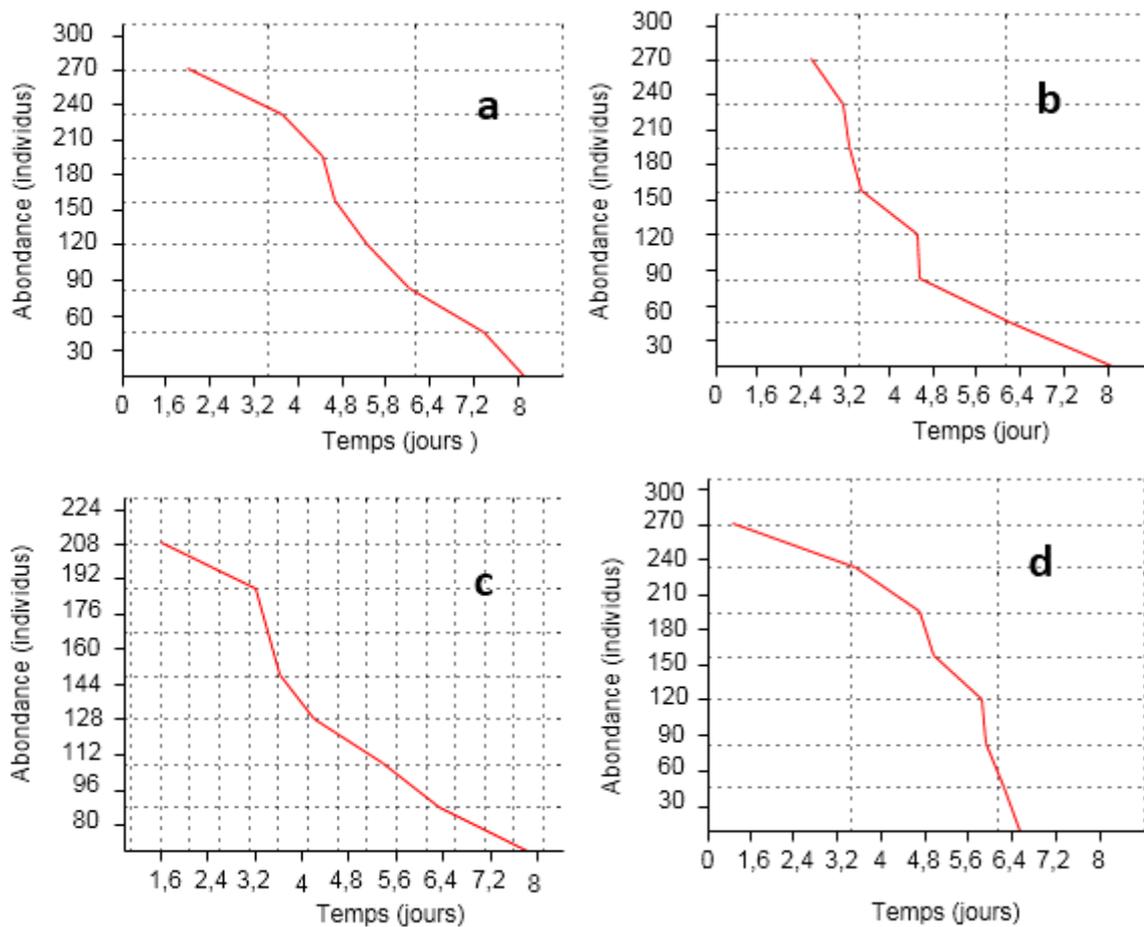


Figure20 : la mortalité journalière des adultes

(a : témoin ; b : traitement stoker dans des température ambiante, c : traitement stoker dans des température négative, d: traitement stoker dans des température positive.)

V.6. Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae*

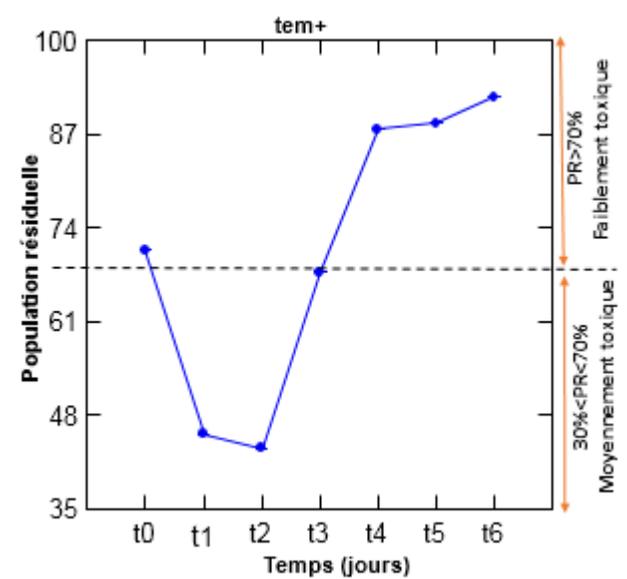
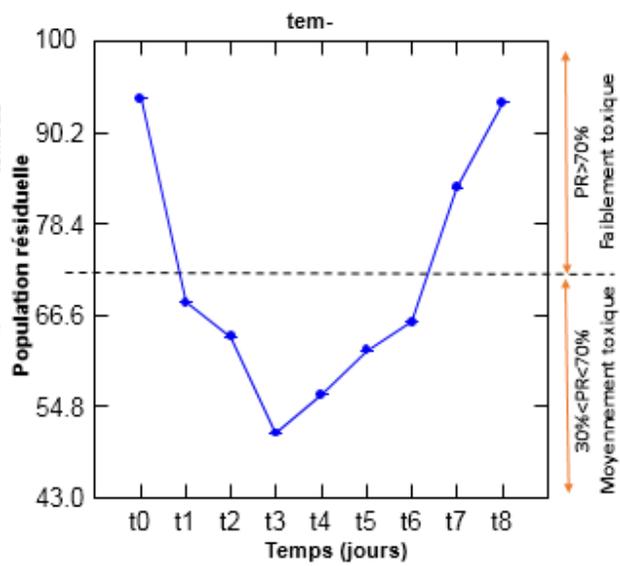
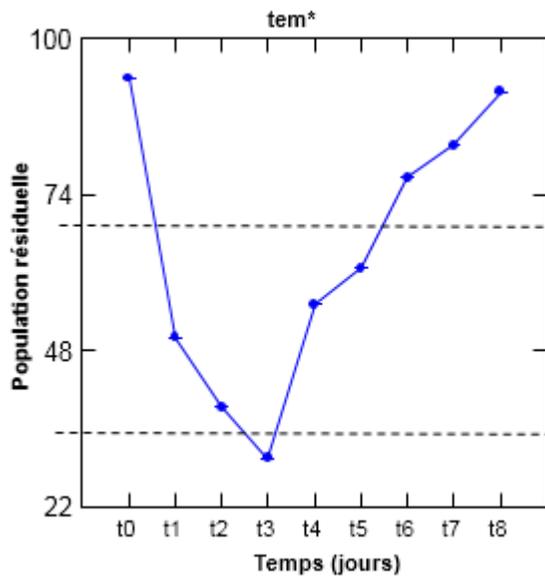
L'application de huile essentielle formulée de la menthe pouliot (*mentha pulegium*) sur les populations d'*Aphis fabae* nous a permet d'estimer l'efficacité des bioproduits apportés on se référant à l'évaluation des populations résiduelles par le biais du test de DUNNET.

L'évaluation temporelle des populations résiduelles ont montré une toxicité précoce dès les 24h d'application dans tous les traitements.

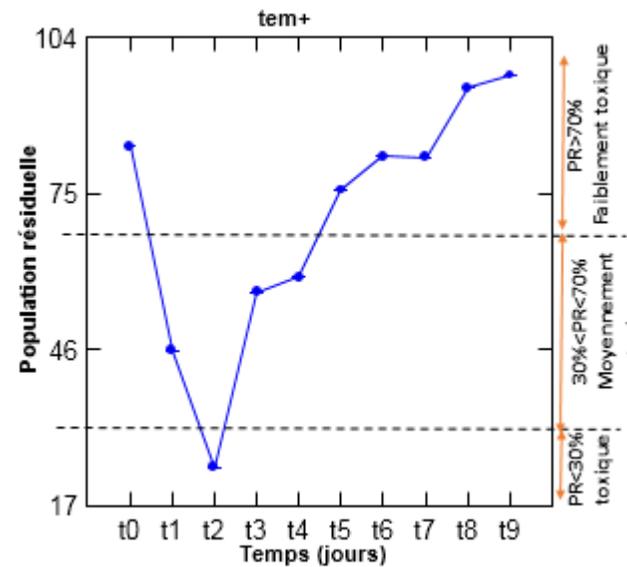
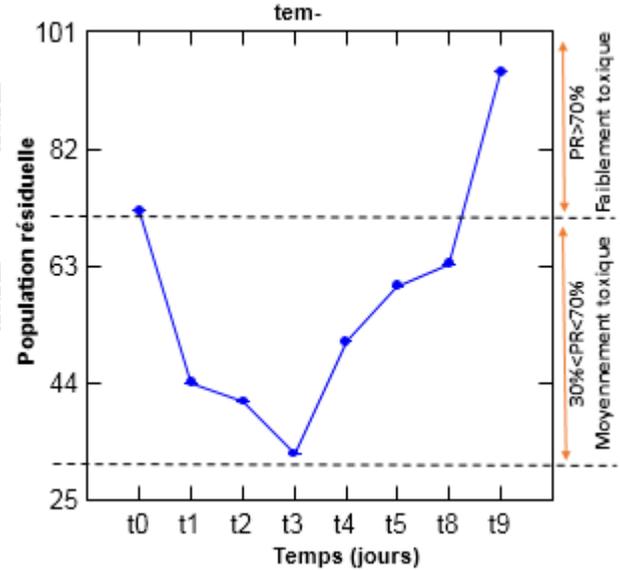
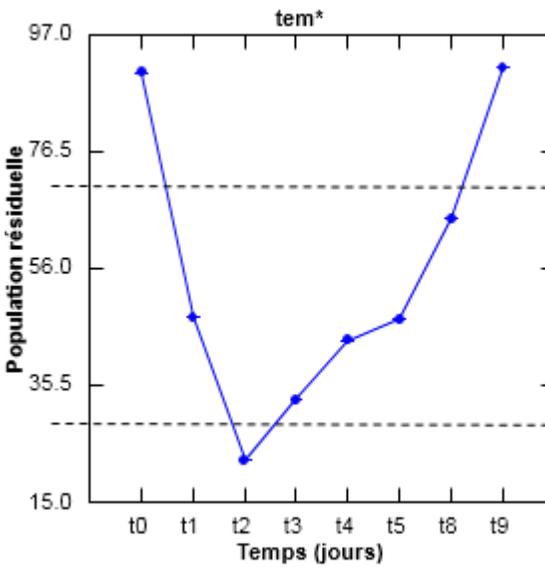
Le traitement stocké dans des températures ambiantes a un effet toxique plus fort que les autres traitements. Les molécules commencent à perdre sa toxicité dès le 5^{eme} au 6^{eme} jour dans les traitements stockes dans des températures ambiant et des faibles températures et le 3eme jour dans le traitement stoker dans des hautes températures pour que deviennent faiblement toxique.

L'effet du traitement sur les différents stades de populations résiduelles (population globales, les larves et les adultes) d'*Aphis fabae* nous montre que les larves sont les plus exposé à la toxicité des traitements, le traitement stocké dans des hautes températures présenter une durée de toxicité moins que les autres traitements (Fig 21).

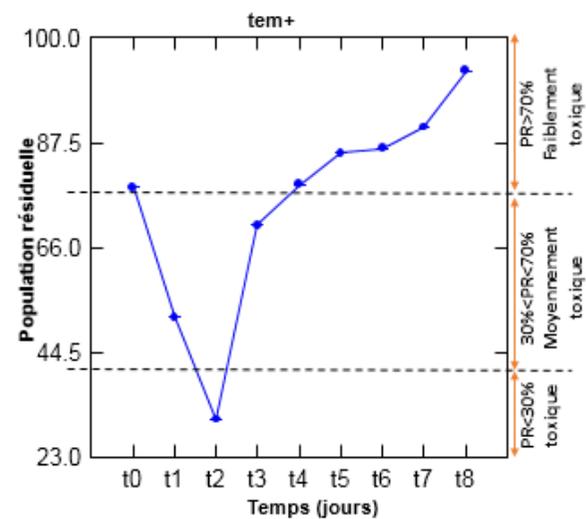
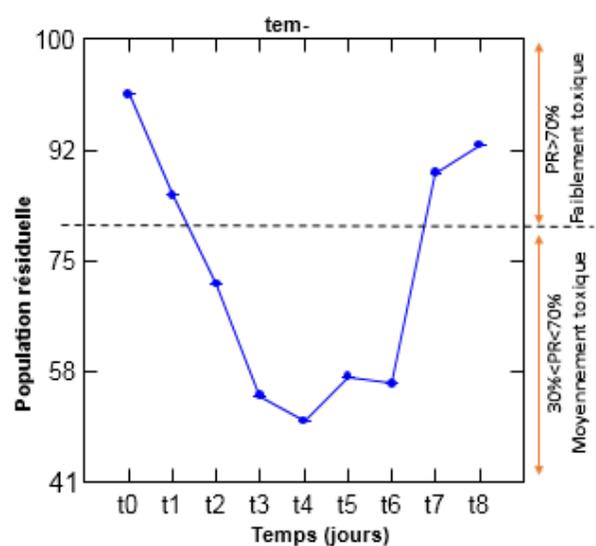
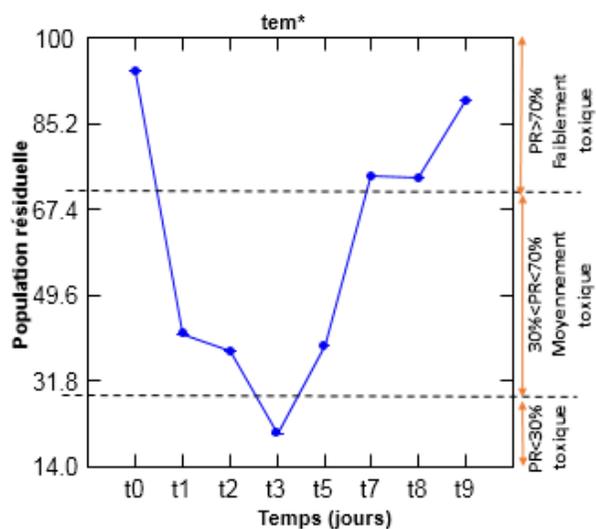
Populations globales



Populations globale des larves



Les jeunes larves



Population globale des adultes

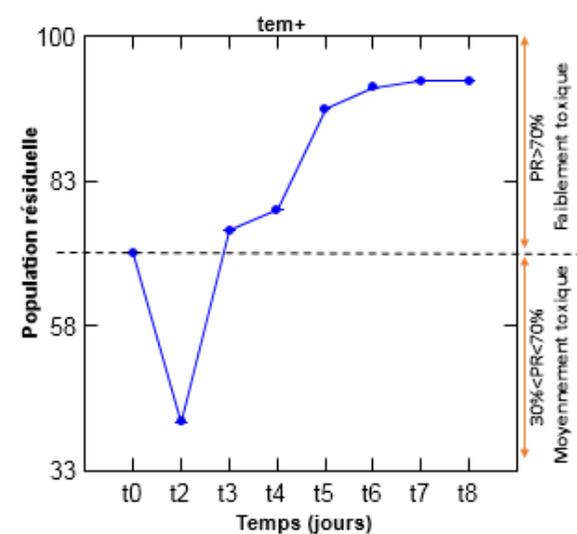
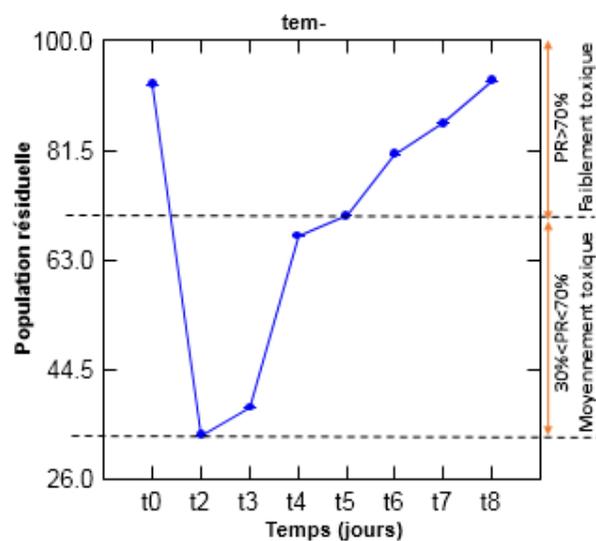
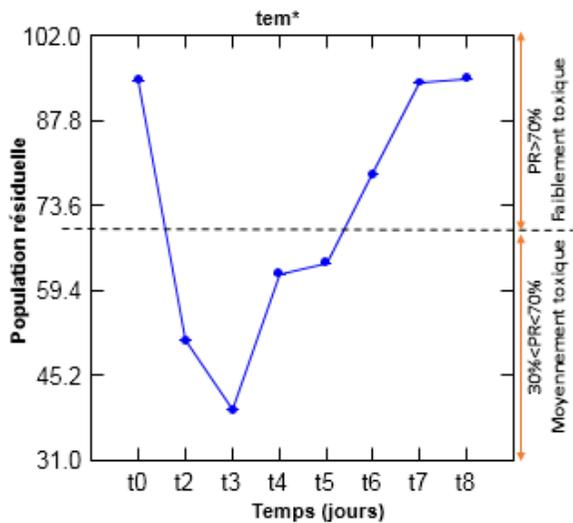


Figure21 : Fluctuation des populations résiduelles sous l'effet du bioproduit stocké à différents régimes thermique

V.7. Évaluation de l'effet biocide des huiles essentielles de menthe pouliot sur la fécondité des femelles d'*Aphis fabae*

Le graphe de la figure 22 présente l'évolution temporelle de fécondité d'*Aphis fabae* sous l'effet d'un biocide d'huile essentielle formulé de menthe pouliot stocké différents régimes thermique. La fécondité semble ne pas avoir être affecté par l'effet du stockage du bioproduit. Cette similarité d'effet sur la fécondité est confirmée par le test de One Way ANOVA, qui signale la présence d'une différence non significative (Fig. 22).

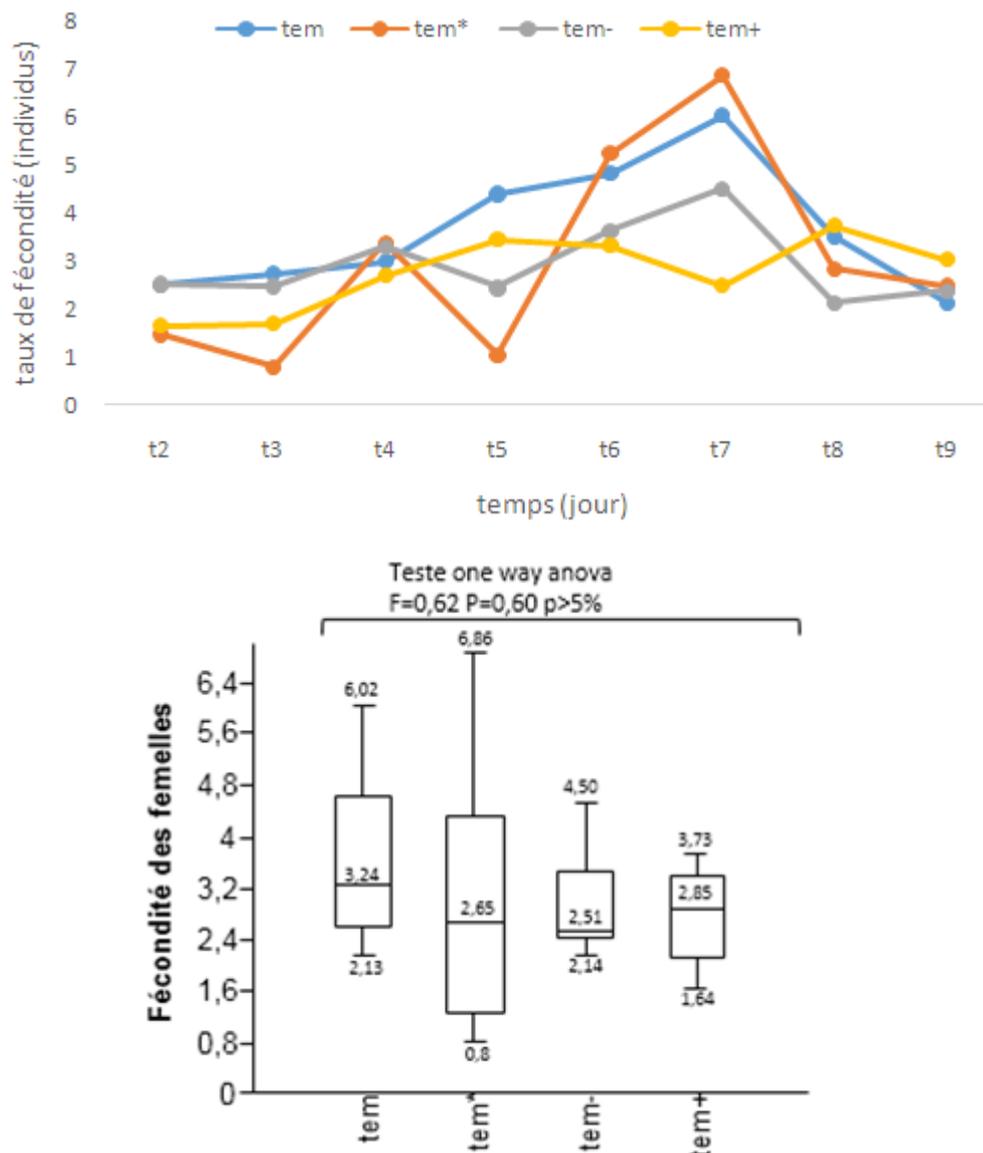


Figure22 : Effet du bioproduit stocké à différents régimes thermique sur la fécondité d'*Aphis fabae*

tem : témoin , tem* : traitement stoker dans des température ambient , tem- :traitement stoker dans des température négative , tem+ :traitement stoker dans des température positive

Chapitre VI : Discussions générale

Actuellement les huiles essentielles sont parmi les principales méthodes de lutte utilisées dans le marché mondiale car les problèmes de résistance qui ont été développés à partir de l'utilisation massive et intensive des produits chimiques pour cette raison l'être humain orienté l'es dernière étude sur les moyens de lutte propre et qui n'a pas des effets secondaires sur la faune et la flore et l'environnement

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs et des pathogènes (**Monge et al., 1988 ; Tilman et Downing, 1994**). D'après **Isman (2006)**, plusieurs huiles essentielles ont été intensivement étudiées pour évaluer leurs propriétés répulsives comme ressource naturelle valable.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'effet de température de stockage sur la stabilité de la formulation et sur l'expression de l'activité biocide du bioproduit formulé à base d'huiles essentielles de menthe pouliot sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats acquis dans cette étude montrent que le bioproduit formulé à base de huiles essentielles de la menthe pouliot stockés à différents régimes thermiques présente un effet toxique sur l'insecte traité, la réduction de l'abondance du puceron noir présente une similarité de toxicité chez tous les traitements (température ambiante, température négative, température positive). Les mêmes résultats montrent aussi que le bioproduit stocké dans une température négative exprime une toxicité assez importante par comparaison aux autres types de stockages.

De ce qu'il vient d'être rapporté, on peut émettre l'hypothèse que le stockage du bioproduit dans les conditions de hautes températures induit systématiquement la détérioration des constituants chémotypiques du principe actif (Huiles essentielles) dans la formulation. Cette hypothèse rejoint de nombreux travaux qui stipulent la précarité des huiles essentielles aux mauvaises conditions de stockage.

Selon **Lemdani (2013)**, les résultats relatifs aux traitements biologiques par les deux huiles essentielles formulées et testées ont enregistré une efficacité tardive et progressive durant toute la période de suivi. Cependant l'huile essentielle issue de la plante du thym a montré une très forte toxicité vis-à-vis du charançon du riz d'où une meilleure efficacité par rapport à l'huile essentielle d'agrumes sur la mortalité de *Sitophilus oryzae*

Quant à l'effet température, les résultats obtenus ont montré que le carvacrol formulé a marqué une meilleure efficacité pour la température 19°C et 28°C, le thymol a enregistré une toxicité importante à 25°C. En revanche, le limonène a affiché la plus faible efficacité de tous les chémotypes testés au cours de notre expérimentation

Peu de travaux se sont consacrés à l'étude de la stabilité des formulations des huiles essentielles, mais en revanche nous éditons ci-dessous les résultats de recherche **(Nguemtchouin Mbouga, 2012)**, qui s'est intéressée à la formulation d'insecticides en poudre par adsorption des huiles essentielles de *Xylopiya aethiopica* et d'*Ocimum gratissimum* sur des argiles camerounaises modifiées. L'étude est consacrée à l'évaluation de la composition qualitative de l'huile essentielle après conservation à 25°C, 40°C, et 100°C entre la 1^{ère} et la 8^{ème} semaine. Il ressort de cette étude que l'huile essentielle, conservée pendant 8 semaines à 25°C ne subit pas de modification de sa composition. Cependant, à 40°C on observe déjà la dégradation de certains composés terpéniques après la 4^{ème} semaine tels que : z- β -ocimène, carvacrol et δ -cardinène, ce qui indique une instabilité de ces composés terpéniques.

Les résultats montrent que les huiles essentielles formulées de menthe pouliot provoquent un effet de choc remarquable sur les larves des insectes traités par rapport à ceux des adultes. Plusieurs auteurs ont constaté des effets insecticides directs sur certains ravageurs **(Kumar & Daniel, 1981 ; Bhatnagar & Sharma, 1995 ; Hussain et al., 1996 ; Kulat et al., 1997)**.

Les travaux réalisés sur la caractérisation et l'effet biocide des huiles essentielles ont montré que beaucoup d'huiles essentielles possèdent des activités neurotoxiques établies contre les insectes **(Sanon et al., 2002)**. Selon **Benayad (2008)** l'huile essentielle de *M. pulegium* se caractérise par son haut taux en pulégone (73,33%), et de menthone (8,63%). **Khelfi (2007)** montre la toxicité de neuf huiles essentielles des plantes algériennes (l'armoise, faux poivrier, genévrier, eucalyptus, origan, la menthe, romarin, thym, laurier sauce) une forte toxicité enregistrée chez la menthe.

Une huile essentielle est variable dans sa composition, sur laquelle intervient un grand nombre de paramètres qu'ils soient d'ordre naturel, intrinsèque (génétique, localisation, maturité), extrinsèque (sol, climat,....) ou technologique c'est à dire liés au mode d'exploitation du matériel végétal **(Bernard, et al., 1988)**.

Selon **Chiasson et al. (2001)**, la composition chimique de l'huile essentielle varie d'une plante à une autre. D'après **Dormaun et Deans (2000)**, le principal facteur modifiant l'activité insecticide des huiles essentielles est le type et la structure moléculaire des composants actifs présents. Cependant, ce constat ne doit pas amener à penser que la toxicité d'une plante est obligatoirement liée à la nature du composé dominant. La présence de composés synergiques peut renforcer l'activité du principe actif **(Nuto, 1995)**.

Les huiles essentielles ont des propriétés insecticides, larvicides, ovicides, stérilisantes, antiappétents et répulsives ont fait l'objet de plusieurs études **(Morrallo et Tantengco, 1986 ; Ketoh et al., 1998 ; Djossou, 2006 ; Ngamo et Hance, 2007 ; Kouninki et al., 2007 et Ndomo et al., 2009)**

De nombreuses études ont été signalées sur l'activité insecticide de plusieurs espèces d'huiles essentielles contre les ravageurs. il a indiqué que *Artemisia tridentata* et *A. vulgaris* huiles essentielles ont un importante effet de fumigation contre les adultes, larves et les œufs de *T. castaneum* (**Dunkel et Sears, 1998 ; Wang et al., 2006**). L'huile essentielle de *A. annua* a montré activité de fumigation contre *T. castaneum* (**Tripathi et al., 2000**).

Les travaux réalisés par **Ketoh (1998)** sur l'activité biologique de différentes huiles essentielles ont montré que les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et de *Cymbopogon schoenanthus* présentaient une action sur tous les stades de développement de *C. maculatus* et pouvaient donc être utilisées pour la protection du niébé. L'essai de conservation d'un stock de niébé infesté avec tous les stades de développement de l'insecte, réalisé par cet auteur au laboratoire, a montré que ces deux huiles essentielles contrôlaient parfaitement le développement du bruche dans un milieu confiné en verre avec une seule application d'huile essentielle. Cependant, dans une structure de stockage moins étanche, comme le grenier en argile, **Ketoh (1998)**, a observé que seule une application répétée de l'huile essentielle a réduit de manière significative, le nombre d'individus à la génération F1 ainsi que les dégâts. Cet auteur a conclu sur la nécessité de renforcer l'étanchéité des structures traditionnelles de stockage pour permettre de réduire au cours de la conservation du niébé, le nombre d'applications des huiles essentielles par fumigation.

Huile essentielle de *Vitex negundo pseudo-* était également actif contre *T. castaneum* (**Shahaf et al., 2008**). Les larves de *T. castaneum* étaient tolérantes à fumigent toxicité d'huile essentielle *P. lentiscus* chez les adultes. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus à l'autre études (**Huang et al., 2000 ; Wang et al., 2006**)

Conclusion général

Au titre de l'évolution de l'effet de température de stockage sur la stabilité de formulation à base de l'huile essentielle de menthe pouliot et leur l'effet biocide sur l'abondance la densité la reprise biocénotique et la mortalité journalière des populations de puceron noire de la fève *Aphis fabae*, il nous a paru intéressant de présenter les principaux résultats auxquels nous avons aboutis

La comparaison des effectifs d'abondance globale présente une différence significative entre le témoin et les autres blocs expérimentaux, en revanche le type de stockage n'influence pas l'efficacité des huiles essentielles formulées.

L'évaluation temporelle des populations résiduelles ont montré une toxicité précoce dès les 24h d'application dans tous les traitements.

La population globale d'*Aphis fabae* présente un taux de mortalité important sous l'effet du traitement stocké aux températures ambiante et négative jusqu'au 3^{ème} jours par rapport au traitement stocké en une température positive qui présente une diminution tardif des population dès le 5^{ème} jours.

Par projection des fluctuations de la mortalité journalière des populations témoin et celles exposées au bioproduit stocké en température positive, les résultats montre une certaine similarité en taux des mortalités journalières. Il est à signaler que le taux de mortalité journalière des traitements stockés en températures ambiante et négative reste le plus important par comparaison aux populations témoin et celles exposées au bioproduit stocké en température positive.

Pareillement, chez les populations globales des adultes on enregistre les mêmes tendances d'effet des produits stockés en températures ambiante et négative que chez les populations larvaires les résultats montrent des taux de mortalité journalière des traitements stockés en températures ambiante et négative reste le plus important par comparaison aux populations témoin et celles exposées au bioproduit stocké en température positive. En finalité, le traitement stocké dans da température ambiante a un effet toxique plus fort que les autres traitements.

L'évolution temporelle de fécondité d'*Aphis fabae* sous l'effet d'un biocide d'huile essentielle formulé de menthe pouliot stocké différents régimes thermique. La fécondité semble ne pas avoir être affecté par l'effet du stockage du bioproduit

En perspective, il serait intéressant de voir de plus près quels seront les composants constituants l'huiles essentielles qui seraient sensibles aux différents régimes de traitements thermiques via une caractérisation des bioproduits formulés.

Références bibliographiques

Anonyme 2006-les agrumes, Secrétariat de la CNUCED d'après les données statistiques de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Ausloos P., 2002- Les huiles essentielles. *CNIL*.N 80, 6p.

Azalenko K., 2005- Contribution à la détermination des chemotypes d'une plante à huile essentielle du Togo : *Lippia mutiflora*. Mémoire d'ingénieur de travaux, ESTBA, Univ. Lomé

Balachowsky.A.S. et Mesnil L.,1935- les insectes nuisibles sur les plantes cultivées ,leur moeurs leur destruction .Ed.Busson T1,1127p.

Baser K.H.C., Kürkçüoglu M., Tarimcilar G., Kaynak G.,1999- Essential Oils of Mentha Species from Northern Turkey, J. Essent. Oil Res; 11, 579-588.

Beghidja N., Bouslimani N., Benayache F., Benayache S., and Chalchat J.C., 2007- Composition of the oils from *Mentha pulegium* grown in different areas of the east of Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(4), pp: 481- 483.

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.

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.

Bellakhdar J., 1978-Médecine traditionnelle et toxicologique Ouest Saharienne, contribution à l'étude de la pharmacopée marocaine. *Ed. Technique nordafricaines*, Rabat.

Belyagoubi L., 2006. Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Thèse de Magistère. Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Faculté des Sciences.Départ de Biologie ,110p.

Benayad N., 2008- Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées .Rapport final Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Dépar.de Chimie Faculté des Sciences de Rabat Maroc.

Bernard T., Bravor et Gasse T., 1988-Extraction des huiles essentielles (chemie et technique). *Information chimie*. pp.178-184.

Bernard T., Perineau F., Bravo R., Delmas M. et Gaset A., 1988- Extraction des huiles essentielles : Chimie et Technologie. *Informations chimie* N°298.

Bhatnagar A., Sharma V.K., 1995- Relative efficacy and residual toxicity of margosa (*Azadirachta indica*) and Indian beech (*Pongamia pinnata*) oils in stem borer (*Chilo partellus*) of maize (*Zea mays*). Indian Journal of Agricultural Sciencespp.691–693.

Blackman R. L. and Eastop V. F., 2007- Taxonomic issues. In van Emden H.F. and Harrington R., Aphids as Crop Pests. CABI Millennium Volume CABI, U.K: 1-29.

Bohec J., Robert Y., Grousseau C. et Robic R., 1981- Les pucerons de l'artichaut.Étude particulière de *Capitophorus horni* Börner et d'*Aphis fabae* Scop. En Bretagne.In : Bernard H., journées d'études et d'informations. Les pucerons des cultures. Paris-2, 3 et 4 Mars. Ed. ACTA. 350p.

Bones A.M.,et Rossiter J.T., 1996-The myrosinase-glucosinolate system its organisation and biochemistry, *physiol. Plant.* (97), pp: 194-208.

Bourkhiss M., Hnach M., Bourkhiss B., Ouhssine M., et Chaouch A., 2007-Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l'huile extraite des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) du Maroc, *Afrique Science*, 3(2), 232-242.

Bouzouita N., Kachouri F., Ben halima M., et Chabouni M.M., 2008-. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*, *J. Soc Chim. Tunis.*, 10, 119-125.

Brada M., 2007- Contribution a l'etude de l'extraction des huiles essentielles et des concretes de deux especes de menthe : “ *mentha pulegium* & *mentha rotundifolia* ” Etude cinetique et analytique. Thèse Doc. Univ. Blida Faculté des Sciences Ingénieur Depr. Chimie Industrielle spécialité : génie des procédés Algérie.

Bruneton J., 1993-Pharmacognosie, phytochimie, plante médicinale .2eme édition .Ed. Lavoisier, pp.406-435.

Bruneton J., 1999- pharmacognosie phytochimie .plantes médicinales, Edition : technique et documentation ,3^{eme}Edition Lavoisier .Paris 1120.

Camara A., 2009- lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (COLEOPTERA TENEBRIONIDAE) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, thèse doctoray en science de l'environnement. Université du Québec à Montréal, p154.

Chaboussou F., 1997- les facture culturaux dans la résistance des agrumes les ravageur .St.Zool.Inst.Nat.Rech.Agro.Bordeaux, 39 p.

Chalchat J.C., Gorunovic M.S., Maksimovic Z.A. and Petrovis S.D., 2000- Essential Oils of Wild Growing *Mentha pulegium* L. from Yugoslavia. *J. Essent. Oil Res.*, 12, 598-600

Chandrashekar K et Srinivasa N., 2003- Residueal toxicity of selected pesticides, against two spotted spider mites *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE) infesting French bean. J. Ent. Res. 27 (N°3) 197-201.

Charpentier. B., Hamon-Loreac'h F., Harlay A., Huard A., Ridoux L., Chansellé S., 2008- “ Guide du préparateur en pharmacie. ”, Elsevier masson, troisième édition, Paris, 1343p, 774,1173.

Chaumont J.P., Leger D., 1989-Propriétés antifongiques de quelques phénols et de composés chimiquement très voisin. Relation structure –activité. *Plant Med. Phyto.* 23(2), 124-126.

Cheng S., Huang C., Chen Y., Yu J., Chen W., and Chang S., 2009-Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species Bioresour. Technol., 100, 452-456.

Chiasson H., Belanger A., Bostanian N., Vincent C. et Poliquin A., 2001- Acaricidal properties of *Artemissia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction. J.Econ.Entomol. Vol.94, n°1,pp. 167-171.

Chiron F., 1996- synthèses d'hydroperoxydes de terpène. Relation avec l'activité antimicrobienne et application à la synthèse de polyterpènes hydroperoxydés mémoire ingénieur CNAM.paris .70 p.

Cravo L., 1991- Etude de l'extraction d'une huile aromatique et de la rectification du miscella, Thèse de doctorat, I.N.P. Toulouse

Dahmane A., 1991- contribution à l'étude bioécologique de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratittis capitata* (Weidmann, 1824) (diptere trypetidae) dans la région de la Mitidja thèse Mag. Agro. Univ. Ager.

Deffey S., 1980- Sequestration of plant natural products by insects.Annu.Rev Entomol.25:447-477.

Djossou J., 2006-Etude des possibilités d'utilisation des formulation à base de fruits sec de *Xylopi aethiopica* Dunal (Annonaceae) pour la protection des stocke de niébé contre *Callosobruchus maculatus fabricius*(coleoptera :bruchidae) .thèse ing.agro. Faculté des Science Agronomique de Gembloux Belgique.

Dorman H.J.D. et Deans S.G., 2000-Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oil, Journal of Applied Microbiology, 88: 308-316.

Dreyer D.L.et Campbell B.C., 1987-chemical basis of host –plant resistance to aphids.plant,Celle and Environment 10:353-361

Driouchi E. et Buycks J., 1990- "Rapport d'une réunion des agroéconomistes nationaux sur l'évolution des pertes économiques causes par la Cératite ", RAF/5/013 enquête sur l'étendue de l'infestation par la cératite en Afrique du nord. Meknès(Maroc)

Dunkel F.V. and Sears L.J. 1998- Fumigant properties of physical preparations from mountain big Sagebrush, *Artemisia tridentate* Nutt. sp. *vaseyana* (Rydb.) beetle for stored grain insects. J. Stored Prod. Res. 34: 307-321.

Erler F., Ulig I. and Yalcinkaya B., 2006- Repellent activity of five essential oils against *Culex pipiens*, Fitoterapia, 77, 491-494.

Grasse P., 1951- traité de Zoologie anatomie, systématique biologie, Insectes et Hemiptéroïdes Ed : Masson et Cie T.X. Fascicule II 1984p.

Guichard L., Aubertot J N., Barbier J M., Carpentier A., Gril J., Lucas P., Savary S., Voltz M., 2005- Pesticides, agriculture et environnement. Actions techniques possibles. Ed Quae,Cirad, Ifremer, Inra, P70.

Guignard J.L. et Dupont F., 2004-Botanique : Systématique moléculaire, 13^{ème} éd. Masson, Paris, 237p.

Haif A., 1997-Etude du parasitisme de *Lysiphlebus confusus* Hal. (Hymenoptera, Aphidiidae) sur *Aphis fabae* scop., (Homoptera, Aphididae) thèse D.E.U.A. spécialité protection des végétaux option zoologie Univ. Blida Ist.Agro. Algérie

Hammer O., Harper D.A.T. et Ryan P. D., 2001- PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Heie J., 1986- the aphidoidea (hemiptera) of fennoandia and Danemark III fauna entomologica Scandinavia.Vol.17,28 pp.

Hernandez O.L.R. ,2007- Substitution des solvants et matières actives de synthèse par un combiné « solvant/actif » d'origine végétale. These de Doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse, France. 225 p.

Holloway P.J., 1993- Adjuvant for agrochemicals. *Melingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*. 58(2a), 125-140.

Holloway P.J.et Stock D., 1990- Factors affecting the activation of foliar uptake of agrochemicals by surfactants dans industrial applications of surfactants II. *D.R Royal Society of London*. 303-307.

Huang Y., Lam S.L., and Ho S.H., 2000-Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst).J. Stored Prod. Res. 36: 107-117.

Hullé M., Turpeau-Aitighil É., Robert Y. et Monnet Y., 1999- Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol. Ed. ACTA, INRA, Paris. 136p.

Hussain M.A., Puttaswamy A., Viraktamath C.A., 1996-Effect of botanical oils on lantana bug, *Orthezia insigni* Browne infesting crossandra. Insect Environment, pp.85–86.

Iperti G., 1966- Comportement naturel des coccinelles aphidiphages du Sud-Est de la France : leur type de spécificité, leur action prédatrice sur *Aphis fabae* L. Entomophaga 11 : 203-210.

Isman M.B., 2002- Problèmes et perspectives de commercialisation des insecticides d'origine botanique. In. Regnault-Roger, C, Phellogène, B J.R, Vincent C 2002. Biopesticides d'origine végétale. Tec et Doc, Paris, p : 301- 312.

Isman, M.B., 2006-. «Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world». *Ann. Rev.n Entomol*, 51 :45-66.

Jazetdongmo P.M., Tatshadjieu L.N., Tchinda Sonwa E., Kuate J., Amvamzollo P.H. et Menut C., 2009- Essential oils of *Citrus aurantifolia* from Cameroon and their antifungal activity against *Phaeoramularia angustensis*, African Journal of Agricultural Research,4 (4), 354-358.

Kellouche A. et Soltani N., 2005. Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus*, *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 24, No. 1: 184-191.

Ketoh G.K., Glitho I.A., Nuto Y., Koumaglo H.K., 1998-effet de six huiles essentielles sur les adultes et les larves de *Callosobruchus maculatus* F.(coleoptera :bruchidae).Sciences médecine revue Cames.00 :16-20.

Ketoh K. G. 1998-Utilisation des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques au Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). *Thèse de Doctorat*, Univ. du Bénin, Lomé, 141 p.

Khelfi H., 2007- Evaluation du potentiel biocide et étude de l'influence de la composition chimique des huiles essentielles de quelques plantes Algériennes sur *Rhyzoperta dominica* .These.Doc .AGR.INA. EL HARRACH.130p.

Kim J., Marshall M.R. and Vei C., 1995- Antibacterial activity of some essential oil components against five food borne pathogens. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 43, pp: 2839-2845.

Kouninki H., Hance T., Noudjou F.A., Lognay G., Maliasse F., Ngassoum M.B., Mapongmetsem P.M., Ngamo L.S.T. and Haubruge E., 2007-Toxicity of some terpenoids of essential oils of *Xylopiya aethiopica* from Cameroon against *Sitophilus zeamais* Motchulsky .Journal of applied Entomology, document online ,8p.

Kranz J., Schmutterer H., Koch W.,1977- Diseases, pests and weeds in tropical crops,pp.342-343.Paul Parey, Berlin, Allemagne.

Kulat S.S., Nimbalkar S.A., Hinwase B.J., 1997- Relative efficacy of some plant extracts against *Aphis gossypii* Glover and *Amrasca devastans* (Distant) on okra. PKV Research Journal,pp.46–148.

Kumar T.P., Daniel M., 1981- Studies on the control of soil grubs arecanut palm. Pesticides pp. 29–30.

Langenheim J.H., 1969-Amber: a botanical inquiry. Science. 163(872), 1157-1169.

Lawrence M., 1978- A study of the monoterpene interrelationships of the genus *Mentha* with special reference to the origin of pulegone and menthofuran, Thèse doc, Netherlands.

Leclant F., 1999- Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. I- Grandes cultures. Ed. ACTA, INRA. Paris. 64p.

Lemdani N.,2013- Evaluation de l'impact des températures de stockage sur la stabilité et l'activité biocide des huiles essentielles formulées Cas du *Sitophilus oryzae* (Insecta, Curculionidae) . Thèse Master Académique en Sciences de la nature et de la vie Spécialité : Phytopharmacie appliquée Université Blida Faculté des sciences agro-vétérinaires et biologiques Département des sciences agronomiques.

Lemordant D., Boukef K., Bensalem M., 1977-Plantes utiles et toxiques de Tunisie, *Fitoterapia*, 48, pp : 191-214.

Lorenzo D., Paz D., Dellacassa E., Davies P., Vila R., Canigual S.,2002- Essential Oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay, Brazilian archives of biology and technology; 45 (4), 519-524.

Loucif Z. et Bonafonte P., 1977-Observation des populations du pou de San José dans la Mitidja. *Rev. Fruits* 32(4): 253-261.

Lucchesi M.E., 2005- extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception application à l'extraction des huiles essentielles .thèse de doctorat en sciences discipline chimie. Université de la Réunion. Faculté des Sciences et Technologies.

Magali C., 2009-Lutte intégrée en serres florales et en verger de pomme. Revue éditée dans le cadre du Programme National Agriculture et Développement Durable.

Magina M.D.A., Dalmarco E.M., Wisniewski A., Simionatto E.L., Dalmargo J.B., Pizzolatti M.G. et Brighente J.M.C., 2009-Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of engenia species, *J. Nat. Med.* 63, 345-350.

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.

Mangena T., Muyima N.Y.O., 1999- Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of artemisia afra, pteronia incana and rosmarinus officinalis on selected bacteria and yeast strains. *Lett. Appli. Microbiol.* 28(4) 291-296.

Marotti M., Piccaglia R., Giovanelli E., 1994-Effects of planting time and mineral fertilization on Peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil composition and its biological activity, *Flavour and Fragrance J.*, 9, pp: 125-129.

Martini M.C. et Seiller M., 1999-*Actifs et additifs en cosmétologie. Procédés d'extraction des huiles essentielles.* Ed. Tec. et Doc. : Médicales Internationales. Paris, 563 p.

Mejholm O., Dalgaard P., 2002- Antimicrobial effects of essential oils on the seafood spoilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34, pp : 27-31.

Mengal P., Behn D., Gli M.B. et Mompon B., 1993- VMHD: Extraction d'huile essentielle par micro-ondes, *Parfums, Cosmétiques, Arômes*, (114) : 66-67.

Mohammedi Z., 2006- Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant de quelques plantes de la région de Tlemcen .thèse de magister, option produits naturels activité biologique et synthèse .université ABB 5.Tlemcen Algérie.

Moleyar V. et Narasimham P., 1986- Antifungal activity of some essential oil components, *Food Microbiology*, 3, 331-336.

Monge G.P., Germain J. F., et Huignard J., 1988- Importance des variations thermiques sur l'induction de la diapause reproductrice chez *B. atrolineatus* Pic.(Coleoptera: Bruchidae), *Ecology and coevolution.* Kluwer Academic Publishers,91-100.

Morallo R.B. and Tantengco G.B., 1986- Biological activity of flowers extract as insecticides; *NTSA Technology Journal d'Entomologie*, 11 (1) pp 37 - 46.

Moussaoui k., Ahmed H., Zitouni G.et Djazouli Z., 2014-université Blida1, faculté des sciences de la nature et de la vie, département de Biotechnologie institut technique des Elevages Route de Chebli Baba Ali.

Ndomo A.F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F. and Tchouanguiep F.M., 2009- Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelis obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Tropicultura*, 27(3): 137-143.

Negi P.S., Chauhan A.S., Sadia G.A., Rohinishree Y.S. et Rameteke R.S., 2005- Antioxydant and antimicrobial activity of various seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed extracts. *Food. Chem.*, 92, pp. 119-124.

Ngamo L.S.T. et Hance T.H., 2007-Diversité des ravageurs, des denrées et méthodes alternatives de lutttes en milieu tropical. *Tropicultura*,25(4): 215-220

Nguemtchouin Mbouga M.G., 2012- .formulation d'insecticides en poudre par adsorption des huiles essentielle de de *Xylopi aethiopica* et d'*Ocimum gratissimum* sur des argiles camerounaises modifiées .Thèse Doc.Ecole nationale supérieure de chimie de montpellier.269p

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 PhD S.U.N.Y. Syracuse, New York*, 107 p.

Ouedraogo M., 2004- L'utilisation des insecticides naturels dans la protection des cultures au Burrkina Faso. *Communication faite au CTR de l'INERA Di. 20-22 déc.2004 Ouagadougou CEAS*, 56 p.

Padrini F. & Lucheroni M.T., 1996-Le grand livre des huiles essentielles : Guide pratique pour retrouver vitalité,bien-etre et beauté avec les essences et l'aromomassage énergétique avec plus de 100 photographies. *Ed. De Vecchi*, 15 p.

Pellecuer J., Roussel J.I., Andary C., 1980-Recherche du pouvoir antifongique de quelques huiles essentielles. *Rivista Italiana Essenzo (EPPOS)*. 23,45-50.

Pino J.A., Rosado A. and Fuentes V.,1996- Chemical Composition of the essential oil of *Mentha pulegium* (L.) from Cuba. *J. Essent. Oil Res.*, 8, 295-296

Quezel P. et Santa S., 1963-Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridoniales, Tome II, *Ed. CNRS*, Paris.

Richter G., 1993- *Métabolisme des végétaux. Physiologie et biochimie*, Presses polytechniques et universitaires. *Romandes*, 292p

Sanon A., Garba M., Auger J. & Huiganrt J., 2002-Analysis of insecticidal activity of methulisocyanate on *Callosobruchus maculatus* and its parasitoid *Dinarmus basalis*. *Journal of Stored Products Research*, 38, 129-138.

Sell C.S., 2006- The Chemistry of Fragrance. From Perfumer to Consumer. 2nd edition. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 329 p.

Shahaf B.Z., Moharramipour S. and Meshkatsadat M.H., 2008- Fumigant toxicity of essential oil from *Vitex pseudo-negundo* against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus oryzae* (L.). *J. Asia. Pac. Entomol.* 11: 175-179.

Simon J.E., 1983- Chadwick A.F. and Craker L.E., *Herbs: An Indexed Bibliography. 1971-1980. the Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone.* Archon Books, Hamden, CT.

Sivropoulou A., Kokkini S., Lanaras T., Arsenakis M., 1995- Antimicrobial activity of mint essential oils. *J. Agric. Food Chem.*, 43, pp: 2384-2388.

Sivropoulou A., Papanikolaou E., Nikolaou C., Kokkini S., Lanaras T. and Arsenakis M., 1996- Antimicrobial and cytotoxic activities of origanum essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 44, 1202-1205.

Smallfield B., 2001- Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*, 45, pp: 4.

Soliman K.M. et Badeaar I., 2002- Effet of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi, *Food Chem Toxicol*, 40, 1669-1675.

Svoboda K.P. et Hampson J.B., 1999- bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant biology department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW.

Tang G.W., Yang G.J., and Xie L.D., 2007- Extraction of *Trigonella foenum-graecum* L. by supercritical fluid CO₂ and its contact toxicity to *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera : Bostrichidae), *J. Pest. Sci.*, 80, 151-157.

Tapondjou L.A., Adler C., Bouda H., et Fontem D.A., 2003- Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de la bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab (Coleoptera, Bruchidae). *Cahiers d'études et de recherches francophones, Agricultures*, 12(6), pp. 401-407.

Tilman D., et Downing J.A., 1994- Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* pp. 363-367.

Tripathi A.K., Prajapati V., Aggarwal, K.K., Khanuja, S.P.S., and Kumar, S. 2000- Repellency and toxicity of oil from *Artemisia annua* to certain stored product beetles. *J. Econ. Entomol.* 93: 43-47

Viollon C., Chaumont J.P., 1994- Antifungal properties of essential oils and their main components upon *Cryptococcus neoformans*. *Mycopathologia*. 128(3), 151-153.

Voutchkov I., Yontchev H., 1979- Planification et analyse des expériences, Ed. Technika, sofia, Bulgarie,

Wang D., Collins P.J., and Gao, X. 2006- Optimising indoor phosphine fumigation of paddy rice bag-stacks under sheeting for control of resistant insects. *J. Stored Prod. Res.* 42: 207-217.

Zambonelli A., D'Aurelio A.Z., A. Severi., E. Benvenuti., L. Maggi., A. Bianchi.,2004- Chemical composition and fungicidal activity of comercial essential oils of thymus vulgaris L. *J. Essent. Oil Res* 16(1), 69-74.